



Compostaje y lombricultivo

Libro interactivo

Yezid Gallego Oviedo

iCartesiLibri

Compostaje y lombricultivo

Yezid Gallego Oviedo
Institución Universitaria Pascual Bravo



Fondo Editorial RED Descartes



Córdoba (España)
2022

Título de la obra:
Compostaje y lombricultivo

Autor:
Yezid Gallego Oviedo

Revisión y edición:
Juan Guillermo Rivera Berrío

Código JavaScript para el libro: [Joel Espinosa Longi](#), [IMATE](#), UNAM.
Recursos interactivos: [DescartesJS](#)
Fuentes: [Lato](#) y [UbuntuMono](#)
Núcleo del libro interactivo: septiembre 2023

Red Educativa Digital Descartes
Córdoba (España)
descartes@proyectodescartes.org
<https://proyectodescartes.org>

Proyecto iCartesiLibri
<https://proyectodescartes.org/iCartesiLibri/index.htm>
<https://prometeo.matem.unam.mx/recursos/VariosNiveles/iCartesiLibri/>

ISBN: 978-84-18834-38-7



Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons 4.0 internacional: Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Tabla de contenido

Prefacio	5
1. El compostaje	9
1.1 ¿Qué es el compostaje?	10
1.2 Historia del compostaje	11
1.3 Objetivos de realizar el compostaje	14
1.4 Materia orgánica del suelo	18
1.5 Variables en los procesos de compostaje	23
1.5.1 Temperatura	24
1.5.2 Humedad	27
1.5.3 Aireación	29
1.5.4 Relación carbono-nitrógeno	30
1.6 Aspectos a tener en cuenta para realizar un proyecto de elaboración de Compost	32
2. El lombricultivo	39
2.1 Introducción	40
2.2 Breve Reseña histórica	42
2.3 Bondades del lombricultivo	44
2.4 Propiedades y funciones de los componentes principales del humus de lombriz	49
2.5 Otros beneficios del lombricompost	56
2.6 Anatomía de la lombriz de tierra	57
2.7 Sugerencias para el montaje de un lombricultivo	58
2.8 Generalidades de la lombriz roja californiana	59
2.9 Sistemas de producción	66

2.9.1 Sistema de lombricultivo abierto	70
2.9.2 Sistema de lombricultivo en pila- estilo cuña	71
2.9.3 Sistema de lombricultivo en contenedores	71
2.9.4 Sistema de lombricultivo en Reactores discontinuos	72
2.10 Otros productos derivados de la lombricultura	80
2.10.1 Algunas propiedades del lixiviado del humus de lombriz roja [5]:	81
2.10.2 Harina de lombriz	82
2.10.3 Carne de lombriz	84
2.12 Otros tipos de abonos orgánicos"	94
2.12.1 BOCASHI	94
2.12.2 BIOL	98
Referencias bibliográficas	105
Créditos imagenes	109

Prefacio

El cambio es la ley de la vida. Si sólo vemos el pasado y el presente, no veremos el futuro

John F. Kennedy

Para los productores en el campo la sostenibilidad y el incremento de la productividad de los cultivos, es la prioridad. Coincide con la nueva concepción de una agricultura agroecológica, que se fundamenta en contar con buenos suelos, "suelos fértiles", y la necesidad de aportar a la solución de grandes retos, entre otros:

- Disminuir las afectaciones del cambio climático debido a los altos niveles de contaminación ambiental.
- Mejorar los ingresos de los productores reduciendo los costos de producción mediante la sustitución de los productos agroquímicos por bioinsumos.
- Aumentar la producción de alimentos orgánicos, sin que se afecte su consumo por sobreprecio en comparación con los alimentos producto de la agricultura tradicional.
- Cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-. Principalmente, los ODS orientados al logro de seguridad y soberanía alimentaria y nutricional.
- Promover y facilitar en las zonas rurales del país, un adecuado "empalme generacional" que disminuya la migración de los jóvenes del campo a las ciudades en busca de oportunidades de estudio y trabajo.

Los anteriores retos, se pueden superar dentro del concepto de "Producción más limpia", cultura enfocada en la disminución de las emisiones de gases contaminantes, por el reciclaje de residuos orgánicos y por la demanda en aumento de alimentos sanos, libres de residuos químicos, que la agricultura convencional no proporciona.

El presente texto, es una propuesta para incentivar la aplicación de bio-insumos que pueden ser utilizados como abonos orgánicos, bio-plaguicidas, bio-estimulantes naturales y mejoradores del suelo, en reemplazo de los agroquímicos generados en la llamada "Revolución Verde", que priorizó el uso de fertilizantes de síntesis química como los NPK (Nitrógeno, Fósforo, Potasio).

En los postulados de esta nueva cultura de "producción más limpia", que contribuya más efectivamente a la protección del medio ambiente, se enfatiza el cuidado de los suelos para lograr mayor productividad de los cultivos. La "fertilidad del suelo" se basa en la disponibilidad de nutrientes y su aprovechamiento por parte de la planta. Este aprovechamiento se da gracias a la interacción dinámica entre los minerales y los microorganismos presentes en el suelo, permitiendo la fijación y transformación de los nutrientes en quelatos, compuestos solubles (nitratos, fosfatos, sulfatos, cloruros, boratos, molibdatos, entre otros) que pueden ser asimilados más eficientemente por las plantas.

Por todo lo anterior, la producción de abonos orgánicos y en especial el humus de lombriz, previo compostaje de residuos orgánicos, se convierte en una opción viable ambiental y económica; es amigable con el medio ambiente, genera las condiciones físico-químicas y biológicas para que los suelos sean más fértiles; lo cual produce cultivos más sanos, más productivos y más rentables.

