



**NOTA DE CAMPUS
LOMBRICULTURA:
PRÁCTICA DE APROVECHAMIENTO
A PARTIR DE RESIDUOS ÓRGANICOS**



JAIME ALBERTO LEAL AFANADOR

Rector

CONSTANZA ABADÍA GARCÍA

Vicerrector Académica y de Investigación

EDGAR GUILLERMO RODRÍGUEZ

Vicerrector de Servicios a Aspirantes, Estudiantes y Egresados

LEONARDO YUNDA PERLAZA

Vicerrector de Medios y Mediaciones Pedagógicas

JULIA ALBA ANGEL OSORIO

Vicerrector de Desarrollo Regional y Proyección Comunitaria

LEONARDO EVEMELETH SANCHEZ TORRES

Vicerrector de Relaciones Internacionales

JORDANO SALAMANCA BASTIDAS

Decano Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

JUAN SEBASTIÁN CHIRIVÍ SALOMÓN

Líder Nacional de Investigación UNAD

YOLVI PRADA

Líder Nacional de Investigación Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente



LOMBRICULTURA: PRÁCTICA DE APROVECHAMIENTO A PARTIR DE RESIDUOS ÓRGANICOS

Omar Enrique Trujillo Romero

Correo institucional: Omar.trujillo@unad.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4334-6832>

Damileth De Armas Duarte

Correo institucional: damileth.armas@unad.edu.co

ORCID: : <https://orcid.org/0000-0003-3596-2368>



Ficha Bibliográfica Diligencia por Biblioteca

Título: Lombricultura: práctica de aprovechamiento a partir de residuos orgánicos.

Autores: Omar Enrique Trujillo Romero, Damileth De Armas Duarte,

Grupo de Investigación: ZOBIOS –Zona Caribe.

Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

DOI: 10.22490/notas.4282

©Editorial
Sello Editorial UNAD
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Calle 14 sur No. 14-23
Bogotá D.C

Año 2021

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons - Atribución – No comercial – Sin Derivar 4.0 internacional. https://co.creativecommons.org/?page_id=13.



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| Resumen..... | 6 |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| 2. Los Residuos sólidos orgánicos y su clasificación | 8 |
| 2.1 Disposición de residuos sólidos orgánicos en Colombia | 9 |
| 3. La Lombricultura | 10 |
| 3.1 Lombricompostaje (Humus de Lombriz) | 11 |
| 3.2 Función ecológica de la lombriz | 11 |
| 3.3 Densidad poblacional de lombrices..... | 12 |
| 3.4 Procesos de degradación. | 13 |
| 3.5 LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (<i>Eisenia foetida</i>) | 14 |
| 3.5.1 Reproducción | 15 |
| 3.5.2 Requerimientos para el lombricompostaje | 16 |
| 3.5.3 Alimentación de la lombriz..... | 17 |
| 3.5.4 Lixiviados..... | 18 |
| 3.6 Etapas para la elaboración de la Lombricomposta | 18 |
| 3.6.1 Características de la materia prima o sustrato: | 19 |
| 3.6.2 Preparación del sustrato | 20 |
| 3.6.3 El sustrato: | 20 |
| 3.7 Características estructurales de las camas..... | 22 |
| 3.8 Trabajos periódicos | 25 |
| Extracción del lombricompost..... | 25 |
| 3.9 El Humus | 26 |
| 4. Beneficios de la lombricomposta | 26 |
| 4.1 Características de fallas del lombricompostaje | 27 |
| 5. Conclusiones | 28 |

Resumen

Contextualización: A partir de indagaciones para establecer alternativas de soluciones que permitan la recuperación y el aprovechamiento de los residuos y subproductos orgánicos, constituye una necesidad latente para un adecuado proceso de innovación biotecnológica que permite la protección del medio ambiente. De este modo, dentro de las técnicas que usualmente son más utilizadas para el manejo de este tipo de residuos, está el Compostaje y la Lombricultura; las cuales convierten los residuos orgánicos en productos de alto valor ecológico y económico, contribuyendo a la conservación del suelo. Unido a ello, favorecen la rentabilidad económica por los beneficios que aportan.

Información relevante: profundizar en La lombricultura enmarcada dentro de la biotecnología, la cual permite emplear especies como la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), con el objeto de transformar residuos orgánicos y convertirlos finalmente, en compuestos biodegradables como el humus. Este aspecto, constituye un elemento indispensable como alternativa de tratamiento de los residuos orgánicos, especialmente los originados en el sector domiciliario, por consiguiente; la presente investigación se ha centrado en establecer las mejores condiciones de operatividad del sistema de lombricompostaje a partir de experiencias suscitadas en el desarrollo del curso de "*Recuperación y reutilización de residuos sólidos*", lo cual, ha permitido validar los aspectos teóricos a través de experiencias prácticas en la conformación y estructuración del proceso en mención.

Propósito de la nota de campus: El presente documento, dará herramientas básicas para la comprensión de los procesos involucrados en el manejo de los residuos orgánicos a través del lombricompostaje y las mejores condiciones de operatividad del sistema.

Metodología: El documento aborda las temáticas del manejo de residuos orgánicos a través del lombricompostaje.

Cursos de formación: Recurso de apoyo-el proceso formativo de los cursos de "*Recuperación y reutilización de residuos sólidos*" y "*Sistemas de tratamiento y disposición final de Residuos sólidos*".

Conclusiones: El lombricompostaje, es una técnica de manejo de residuos orgánicos que promete un balance generoso, en cuanto al desvío de residuos a enterramiento. Sin embargo, requiere de condiciones óptimas para lograr un buen funcionamiento.