En resumen, la lombricultura (con lombrices rojas californianas) es una explotación comercialmente sostenible, dada la longevidad, prolificidad, convivencia, cantidad y calidad del humus producido; además la variedad y rentabilidad de los subproductos, anima con una baja inversión económica, la creación de nuevas unidades productivas, por consiguiente nuevos frentes de trabajo y empleo, vinculando talento humano local (calificado o no), generando un nuevo ambiente de convivencia y productividad en las regiones.

Quien no sabe para dónde va, es porque ya llegó y
ahí se quedó



Capítulo I

El compostaje

1.1 ¿Qué es el compostaje?

Proviene de la raíz latina **composta** que quiere decir **compuesto** o **poner junto**: juntar varios materiales vegetales entre los cuales se desencadenan procesos de fermentación y descomposición aeróbica y anaeróbica natural, que libera nutrientes benéficos para el suelo, el resultado final es un material que sirve como abono para mejorar la fertilidad de los suelos. Se simula el proceso natural que ocurre cuando se acumulan las ramas y hojas que caen de los árboles, bajo ciertas condiciones de humedad.

El compost es un abono orgánico de alta calidad y bajo costo, que aporta al suelo los nutrientes **solubles** para ser absorbidos por las plantas, es el producto de la acción de los microorganismos que descompone y degrada la materia orgánica, en un proceso aerobio (presencia de oxígeno) regulado por adecuados niveles de aireación y humedad; los cuales determinan la **temperatura** (según la etapa del proceso),

el **pH**, la **ausencia de malos olores**, la **calidad** del compost y el **tiempo** de duración del proceso.

El compostaje es el **reciclaje de la naturaleza**. Es lo que **ocurre en los ecosistemas naturalmente**, en un ciclo cerrado y dinámico que se auto-regula; es el proceso en el cual los residuos orgánicos son degradados biológicamente y luego transformados, primero, en sustancias orgánicas, en lo que conocemos como **humus**, y luego en sustancias minerales (disueltos en **sales inorgánicas**), sustancias que las plantas toman directamente del suelo, para su nutrición y ciclos vitales de crecimiento y reproducción.



1.2 Historia del compostaje

La elaboración de compost a partir de residuos orgánicos es una práctica tradicional desde hace muchos años; los chinos han recogido los materiales de desecho (podas) de los jardines de sus casas y de sus campos, mezclándolos con los excrementos de sus animales de pastoreo para hacer compost y aplicarlos en sus explotaciones agrícolas; en las ciudades más antiguas del mundo, como Damasco, Babilonia, Jerusalén,

Tiro, Beirut, entre otras, disponían lugares especiales para la recolección de las basuras, con algunos residuos hacían compost y los otros los incineraban.



En Colombia de forma artesanal, algunos agricultores aprovechan los residuos de cosecha para transformarlos en abono orgánico, que proporciona al suelo los nutrientes suficientes para todo tipo de cultivo, a menores costos y sin contaminar; no es una práctica generalizada, a pesar de sus bondades, dado que debe planear con anticipación la producción del abono y su aplicación. Es imperativo retomar esta cultura de “producir orgánicamente” para contribuir a preservar el medio ambiente y lograr mayor productividad.

En Europa debido a la gran cantidad de basura que se acumulaba en las ciudades, se inició en el año 1925, el proceso de descomponerlas a gran escala, empleando el método Indú-Indore; nombre dado en honor al investigador Inglés Sir Albert Howard por sus estudios realizados en la India, (Indore por el nombre de la granja experimental), experimentos consistentes en mezclar restos vegetales con estiércol de los animales en pastoreo y/o estabulación [6].

Después de la Primera Guerra Mundial para superar las hambrunas de la posguerra y dados los buenos resultados “inmediatos” se populariza la utilización en la agricultura de abonos de síntesis química; no obstante, en los últimos años se ha puesto de manifiesto que los abonos de síntesis química “empobrecen” la tierra a mediano y largo plazo.

La primera planta de compost para tratamiento de las basuras urbanas se construyó en el año 1932 en Hanmer, ciudad holandesa; a principios de los años 60, había en Europa 37 plantas, a inicios de los años 70 ya había 230 plantas, especialmente en España, en las provincias de Levante y Andalucía [6].

Sin embargo, a partir de mediados de los años setenta la evolución se estancó y se cerraron numerosas plantas; debido básicamente a la deficiente calidad del compost producido, pues, no se hacía separación correcta de los residuos sólidos, en la fuente de origen; además se agrega, la falta de interés de los agricultores en utilizarlos, por la aparente efectividad “inicial” de los productos de síntesis química.



En la actualidad, (año 2018) según el Ministerio de Medio Ambiente, las plantas de compost existentes en España son 24, que tratan 1.770.061 Tm y el compost producido es de 365.239 Toneladas/año, con lo cual el rendimiento compost/RSU es de 21,98%. (RSU - Residuos sólidos urbanos) [\[6\]](#).