Palabras clave: Residuos; Residuos orgánicos; Lombricompostaje; Biotecnología.

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia, el Ministerio de Medio Ambiente, a través de la política para la Gestión integral de residuos (MinAmbiente,1998), promueve a través de su normativa, "*el máximo aprovechamiento y mínimo de residuos con destino al Relleno Sanitario, con el fin de impedir o minimizar los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente*" (MinAmbiente, 1998, p. 12). Estas políticas ambientales deben ser acogidas de manera nacional, regional y local, con el fin de garantizar su aplicabilidad en función de un ambiente sano. Sin embargo, los residuos orgánicos equivalen al 61% de los residuos generados en el país y son la mayor fuente de generación de gases efecto invernadero- GEI, especialmente cuando éstos, son enterrados en los rellenos sanitarios (CONPES 3874, 2016).

El reporte presentado en la COP 21 por Colombia, responsabiliza al país del 0.46% de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global, según cifras de 2010, establecen un incremento alrededor de un 50% en

2030, si no se plantean alternativas sostenibles, teniendo en cuenta que según el informe Nacional de aprovechamiento para el año 2016, tan solo el porcentaje de residuos sólidos municipales aprovechados fue de 17%. (SSPD, 2017).

Por consiguiente, la generación y manejo de residuos sólidos orgánicos, es una problemática creciente que debe ser tratada de manera pertinente, a través de alternativas de aprovechamiento que contribuyan a la minimización de los impactos negativos causados en la salud y el medio.

Por otra parte, mediante la gestión adecuada y el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, se disminuye de manera eficiente la cantidad destinada al relleno sanitario como disposición final; esto sin duda, permite el aumento de la vida útil de los mismos. Adicionalmente, se incentiva por medio de la educación ambiental, a las comunidades para que se cree una cultura consiente frente a los cambios climáticos y en especial, a la creación de modelos de una agricultura ecológica.

2. Los Residuos sólidos orgánicos y su clasificación

La definición de residuo que hace el Ministerio de Medio Ambiente a través del decreto 0838 (MinAmbiente, 2005), lo categoriza como cualquier objeto, elemento o sustancia proveniente del consumo o uso de un bien generado en cualquiera de los sectores ya sean domésticos, comerciales, institucionales e industriales; que el generador rechaza o entrega susceptible a un proceso de transformación o en calidad de aprovechamiento con valor económico o para la disposición final.

Del mismo modo, indica que los residuos sólidos, varían en la clasificación de acuerdo con las fuentes de producción o de acuerdo con diferentes caracteres clasificatorios. Según su composición, los residuos se dividen en:

- **Según su composición:**

- ✓ **Residuo orgánico.** Engloba lo que concierne a los residuos de origen biológico (desecho orgánico). Por ejemplo, hojas, ramas, y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.
- ✓ **Residuo inorgánico.** Es aquel residuo sin origen biológico, de tipo industrial o de otro algún proceso artificial. Por ejemplo, plásticos, telas sintéticas, etc.

2.1 Disposición de residuos sólidos orgánicos en Colombia

En Colombia, se estima un aproximado de 11.6 millones de toneladas de residuos sólidos al año. De lo cual, alrededor del 40%, es susceptible para aprovechamiento. No obstante, según la Misión de Crecimiento Verde del Departamento Nacional de Planeación- DNP, se estima que se recicla alrededor del 17%. Además, las autoridades prevén que, si el consumo de los colombianos se mantiene al ritmo actual, la generación de residuos sólidos aumentará 20% en los próximos 10 años. En ciudades como Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla, se generan un equivalente de 11275 toneladas. día⁻¹ de residuos sólidos municipales, de los cuales, alrededor del 41%, corresponde a residuos orgánicos (Jaramillo, Henao y Zapata, 2008).

Por su parte, el método más común de disposición final de residuos sólidos en Colombia y el mundo, son los rellenos sanitarios o vertederos. Este

proceso, a pesar de contar con la normatividad legal vigente y los requisitos técnicos en cuanto a ubicación, diseño y funcionamiento (impermeabilización de la base, tratamiento del agua de filtración, disposición y aprovechamiento de los gases de vertedero, etc.), presentan algunas falencias tales como, la generación de gases efecto invernadero, principalmente el metano (CH_4) y la generación de lixiviados, debido a los procesos de descomposición de materia orgánica principalmente; sumado a esto, la generación y disposición finales de grandes cantidades de estos residuos orgánicos, limitan y disminuyen más rápidamente el tiempo de vida útil de los rellenos, lo cual implica, la adopción de nuevos sitios de disposición final.

3. La Lombricultura

Según Roma *et al.* (2013), la lombricultura se compara con el compostaje, un proceso donde en vez de la adición de bacterias y otros microorganismos, el papel importante lo lleva a cabo el sistema digestivo de la lombriz; transformando los residuos orgánicos en abonos de muy buena calidad, dado el aporte significativo que los microorganismos benéficos le aportan al suelo. Es un proceso en presencia de oxígeno en el que las lombrices, con ayuda de los microorganismos, transforman la materia orgánica en compuestos más simples. Este es un producto estable, donde se encuentran nutrientes disponibles para las plantas y gran cantidad de microorganismos benéficos que estimulan el desarrollo y la sanidad de los cultivos.

Durante el proceso de producción de lombricompost, se solubiliza gran parte de minerales, de manera que quedan disponibles para ser digeridos por las plantas fácilmente.