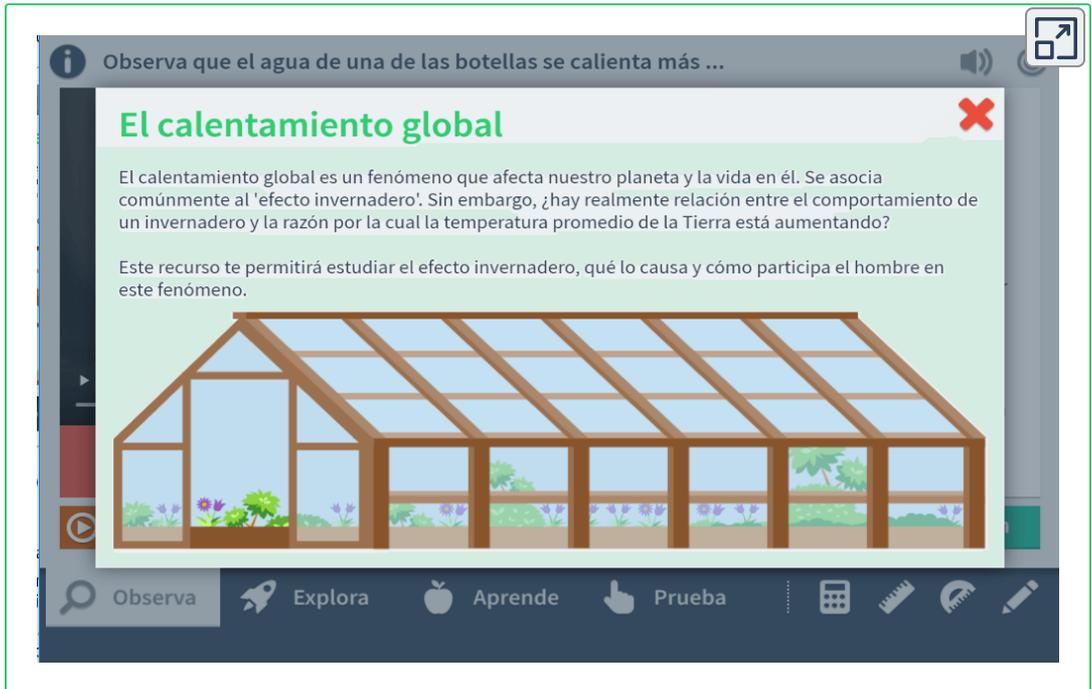
Con el compost se enriquecen los suelos de los jardines, las huertas o los cultivos de pan-coger y, al mismo tiempo, se preserva el medio ambiente. El suelo se nutre por mayores cantidades de microorganismos benéficos y minerales; así se reproduce el ciclo de degradación y descomposición de los elementos vegetales que tiene lugar en la naturaleza. “Defenderemos más efectivamente el medio ambiente si aprovechamos al menos el 30% de las materias orgánicas que contienen los residuos sólidos urbanos o basuras domésticas”.

Estos desechos orgánicos se transforman en humus (sustancia de color marrón) que aportan los nutrientes en estado coloidal de alta solubilidad para las plantas; se considera un suelo fértil cuando tiene las condiciones de porosidad, humedad y pH que potencian la disponibilidad de los nutrientes básicos en las proporciones ideales, para las plantas acorde a su estado de desarrollo.

Con la elaboración de compost a partir de los residuos orgánicos se evita que se consideren como basura, se reducen sus volúmenes y por ende, se disminuyen los costos por traslados a los sitios de disposición final; o que se quemem, disminuyendo la generación de gases contaminantes, una de las causas principales del cambio climático.



La atmósfera de la Tierra ha cambiado mucho, pues la proporción de gases que la componen ha variado mucho. Si quieres saber más de cómo el efecto invernadero ha contribuido al cambio climático, explora la siguiente unidad interactiva de Universidad Nacional Autónoma de México:



Observa que el agua de una de las botellas se calienta más ...

El calentamiento global

El calentamiento global es un fenómeno que afecta nuestro planeta y la vida en él. Se asocia comúnmente al 'efecto invernadero'. Sin embargo, ¿hay realmente relación entre el comportamiento de un invernadero y la razón por la cual la temperatura promedio de la Tierra está aumentando?

Este recurso te permitirá estudiar el efecto invernadero, qué lo causa y cómo participa el hombre en este fenómeno.

Observa Explora Aprende Prueba

1.3 Objetivos de realizar el compostaje

- ✔ Aprovechar al máximo los residuos orgánicos para disminuir su traslado a los rellenos sanitarios.
- ✔ Destruir los microorganismos patógenos que causan enfermedades a plantas, animales y humanos.
- ✔ Desactivar la capacidad germinativa de las semillas de malezas o plantas indeseables.

- ✔ Transformar los residuos orgánicos en abono orgánico, que mejoran la calidad de los suelos, pues, se incrementa la actividad de los microorganismos que “solubilizan” los nutrientes para las plantas, en sustitución de productos de síntesis química y a menores costos..

El compostaje y el lombricultivo son actividades zotécnicas y biotecnológicas, mediante las cuales se aprovechan los residuos orgánicos como sustrato (alimento) de las lombrices para producir el mejor **ABONO ORGÁNICO** para las plantas

Ventajas de hacer y usar el compostaje

- ① Se hace con desperdicios de cocina y residuos de cosecha, por lo que es más económico su proceso.
- ① Contribuye a la preservación del entorno ambiental al utilizar los residuos orgánicos.
- ① Disminuye la utilización de fertilizantes de síntesis química que a mediano y largo plazo satura los suelos y contamina las aguas.
- ① El compostaje es el mejor complemento (sustrato) para el lombricultivo.





Videos

A continuación, puedes ampliar más tu conocimiento con dos videos.

El primer video es del canal Novamont, que muestra como mantener el ciclo del carbono y enriquecer el suelo. El segundo, del canal vealiatv de Navarra (España), muestra la gestión y aprovechamiento local de residuos orgánicos, desde una perspectiva circular y social, es una oportunidad para el desarrollo económico, social y ambiental del medio rural, y para alcanzar los nuevos objetivos legislativos de la Economía Circular sobre biorresiduos.

Para ver uno de los dos videos, debes hacer clic en el botón correspondiente.



Haz clic en la esquina superior derecha para ampliar la escena



1.4 Materia orgánica del suelo

Está constituida por distintos tipos de residuos orgánicos (de origen vegetal o animal) que se descomponen por la acción de los micro-organismos, en condiciones adecuadas de pH, aireación y humedad, y luego, son incorporados al suelo; por ello, previamente se deben conocer las características edafológicas de los suelos a utilizar y como mejorarlos, mediante el empleo de los productos de compostaje y lombricultivo.

Identificar la calidad de la materia orgánica de los suelos a cultivar, es uno de los factores más importantes para determinar su productividad, conjuntamente con las características propias de las especies a cultivar; si bien en las regiones tropicales, donde las temperaturas elevadas y la alta humedad, aceleran los procesos, en las zonas templadas también se puede mejorar la calidad de los suelos, en un proceso un poco más lento.

El equilibrio dinámico de sus componentes le da vida al suelo, porque sirve de alimento a todos los organismos que viven en él, particularmente a los microorganismos que realizan el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, en beneficio de la calidad de los suelos.

Con buenos suelos se obtienen buenas cosechas; un buen suelo debe tener los nutrientes “disponibles” para el crecimiento de las plantas, y una estructura que facilite su desarrollo radicular; esta estructura debe tener suficiente porosidad (aire y humedad) para que las raíces de las plantas absorban los nutrientes; además, se deben evitar encharcamientos que pudren las raíces, se logra mediante adecuados sistemas de drenaje. Se considera un “buen suelo”, un suelo fértil, cuando contiene los 17 elementos esenciales para el desarrollo de las plantas.





Figura 1.1. Dinámica del proceso de degradación en el compostaje

En comparación con los abonos químicos, el abono orgánico no resuelve inmediatamente una deficiencia nutricional específica y necesita un mayor tiempo de preparación del suelo y de asimilación de los nutrientes. Pero, por otro lado, mejoran a largo plazo el contenido de los nutrientes y la estructura del suelo, estabilizan el pH y fomentan un círculo natural de fijación, descomposición y liberación de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos ([7], pág. 4).



Fuentes de materia orgánica

- ✓ Residuos de la actividad de producción pecuaria: estiércoles, orines y plumas.
- ✓ Residuos de la actividad agrícola: restos de cultivos, residuos postcosecha, podas de árboles y arbustos, malezas, etc.
- ✓ Residuos de la actividad forestal: aserrín, hojas y ramas
- ✓ Residuos de la actividad agroindustrial: pulpa de café, bagazo de la caña de azúcar, cascarilla de arroz, de maíz, del procesamiento de papa y frutas.
- ✓ Residuos de la actividad cotidiana en las zonas urbanas: basura doméstica, restos de comida, tanto casera, como de restaurantes. Incluye cáscaras de huevo, ojalá trituradas.
- ✓ Abonos orgánicos preparados: Compost, estiércoles tratados, humus de lombriz, abonos verdes, etc.

Residuos que deben ser separados previamente en la fuente; retirando desechables de un solo uso, bolsas plásticas, colillas de cigarrillos, pañales desechables, toallas higiénicas, vidrios, objetos metálicos y residuos tóxicos y/o peligrosos.

Descomposición de la Materia orgánica a partir de residuos orgánicos

Humificación: Producto de la integración de los procesos físicos, químicos y biológicos que descomponen los residuos orgánicos.

Humus: Producto de la descomposición de los residuos orgánicos. Compuesto de tipo coloidal que contiene los nutrientes (quelatos ligno-protéicos y minerales) solubles para ser absorbidos por las plantas, en equilibrio dinámico de sus componentes (proporciones ideales) para una mayor productividad.

Mineralización: Es la transformación del humus en compuestos solubles (iones nitratos, sulfatos y fosfatos), ácidos húmicos y fúlvicos asimilables por las plantas.



Figura 1.2. Contenedores de residuos por color

Haz clic en la siguiente imagen, para abrir un juego de clasificación de residuos.

Nivel 1
Marcador
0/5
Arrastra y suelta el elemento de desecho en el contenedor correcto

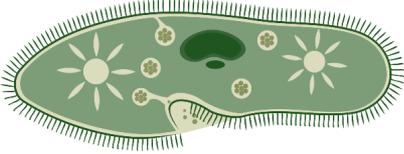
Orgánico	Plástico	Ordinario no reciclable	Residuos electrónicos	Biológico

¿Por qué implementar el compostaje?

El compost ayuda a mejorar las propiedades del suelo: **Propiedades físicas** (agregación, porosidad, retención de humedad), **Propiedades químicas** (pH, materia orgánica, nutrientes, solubilidad) y **Propiedades biológicas** (interacción con los microorganismos y los nutrientes), lo cual genera:

- ◉ Incremento de la **Capacidad de Intercambio Catiónico CIC**. Un mayor contenido de materia orgánica facilita la retención de nutrientes, reduce la lixiviación o pérdida de éstos e incrementa la absorción de los minerales presentes.
- ◉ **Un mayor contenido de materia orgánica** mejora la estructura edáfica del suelo y la formación de agregados, que incrementan la aireación (mayor volumen de oxígeno) y la capacidad de regular los niveles de humedad.
- ◉ **Convierte residuos** que pueden ser contaminantes en abono orgánico.