En este sentido, la lombricultura es una biotecnología que facilita el aprovechamiento de los residuos orgánicos. Debido a esto, se constituye una alternativa excelente para el manejo sostenibles de los sistemas agropecuarios, además de generar beneficios económicos mediante la producción de humus y aprovechamiento de la lombriz, con bajos costos operativos.

Luego a su vez, contribuye a la disminución de impactos ambientales generados a partir de la disposición adecuada de los residuos sólidos orgánicos, tal como lo aduce Jaramillo (2008), con el aprovechamiento de los mismos, se disminuye la presión de las actividades antrópicas y se incorpora nuevamente al ciclo de fertilización del suelo y por ende, la reducción en el uso de fertilizantes químicos en los cultivos; manteniendo así, la fertilidad natural de los suelos, minimizado la aparición de nuevos botaderos a cielo abierto y prolongando la vida útil de los rellenos sanitarios.

3.1 Lombricompostaje (Humus de Lombriz)

Es un material similar a las características del suelo, generado a partir de residuos orgánicos, gran contenido en nutrientes y utilizados comúnmente para recuperación de suelos o sustituto de fertilizantes.

3.2 Función ecológica de la lombriz

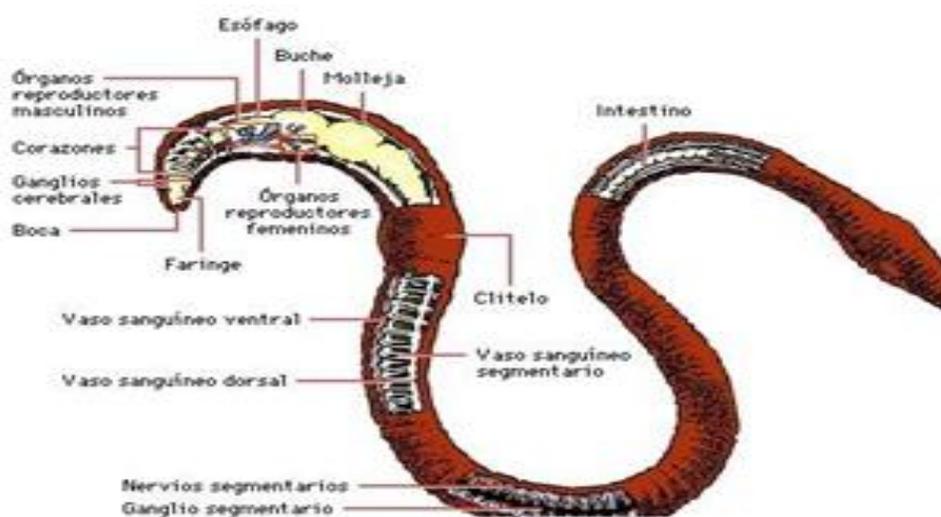
Las lombrices de tierra son de una gran relevancia ecológica, dada su actividad cavadora de tierra, participan en la aireación, fertilización y formación del suelo.

La lombriz en su estado natural, desarrolla una actividad importante en el proceso de la fertilidad del suelo, por su efecto marcado sobre la estructuración de este (turrículos) (Diaz, 2002). Dentro de las especies

de lombrices cultivables y más eficientes, se encuentra la especie *Eisenia foetida*, conocida comúnmente como lombriz roja Californiana (ver Figura 1).

Figura 1

Morfología de la lombriz de tierra



Fuente: Beltrán, M. Conradi, B. Y Gutiérrez, J. (2011)

3.3 Densidad poblacional de lombrices

Según ADEX (2002), en la guía de lombricultura de la agencia de desarrollo económico y comercio exterior del municipio Capital de la Rioja, se deduce que dentro las condiciones básicas para poder desarrollar el lombricultivo, es fundamental la regulación de la densidad poblacional de las lombrices.

Por otra parte, Ferruzzi (1986), citado por Durán y Henríquez (2007), recalca que, en materia del control de la densidad poblacional, se hace

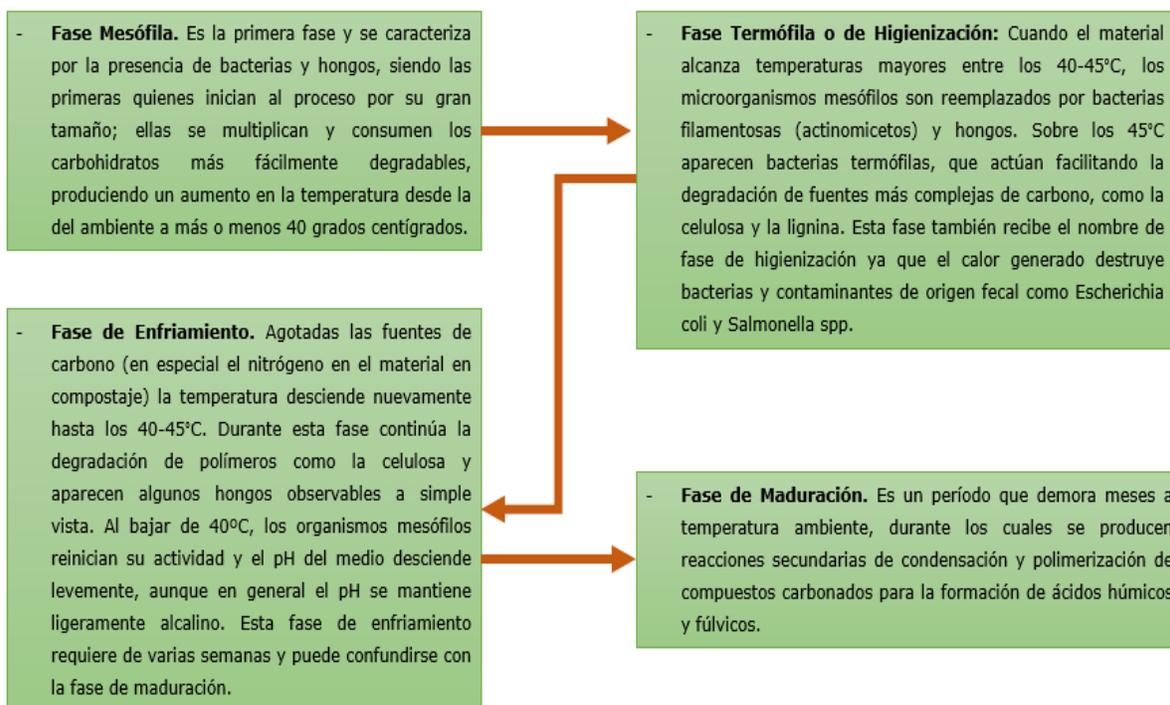
imperioso contar con el peso inicial de la biomasa de lombriz por unidad de área de cama, lo que se podría traducir en el siguiente escenario: si se inicia con 10kg de lombrices y están ubicadas en un compartimiento que cuenta con un área de 4m², la densidad poblacional de las lombrices podría llegar a ser de 2.5kgm². Por lo cual, es importante tener en cuenta no saturar las camas con el pie de cría inicial, debido a que la reproducción se realiza de forma lenta y se genera la competencia por comida y espacio.