- ⦿ **Aporte de microorganismos benéficos** para las plantas, que degradan y descomponen la materia orgánica, actúan como fijadores del nitrógeno, solubilizan los nutrientes y antagonizan con otros microorganismos patógenos. 
- ⦿ **Abono orgánico** que **mejora, enmienda y genera** las condiciones físico-químicas y biológicas, para que los nutrientes presentes en el suelo, sean **más solubles y más digestibles** para ser absorbidos por las plantas. 
- ⦿ **Aporte al suelo de los macro y micronutrientes** en las cantidades y proporciones que requieren las plantas, según su variedad.

1.5 Variables en los procesos de compostaje

El tiempo y la calidad del compost dependen del adecuado manejo de dos tipos de variables, de control y las referidas a la **naturaleza de los residuos orgánicos**:

- ✓ **Variables de control:**
 - ✔ Variaciones de la temperatura,
 - ✔ Variaciones en el porcentaje de humedad,
 - ✔ Variaciones en el pH y
 - ✔ Variaciones en los niveles de aireación
- ✓ **Variables referidas a las características de los residuos orgánicos:**
 - ✔ El tamaño de las partículas (entre más pequeñas, más efectiva será la acción de descomposición de los microorganismos).
 - ✔ Las relaciones entre los elementos básicos: Carbono-**C**, Nitrógeno-**N** y Fósforo-**P**, con los demás **macro y micronutrientes**, las cuales determinan la riqueza nutricional (**calidad**) del compost.

1.5.1 Temperatura

Uno de los parámetros importantes en el proceso de compostaje es la temperatura, en la [página 16](#) presentamos dos videos, en el primero se destaca este parámetro, observa una animación generada desde ese video:

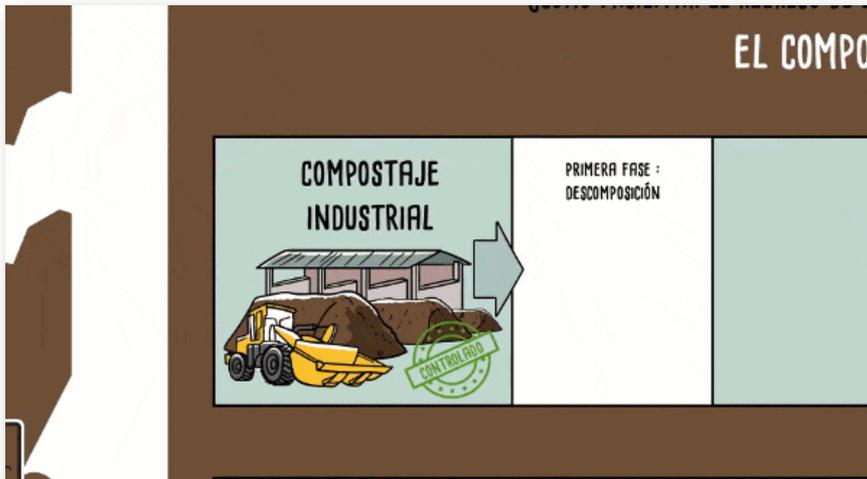


Figura 1.3. Fases del compostaje en las que la temperatura interviene

La temperatura es un parámetro básico de control para lograr un compostaje de calidad, su adecuada regulación **activa o detiene** la actividad microbiológica de los microorganismos benéficos; el calor generado en las pilas de compostaje se genera por la respiración de los microorganismos. Además, sus variaciones determinan las **cuatro fases** de descomposición de los residuos orgánicos.

Con el aumento de la temperatura se eliminan microorganismos patógenos y se inactivan las semillas no deseables presentes en los residuos; a temperaturas más altas se incrementa la velocidad de descomposición, en especial de la corteza o cáscaras de los residuos vegetales.

La temperatura no debe superar los $70^{\circ}C$, cuando esto ocurre, la materia orgánica se mineraliza, se pierden nutrientes y se alteran otros parámetros (humedad y pH); por ello, en los casos que no se aumente la temperatura se debe voltear la pila y/o agregar más residuos orgánicos; y si se eleva demasiado se debe regar y voltearla; para un mejor control se debe llevar registros periódicos de las variaciones de la temperatura.

En las pilas largas de compost la toma de la temperatura se hace en el centro de la pila con un **termómetro de sonda**, otra opción es introducir una varilla metálica delgada, si el **calor es tolerable** (de 15° a $40^{\circ}C$.), se infiere que la pila está en la **fase mesófila** (fase 1 de calentamiento o fase 3 de enfriamiento); si el **calor** que se percibe es **intolerable**, puede que la pila se encuentre en la fase termófila.

Fases de la descomposición de los residuos orgánicos en el proceso de compostaje

Descomposición mesófila, de calentamiento: Al inicio del proceso de compostaje, con un adecuado porcentaje de humedad, la temperatura en la pila comienza a aumentar hasta los 40° ; durante esta fase aparecen dos grupos de bacterias bacillus y thermus, que **degradan los azúcares y los aminoácidos**. Simultáneamente el pH baja, se torna ácido.

Descomposición termófila: Entre los 40° y 60° las bacterias mesófilas se agrupan formando endosporas para protegerse del calor, aparecen otras cepas de bacterias termófilas y hongos que descomponen las partes más difíciles de la materia orgánica (celulosas, hemicelulosas y ligninas); en esta fase también mueren los microorganismos patógenos que no soportan estos aumentos de temperatura. El calor generado en el proceso de descomposición disminuye el % de humedad y el pH asciende entre 8 y 9 (se torna básico).

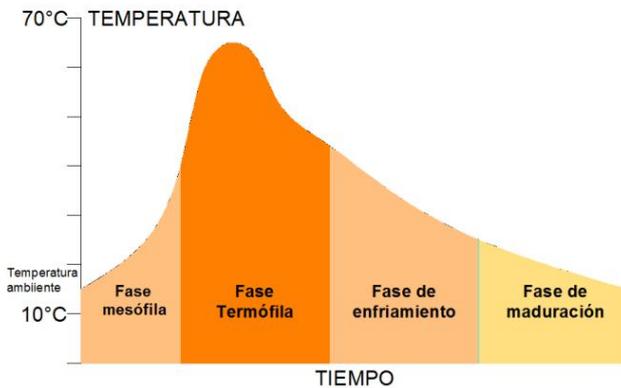
Descomposición mesófila de enfriamiento: Cuando se reducen los residuos ricos en carbón y nitrógeno, los microorganismos disminuyen su actividad, por lo tanto, la temperatura también desciende, cuando esto ocurre las bacterias mesófilas que estaban en forma de endosporas reactivan su trabajo de degradación; en esta etapa el pH desciende cercano al pH neutro.

Maduración: En esta etapa el compost se enfría, se torna de color café oscuro y tiene un olor muy agradable (a bosque húmedo). El material se ha descompuesto tanto que ya no lo hará más.

Tabla 1.1. Temperatura necesaria para la eliminación de algunos patógenos

Micro-organismos	Temperatura	Tiempo de exposición
Salmonella spp	55° C	1 hora
	65° C	15-20 minutos
Escherichia coli	55° C	1 hora
	65° C	15-20 minutos
Brucella abortus	55° C	1 hora
	62° C	3 minutos
Parvovirus bovino	55° C	1 hora
Huevos de Ascaris lumbricoides	55° C	3 días

FASES DEL COMPOSTAJE Jones and Martin, 2003. Citado por [2], pág. 33.



1.5.2 Humedad

Entre el 45 y el 60% es el rango ideal de humedad en el compost, para lograr mayor eficiencia de los microorganismos presentes, en sus funciones metabólicas en el proceso de degradación de los residuos orgánicos.

La “prueba del puño” es utilizada comúnmente para verificar de forma **cuantitativa** el porcentaje de humedad en una pila de compost, “si éste es normal, se puede formar una bola con el material sin que se fragmente o se desmorone”. Si está muy húmedo, chorrea; se debe agregar material seco (aserrín, hojarasca, residuos de cocina y de podas), y si por el contrario la mezcla está seca, se puede agregar residuos crudos de cocina o regar con agua. Para mayor exactitud se emplean los higrómetros, sensores de humedad de alta precisión.

Haz clic en la siguiente imagen, para que aprecies mejor la prueba del puño:



PRUEBA DEL PUÑO: HUMEDAD DEL SUSTRATO

El riego debe realizarse preferentemente por aspersión, nunca a chorro, para lograr que el agua llegue a la totalidad de la pila y evitar que se formen puntos muertos, pues, en estos sitios, el material no se degradará; el agua para riego debe ser preferiblemente agua lluvia, debido a que el agua potable tiene altos contenidos de cloro que pueden afectar a los microorganismos, (en este caso se debe dejar reposar el agua en tanques).



El riego del compost con el lixiviado recogido de la pila, dada la alta carga microbiana que contiene, acelera el proceso de descomposición en la fase mesófila del proceso de compostaje; pero, cuando se aumenta la temperatura y se alcanza la fase termofílica, se debe suspender su aplicación, para evitar contaminación por la posible presencia de algunos microorganismos patógenos presentes en el lixiviado.



A continuación, puedes observar la explicación que nos da Gustavo Adolfo Igua Eraso, sobre el proceso de compostaje:



Haz clic en la esquina superior derecha para ampliar la escena

Existen en el mercado diferentes sensores para controlar el parámetro de humedad, como los higrómetros, sensores de humedad en suelos etc., sin embargo, la prueba de puño es una prueba válida para verificar cualitativamente la humedad.



Figura 1.4. Higrómetro. Instrumento que se utiliza para medir el grado de humedad del aire o de otros gases

1.5.3 Aireación

Es uno de los parámetros más importantes en el control de la calidad del compost; el suministro continuo y uniforme del oxígeno mediante el volteo de la mezcla de residuos, potencia los procesos metabólicos de los microorganismos, lo que se traduce en un buen proceso de degradación de la materia orgánica.

En las pilas de compost el nivel de oxígeno debe estar entre el 5% y 10%; en rangos menores se generan problemas de descomposición, pérdidas de Nitrógeno y se retrasa el siguiente proceso de maduración, por ende, se obtiene un compost de menor calidad.

Igualmente, al subir la temperatura de la pila, se incrementa el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos, esta situación se puede controlar con volteos de la pila más continuos, lo cual a su vez regula los niveles de humedad.

1.5.4 Relación carbono-nitrógeno

Es la proporción que se presenta entre las unidades de carbono y las de nitrógeno en una pila de residuos orgánicos, relación que puede variar según el tipo de residuos orgánicos que se agreguen a la pila de compost, y a los ajustes del caso, de las variables de seguimiento (pH, temperatura, humedad y aireación; son tolerables y no afecta la calidad del compost rangos entre 15 y 50 unidades de Carbono por 1 de Nitrógeno; la proporción ideal es de 25 a 30/1 (25-30 Carbonos por cada Nitrógeno), en estos rangos se optimiza la actividad de los microorganismos en el proceso de descomposición de los residuos orgánicos, por ende, mejora la calidad del producto y se reduce el tiempo.