3.4 Procesos de degradación

El proceso de degradación y transformación de la materia orgánica aerobia, contempla las fases descritas en la Figura 2, de acuerdo con Jaramillo (2005).

Figura 2

Fases de degradación y transformación de la materia orgánica



Fuente: Jaramillo (2005).

3.5 LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA (*Eisenia foetida*)

La lombriz más común para el vermicompostaje o lombricompostaje, es la especie *Eisenia foetida*, la cual está caracterizada por su cola achatada de color amarillo, color rojo púrpura y su tamaño entre 8 y 10 cm.

Esta lombriz cuenta con características adicionales a las anteriormente mencionadas, tales como: *i*) la presencia de clitelo (un anillo más grueso que los otros), lo cual indica madurez sexual; *ii*) es extraordinariamente prolífera. Cada Lombriz puede producir cerca de 13000 lombrices en un año, es decir, puede duplicar su población en 90 días; *iii*) se alimenta con voracidad de todo tipo de desechos agropecuarios; *iv*) su longevidad en cautiverio, se puede prolongar a quince (15) años; *v*) son muy resistentes a condiciones adversas del medio; *vi*) consumen aproximadamente su propio peso diario de materia orgánica, por lo tanto, produce la misma cantidad de abono natural; *vii*) requiere para su alimentación, altas

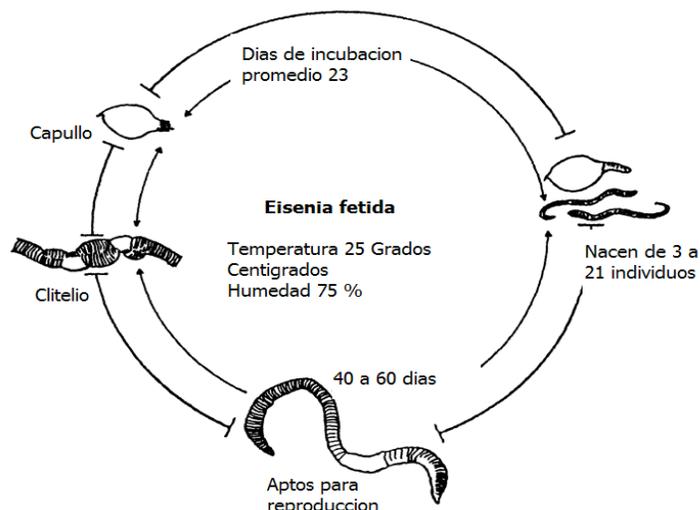
concentraciones de materia orgánica; *viii*) excretan el 60% de lo que consumen en forma de lombricompost (el excremento es el abono natural); *ix*) a las lombrices no les gusta la luz, es por eso, que siempre deben estar en condiciones de poca luz; *x*) su aparato respiratorio es primitivo. “*Respiran*” a través de su piel. No tienen pulmones, por eso es necesario tener un porcentaje de humedad adecuado, entre 70 y 80 %; *xi*) los sistemas, nervioso, circulatorio y excretor; están repartidos en los diferentes anillos; *xii*) son ciegas, tienen cerebro, músculos e intestino, cinco (5) corazones y seis (6) pares de riñones.

3.5.1 Reproducción

La estructura morfológica de la lombriz está constituida por una cadena formada de anillos, destacándose un anillo más grande, el cual contiene los órganos reproductivos, denominado clitelo. La lombriz es hermafrodita, es decir, que, en un mismo individuo, se encuentran ambos sexos; sin embargo, para la reproducción se requiere de dos individuos. La fertilización es cruzada, se realiza por la unión de los clitelos de dos lombrices, donde se realiza la cópula, cada 7-10 días. Los dos individuos quedan fecundados y producen huevos, llamados cocones, o capullos. Los huevos tienen forma de limón y apariencia amarilla transparente al inicio, siendo más café a medida que progresa el desarrollo de la lombriz. (UAESP, 2014) (Figura 3).