Importancia del carbono: En la nueva concepción mundial de una Producción Más Limpia, se considera a la agricultura como un factor clave para contribuir a la protección del medio ambiente y es desde el manejo de los suelos, que se puede aportar significativamente a este logro, realizando acciones que mejoren su calidad, sin afectar el equilibrio dinámico entre sus componentes.

El Carbono es el elemento de mayor proporción en la naturaleza, primero en los océanos y segundo en los suelos. Es necesario **estimular la fijación del carbono al suelo**, por parte de los microorganismos, mediante la respiración.

Importancia del nitrógeno: Es el componente de las proteínas y está relacionado con la reproducción de los microorganismos en el compostaje, a mayor cantidad de microorganismos, más rápido es el proceso de degradación.





Video

El suministro de Nitrógeno puede tener problemas, veamos:



Normas de seguridad

- ✓ Disponer de un botiquín de primeros auxilios, con los elementos básicos; vendas, gasas, toallas de papel, guantes de látex, desinfectantes, alcohol, bajalenguas y tablillas para inmovilización. Incluya los números telefónicos de emergencia, Policía, Bomberos y servicios de salud y transporte.
- ✓ Organizar, mantener limpias y/o afiladas las herramientas (carretillas, azadones, tijeras de poda, palas, rastrillos).
- ✓ Mantener suficiente agua potable.
- ✓ Usar guantes de protección y mascarilla para la manipulación de los ingredientes, en especial de los estiércoles.
- ✓ Usar ropa adecuada de trabajo, botas altas y antideslizantes. Si trabaja en espacios abiertos usar sombrero o cachucha y proteger cuellos y brazos.



1.6 Aspectos a tener en cuenta para realizar un proyecto de elaboración de Compost

Al inicio de un proyecto de elaboración de compost se deben considerar los siguientes detalles:

- 🎯 Cantidad y calidad de los residuos orgánicos disponibles.
- 🎯 Disponibilidad de espacio, para depositar los residuos orgánicos, revolver el compost y acumular el producto terminado.

- ⦿ Disponibilidad de tiempo para realizar oportunamente las actividades del proceso.
- ⦿ Llevar los registros de los controles técnicos del proceso de compostaje.

1.7 Sistemas para la elaboración del Compost

Dependiendo de la cantidad y disponibilidad de los residuos, se consideran básicamente dos sistemas: **Sistemas cerrados** (se realiza en recipientes y espacios cubiertos) y **Sistemas abiertos** (a campo abierto y en el suelo). En ambos casos se deben tener en cuenta los aspectos antes citados.

Sistemas Cerrados (Compostadores) a pequeña escala. Las técnicas de compostaje en contenedores se utilizan para el compostaje doméstico, por su manejo se puede controlar la acumulación de agua por lluvia, facilita la extracción del lixiviado, controla el ingreso de roedores y aves; la calidad del producto y la duración del proceso, dependen del control de los parámetros técnicos.



Figura 1.5. Composteras en sistemas cerrados

Los residuos se depositan por capas sucesivas (entre 10 y 20 centímetros, dependiendo del recipiente), primero, una capa de hojas y ramas, luego una capa de restos de comida, cáscaras de verduras y/o frutas; si dispone de estiércol de animales de pastoreo, agrega una capa y la cubre con tierra normal u otra capa de restos de jardín; se riega con agua limpia y se voltea al menos una vez por semana. Facilita el proceso el corte de los residuos en trozos pequeños.

Sistemas Abiertos- Pilas o en montón. Se recomienda para volúmenes superiores a un (1) metro cúbico; el manejo de la pila depende del espacio disponible, el grado de tecnificación y personal para atender el proceso; hay mucha variedad de estilos en la formación de las pilas, según la cantidad de residuos a compostar.

Nutrientes del compostaje

Además del **Oxígeno-O**, **Hidrógeno-H** y **Carbono-C** en un compost de buena calidad se encuentran 14 nutrientes minerales

que se clasifican en:
macronutrientes primarios:
Nitrógeno-N, **Fósforo-P**,
Potasio-K.

macronutrientes primarios:
Calcio-Ca, **Magnesio-Mg** y
Azufre-S.

micronutrientes esenciales:
Boro-B, **Cloro-Cl**, **Cobre-Cu**,
Hierro-Fe, **Manganeso-Mn**,
Niquel-Ni, **Molibdeno-Mo**, y
Zinc-Zn.

micronutrientes no esenciales:
Sodio-Na, **Silicio-Si**, **Cobalto-Co**,
Selenio-Se y **Aluminio-Al**.



Problemas más comunes en el proceso de compostaje y sus alternativas de solución

1. El compost NO se calienta:

La falta de oxígeno reduce la actividad de los microorganismos aeróbicos. Se debe revolver (hacia arriba y abajo y voltear de un lado al otro).

2. **Exceso de humedad:** Agregar material seco y revolver. Hacer la prueba del puño.

3. **Composta muy seca:** Agregar agua y revolver. Hacer la prueba del puño.

4. **Malos olores:** Revolver con mayor periodicidad para evitar procesos de compactación y así controlar el equilibrio de las bacterias anaeróbicas (responsables del mal olor) con las bacterias aeróbicas, y controlar la humedad, agregando material seco.

5. **Control de insectos, roedores y aves:** Cubrir lateralmente y por encima las pilas.

6. **Producción de CO_2** en el proceso de compostaje, es de bajo impacto; dada su fijación en el suelo. Es una de las razones de compostar los residuos orgánicos, pues, se contribuye a disminuir sus emisiones contaminantes en el aire.



7. Si el compost se emplea en los cultivos sin cumplir las cuatro fases, puede presentar problemas de **toxicidad** (el Nitrógeno presente se encuentra como amonio, en lugar de nitrito que es lo ideal. Además, se presenta inestabilidad en los ácidos orgánicos (carboxílicos y sulfónicos) que son tóxicos para las plantas.