Figura 3

Ciclo de vida de la Lombriz Roja Californiana



Fuente: Ciclo de Vida de la Lombriz Roja Californiana. (2013)

Los capullos son visibles a simple vista (Figura 3). Cada capullo, contiene de 2 a 12 lombrices que emergen a los 21 días de ser depositadas. La lombriz recién eclosionada, mide 1mm de longitud. Los individuos juveniles inician el periodo reproductivo a los 3-4 meses, cuando pasan a ser adultos y están sexualmente maduros (Figura 3). Para este momento, alcanzan un tamaño alrededor de 3 cm. Finalmente, a los siete (7) meses, alcanzan su peso y tamaño final de 1 g y 7-8 cm de largo. Las lombrices de tierra viven en promedio de acuerdo con FAO (2013), diez (10) años.

3.5.2 Requerimientos para el lombricompostaje

La velocidad de transformación de los residuos orgánicos, así como el desarrollo normal de las etapas del proceso de degradación, requieren garantizar las condiciones necesarias y el control de algunos parámetros específicos, tal como se relacionan en la Tabla 1.

Tabla 1. *Parámetros a tener en cuenta en lombricultura.*

| Parámetro | Rango |
|---------------------|---|
| Temperatura | De 10 a 25°C, teniendo cuidado de que no descienda por debajo de los 7°C y no supere los 35°C (Román <i>et al.</i> , 2013). |
| Humedad | Entre 70 y 80%, humedades inferiores pueden dificultar el movimiento de las lombrices en el lombricultivo y puede provocar la muerte debido a la dificultad para obtener oxígeno del agua; humedades superiores pueden ahogar a las lombrices debido a que ellas respiran por la piel, además de la posible atracción de vectores (moscas). |
| pH | Entre 6.5 y 7.5; valores de pH por debajo de 4.5 y por encima de 8.5, pueden causar la muerte del lombricultivo. Es importante verificar el pH del alimento antes de suministrarlo a la lombriz |
| Luminosidad | Las lombrices son fotosensibles, por lo tanto, se debe mantener el lombricultivo protegido de los rayos directos del sol, ya que condiciones de exposición directa al sol, puede matar a la lombriz. |
| Salinidad | Debe estar por debajo del 0.5% (Edwards <i>et al.</i> , 2011). Es importante conocer el origen del alimento del lombricultivo debido a que los residuos pueden contener altos contenidos de sal que pueden afectar el desarrollo de las lombrices |
| Contenido de amonio | Se recomienda que se mantenga por debajo de 0.5 mg/g (García y Solano, 2005). Una dieta rica en nitrógeno puede causar "gozzo acido", también síndrome proteico, enfermedad que puede matar a las lombrices. |

Fuente: Adaptado de ADEX (2002). Guía de Lombricultura, de la Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital de Rioja.

3.5.3 Alimentación de la lombriz

La lombriz roja californiana requiere de altas concentraciones de materia orgánica para alimentarse, pueden consumir prácticamente todos los tipos de materia orgánica, pudiendo ser ésta, de origen orgánico vegetal, animal o mixto, fresco o en diferentes estados de descomposición (UAESP, 2018). La lombriz puede llegar a ingerir diariamente su propio peso en alimento; es decir, 1 kilogramo de lombrices puede consumir 1 kilogramo de residuos cada día (Román *et al.*, 2013).

Dentro de los alimentos que se pueden depositar en el lombricultivo, se encuentran el estiércol (preferiblemente de bovinos), papeles sin tinta (o con tintas ecológicas), cartón sin pintura, frutas, vegetales, cáscara de huevo, poda o corte de pasto, pulpa de café, granos, cereales, residuos de cosecha, paja, etc.

3.5.4 Lixiviados

La definición legal para Colombia de lixiviado es: *"...Sustancia líquida, de color amarillo y naturaleza ácida que supura la basura o residuo orgánico, como uno de los productos derivados de su Sustancia líquida, como uno de los productos derivados de su descomposición."* (Colombia, 2008, p. 1). En este caso, los lixiviados, constituyen el sobrante proveniente de la labor de riego en las camas de Lombricultura. Este puede ser utilizado como biofertilizante, ya que posee una gran cantidad de microorganismos benéficos. Durante el proceso de Lombricultura, se recomienda para una mayor efectividad, que sea reutilizado varias veces este líquido sobrante (lixiviado) para el riego de las camas, hasta obtener una textura un poco espesa y de coloración oscura; es decir, hasta que alcance su estado de maduración óptima para ser utilizado finalmente como fertilizante.

3.6 Etapas para la elaboración de la Lombricomposta

La documentación técnica para el proceso de construcción y adecuación de la infraestructura para el lombricultivo, debe ser específicamente en lugares de fácil acceso para las operaciones de riego, distribución de comida y volteo del lombricompuesto.

En este contexto, Prado (2013), en el Manual de Lombricompostaje de pulpa de café para los cafeticultores de la región Otomítepehua de Hidalgo- México, junto con ADEX (2002), en la guía de lombricultura de la Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior Municipio Capital

de La Rioja, establecen entre otras cuestiones, las características óptimas para el proceso de construcción de un lombricultivo como se detalla a continuación.

3.6.1 Características de la materia prima o sustrato. Inicialmente para la elaboración de la lombricomposta, se permite únicamente el uso de desechos de origen vegetal preferiblemente desechos de frutas y verduras en crudo, cáscaras y tallos (cáscara o trozos de melón, Sandía, papaya, manzana, plátano, hojas de elote, lechuga, tallos de cilantro, perejil, tomate, chile. Se deben evitar los residuos vegetales con características cítricas, el tamaño de los residuos no debe superar los 2cm. Es recomendable, sin embargo, acompañar la camada de residuos con estiércol (La gallinaza no es recomendada) (ver Figura 4).

La literatura menciona algunas materias primas recomendadas como sustrato, a saber: papel triturado, hojas de árbol, pasto, paja, aserrín, tierra y cartón (Figura 4).



Figura 4. Características del sustrato. **Fuente:** Prado (2013).

3.6.2 Preparación del sustrato

Inicialmente, el sustrato seleccionado se prepara primero agrupando los materiales y permitiéndole fermentar por un tiempo aproximado de dos (2) meses. Posteriormente, se procede a darle vuelta cada seis (6) meses con el objetivo de facilitar el proceso de descomposición de los materiales. Cuando se obtiene una temperatura entre 18-25°C y una textura suave, ésta puede ser utilizada como sustrato y ser consumida por las lombrices (ver Figura 4).

El sustrato preparado, se pasa a los módulos con lombrices, donde se establecen los respectivos controles de temperatura y humedad. En la medida que las lombrices lo requieran, se deberá suministrar el alimento. Sin embargo, no se puede dejar de lado, los factores climáticos y la temperatura-son factores cruciales.

3.6.3 El sustrato

Se entiende por sustrato, el material inerte que tiene como finalidad, el proveer a las lombrices, un medio donde puedan moverse libremente, alimentarse y reproducirse. Para ello, los parámetros como temperatura, humedad y acidez, juegan un papel preponderante dentro del proceso, los cuales se detallan a continuación

- **La temperatura** debe estar siempre entre 18-25°C. Una excesiva acumulación de calor, se evita con la aireación de los materiales, lo cual, además, permite la oxigenación de la mezcla (Figura 5).
- En relación a **la humedad**, resulta ser una condición importante, puesto que la lombriz respira por la piel y si la humedad supera el 70 o el 80%, se ahoga. Unido a ello, el ambiente húmedo es necesario

para prevenir la deshidratación de la lombriz y favorecer el desplazamiento en el sustrato; una humedad excesiva causa olores desagradables (Figura 5).

- En cuanto a **la acidez** del sustrato, las lombrices son el mejor indicador. Por ejemplo, para identificar este aspecto, se sumergen las lombrices en el sustrato, si transcurrida una hora las lombrices no salen, significa que les gusta la acidez; si, por el contrario, la acidez no es la mejor, saldrán inmediatamente a la superficie (Figura 5).
- Otra de las características para mantener un buen sustrato es la **aireación**. De este modo, al realizar la aireación de las camas, revolviendo cuidadosamente el contenido con una pala, por lo menos una vez por semana o cada dos semanas, se garantiza la sostenibilidad y permanencia del lombricultivo (Figura 5).



Figura 5. Acondicionamiento del sustrato. **Fuente:** Prado (2013).

Los materiales que serán agregados a las camas de lombricompostaje incluyen la reducción del tamaño de las partículas del sustrato, el

monitoreo de la humedad, el mezclado, y la inoculación con microorganismos (estos proporcionados por algún tipo de estiércol) y la cría de lombrices. Con el objetivo de incrementar la velocidad de descomposición de los residuos, se debe realizar una reducción del tamaño de partículas. Entre menor sea el tamaño de la partícula, mayor área superficial estará disponible para la ingesta por parte de las lombrices.

Generalmente, se opta por realizar una prueba de supervivencia de las lombrices, consiste en llenar una bandeja con el sustrato para ser compostado, añadiendo 20 lombrices. Pasado un tiempo si las lombrices permanecen en el recipiente significa que la materia orgánica se encuentra en condiciones adecuadas para la alimentación de las lombrices. Es recomendable el inocular las camas o lechos con el sustrato ya compostado, junto con las lombrices.

3.7 Características estructurales de las camas

- **Suelo.** Es recomendable usar pisos de cemento en el interior de las camas para aislar el cultivo del suelo, de este modo, evitar el ataque de posibles plagas. Es recomendable tener una pendiente entre 2 y 5% para evitar la inundación de las camas cuando se haga el riego (Figura 6).
- **Camas o lechos.** Constituyen el espacio en el que se realiza el proceso de Lombricultura. Se puede fabricar de esterilla, guadua o ladrillo y se estima que debe contar con 1 m de ancho, la longitud se puede adaptar a la disponibilidad del terreno. Si se construyen con ladrillo deben estar

unidos con cemento. Generalmente, se emplean módulos de 2 a 3 metros de largo. La altura de la cama más usual es de 40 cm y el espacio óptimo entre estas se estima entre 5 y 50cm. Se pueden emplear ladrillos de 10X20X40 cm (Figuras 6, 7).



Figura 6. Características estructurales de las camas. **Fuente:** Sánchez (2010).

- Pisos: En el interior de las camas, se recomienda tener piso de cemento, tela plástica, esterilla o algún material que aisle el cultivo del suelo de tal forma que se eviten plagas que puedan afectar el cultivo. Es recomendable emplear un piso con pendiente entre 2 y 5%, lo que permite reducir los riesgos de inundación de la cama.
- Techos: Se recomienda colocar techo para aislar el cultivo de la lluvia directa y contar con sombra que mejora las condiciones de trabajo de la lombriz.
- Cerramiento: Es conveniente cerrar la caseta con polisombra o malla para evitar la entrada de aves y otros depredadores.

Figura 7. Manejo de las camas. **Fuente:** UAESP (2018).

De acuerdo con la información suministrada en la Figura 7 y proporcionada por UAESP (2018), el manejo de las camas consiste en

principio en alimentar, proporcionar agua y proteger a las lombrices. Una vez que las camas están inoculadas con lombrices, pasará un tiempo de 7 a 15 días para que las lombrices consuman el sustrato dependiendo de la cantidad de alimento y densidad de población. Cuando el sustrato está consumido, se observarán gránulos pequeños, siendo esta la característica principal de que el lecho no tiene comida, teniendo la necesidad de agregar más sustrato. El alimento preparado, se coloca a lo largo de las camas (parte media longitudinal de las camas) (UAESP. 2018).

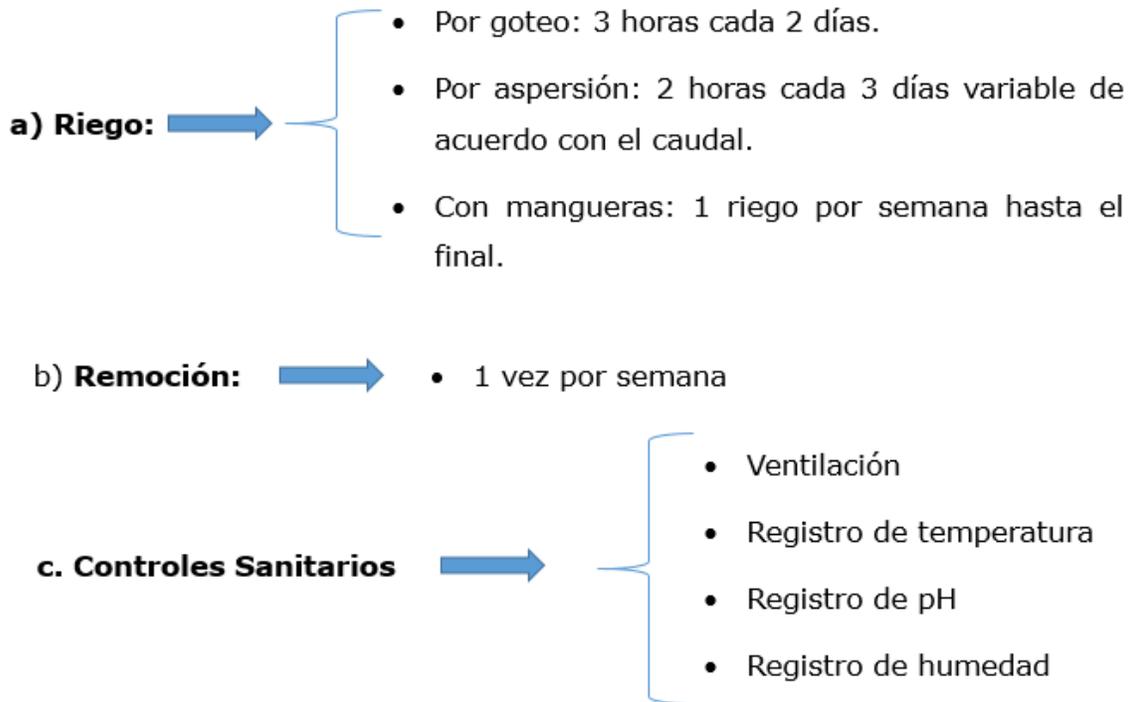
- **Parte superior.** Se recomienda techar a una altura entre 2.5 y 3 m para evitar la lluvia y los rayos directos del sol. Se recomienda cercar el área para evitar la entrada de gallinas, ranas o sapos, pájaros, mirlos. La medida de control más eficaz, es el cubrimiento del lecho con ramas o mallas, esto, además, evita la evaporación y mantiene la humedad. Los materiales más utilizados son las láminas, malla de sombra de invernaderos, etc. (Figura 7).



Figura 7. Modelo malla de sombra de invernaderos. **Fuente:** Guancho (2015).

3.8 Trabajos periódicos

Los aspectos más importantes que deben tenerse en cuenta durante el compostaje. Estos son: aireación periódica de la pila y riego frecuente para lograr una humedad constante del 65 al 70%.



Extracción del lombricompost

ADEX (2002), señala que para el proceso de extracción de lombricompost, se debe en primer lugar, reducir la humedad; ésta debe estar cercana al 30%. Una vez se ha cosechado el lombricompost, es necesario pasarlo por un tamiz o zaranda cuyo tamaño de orificio no sea mayor a 1 cm. El material fino será el producto final, apto para su uso o comercialización. El material grueso puede ser llevado al lombricultivo de nuevo. El contenido de humedad del lombricompost no debe ser inferior al 30% para garantizar su calidad microbiológica, pues a contenidos más bajos se reduce la supervivencia de los microorganismos benéficos y se vuelve

difícil su rehidratación. A contenidos más altos, se dificulta su manipulación.

Debe disponerse en empaques que permitan el intercambio gaseoso del lombricompost, sin que se vea favorecida su deshidratación. Debe almacenarse en lugares secos, ventilados, al resguardo del sol, la lluvia y vectores, preferiblemente sobre estibas, para que no quede en contacto directo con el suelo y evitar que igualmente, quede en contacto con paredes o muros, esto con el fin de favorecer la ventilación de los sacos de lombricompost.

3.9 El Humus

Se denomina humus de lombriz al producto generado a partir del proceso de lombricompostaje, éste, está constituido por la excreta de la lombriz y su composición y calidad está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz, por lo tanto, un manejo adecuado de los residuos para formular una mezcla bien balanceada producirá una lombricomposta de excelente calidad. Mientras más variado sea el origen de la compostera, mayor valor nutritivo tendrá.

4. Beneficios de la lombricomposta

El lombricompost se considera un abono 100% natural, enriquecido con nutrientes benéficos para el suelo entre los cuales se encuentra el Nitrógeno (N), Potasio (K), Fosforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), entre otros. Se caracteriza por sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales se relacionan a continuación.

Propiedades físicas:

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

Propiedades químicas:

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

Propiedades biológicas:

- Es fuente de energía, la cual incentiva la actividad microbiana.
- Al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH, y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana.

4.1 Características de fallas del lombricompostaje

Las fallas en el lombricompostaje son evidentes notarlas; inicialmente no hay presencia de la actividad por parte de la lombriz, los materiales están

sin procesar, se aumenta excesivamente la temperatura y se presenta una disminución de la concentración de oxígeno.

5. Conclusiones

El proceso de lombricultura de acuerdo a sus condiciones básicas, se establece como una alternativa ecológicamente sustentable en cuanto al manejo de residuos orgánicos de manera fraccionada en sectores residenciales y pequeñas comunidades. Constituye una técnica sencilla, sin embargo; es importante realizar una capacitación adecuada acorde a las especificaciones mínimas para garantizar la sostenibilidad del lombricompost. Por otro lado, se requiere de baja inversión y provee una alta rentabilidad.

Este proceso requiere de una alta capacidad de empoderamiento por parte de las comunidades a impactar, teniendo en cuenta el proceso de clasificación y separación de residuos en la fuente y la asesoría técnica para el proceso operativo del lombricompostaje; para lo cual, están definidas las condiciones óptimas para el funcionamiento. Entre las cuales se tiene el sustrato alimenticio, la humedad, temperatura, el pH, entre otros.

El resultado esperado de la técnica de lombricultura es desarrollar un modelo de sostenibilidad por parte de las comunidades en el manejo de los residuos orgánicos e incluso, hacer de esta práctica, una fuente de ingreso económico o aportar nutrientes para el mejoramiento de sus cultivos y/o jardines en las zonas urbanas; por lo cual, se genera un impacto positivo que contribuye a la preservación de ambientes sanos a través de la disminución directa de los Gases de Efecto invernadero- GEI, generados por la descomposición de materia orgánica en los sitios de

disposición final, además de aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios.

BIBLIOGRAFÍA

ADEX-Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. (2002). Guía de Lombricultura. Lombricultura: una alternativa de producción para emprendedores y productores de agro. Eduardo Díaz (Ed.). La Rioja, España. 57p. <https://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>

Arguello, H., (1991). La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y micro climáticos. Agronomía Colombiana, 8 (2), 384-388.

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21129/22095>

Beltrán, M. Conradi, B. Y Gutiérrez, J. (2011) Características de los anélidos clitelados y sus diferencias con los poliquetos. [Figura]. Recuperado de <http://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/10D.html>

Colombia. (2008). Ley 1259 de 2008. Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.

http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1259_2008.html

CONPES-Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2016). Documento CONPES 3874. Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos. Departamento Nacional de Planeación-DNP (Eds.). Bogotá, D.C., 73p.

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>

Ciclo de Vida de la Lombriz Roja Californiana. (2013). [Blog]. Recuperado de: <http://lombriz-californiana.blogspot.com/>

Duran, L. y Henríquez, C. (2009). Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense*, 33(2), 275-281.

<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6726/6414>

Ferruzi, C. (1986). *Manual de lombricultura*. Mundi-Prensa (Eds.). Madrid, España. 138 p.

González, R.G., Nieto, G.A., Murillo, A.B., Ramírez, S.R., Villavicencio, F.E., Hernández, M.JD., Aguilar, M.X. y Guerrero, M. ZE. (2012). *Guía técnica para la producción de lombricomposta*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Eds.). La Paz, Baja California Sur, México. 127 p.

Guanche, G.A. (2015). *Las lombrices y la agricultura*. Información Técnica. Agro Cabildo. Cabildo de Tenerife (Eds.). Tenerife, España. 20p.

<http://lapalmaorganica.com/wp-content/uploads/2015/06/ManualVermicompostaje.pdf>

Jaramillo, M. (2005). *Primer simposio sobre biofábricas: Biología y aplicaciones de la célula cultivada*. Medellín, Colombia. 37p.

Jaramillo, Henao. G. y Zapata, M.L.M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia* (Tesis de especialización). Universidad de Antioquia-UDEA (Eds.). Medellín, Colombia. 116p.

<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

MinAmbiente-Ministerio de Ambiente. (1998). *Política para la Gestión Integral de Residuos*. Bogotá, D.C. 42p.

https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Políticas_de_la_Dirección/Pol%C3%ADtica_para_la_gestión_integral_de_1.pdf

Prado, G.J. (2013). *Manual de Lombricompostaje de pulpa de café para los cafecultores de la región Otomítepehua de Hidalgo- México*. INDESOL- Instituto Nacional para el Desarrollo Social; Innova y Renueva, Asociación para el Desarrollo, AC (Eds.). México, D.F.18p.

<http://148.245.1.83/cedoc/pdf/III.%20Desarrollo%20Social/Lombricultura%20y%20Abonos/Manual%20de%20lombricompostaje.pdf>

Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (Eds.). Oficina Regional

para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 112p.
<http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

Sánchez, A. (2010). Lombricultura. La lombricultura es la cultura de trabajar con la lombriz roja californiana sp. *Eisenia foetida*.
<http://arysena2008.blogspot.com/>

UAESP- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (2014). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Alcaldía mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Hábitat; Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (Eds.). 85p. http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf

UAESP- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. (2018). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. Alcaldía mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Hábitat; Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá (Eds.). <http://www.uaesp.gov.co/transparencia/informacion-interes/publicacion/estudios/guia-tecnica-aprovechamiento-residuos>

CONTRACARATULA