Diviértete un poco, resolviendo el siguiente puzzle. Puedes buscar imágenes desde Flickr o usar las que están guardadas en local. Si lo deseas, puedes ampliar el puzzle haciendo clic en el botón de la esquina superior derecha.

Haz clic sobre las piezas del puzzle, hasta armar la imagen
Las imágenes de Flickr demoran unos segundos más en cargar



Imágenes desde Flickr

Compost Residuos

Abono Orgánico

Humedad Carbono

Otra imagen local

Para terminar este capítulo, revisa tus conocimientos jugando a ¿quién quiere ser millonario?



¡Haz clic para iniciar!





Capítulo II

El lombricultivo

2.1 Introducción

El lombricultivo o vermicultivo es una actividad zootécnica y de biotecnología, que utiliza las lombrices "**como máquinas**" para transformar el compost en **humus de lombriz**; es el mejor abono orgánico, con un mayor contenido nutricional y de mayor absorción por las plantas que el compost; además se obtienen otros sub-productos, como harina de carne de lombriz, aceites esenciales y pie de cría para la ampliación de la explotación y/o la alimentación de los animales de pastoreo. Según estudios realizados por la ingeniería agrícola colombiana, las lombrices (tipo roja californiana), "son máquinas muy rentables" pueden llegar cada una a multiplicarse hasta 516 veces en 14 años de vida, en promedio [\[5\]](#).

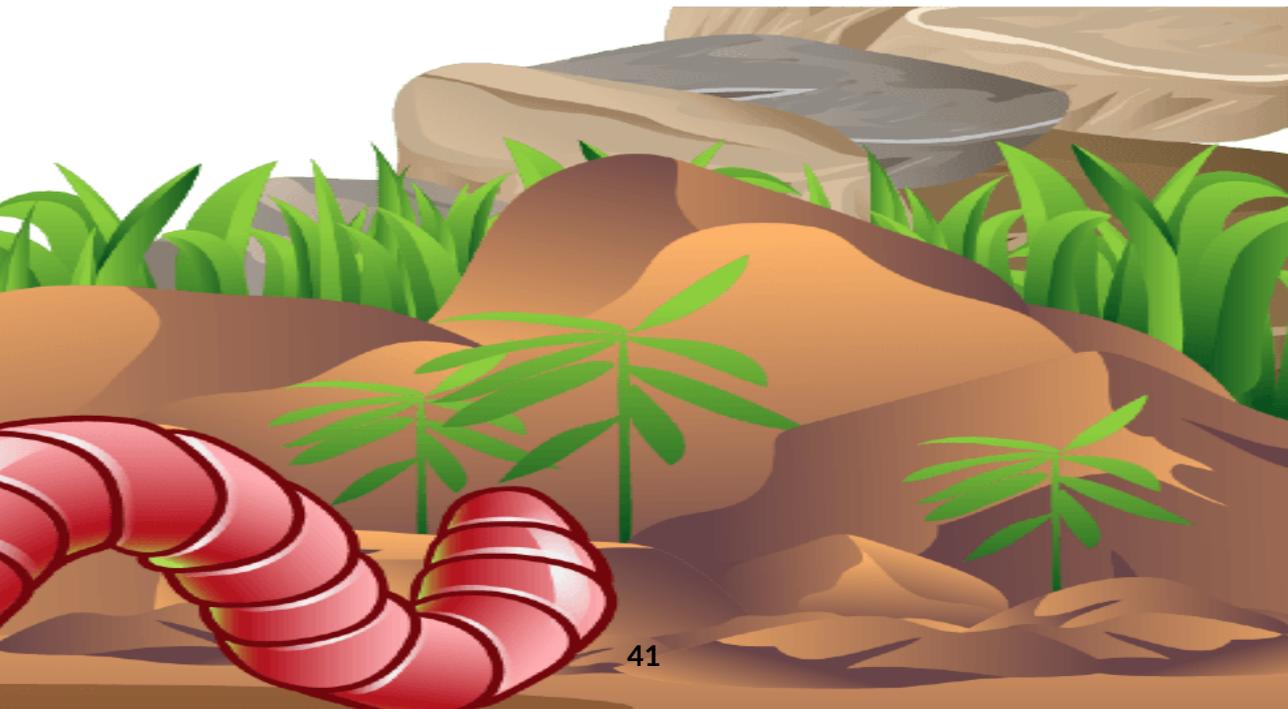
Es un proceso **complementario al compostaje**, mediante el cual los microorganismos presentes en el material compostado "facilitan" el trabajo de las lombrices para producir un abono de excelente, calidad, que fertiliza los suelos y es ciento por ciento **libre de patógenos**.



El humus es la **caca de la lombriz**, es el abono orgánico más económico y de mayor utilidad para los suelos y las plantas; en su proceso digestivo produce 5 veces más el Nitrógeno que consume, 7 más en el Fósforo, 5 más en el Potasio y 2 más en el Calcio. De ahí la importancia de la **calidad del compost** que se le da como alimento [\[5\]](#).

Charles Darwin

La lombriz es el paradigma entre la vida y la muerte, come productos en descomposición y los transforma en productos para la generación de vida



2.2 Breve Reseña histórica

El uso de las lombrices para mejorar la fertilidad de los suelos se conoce desde los Sumerios (3.000 A.deC.), quienes al dejar ser un pueblo nómada, las incluían en sus prácticas agrícolas, luego en el antiguo egipcio, donde se les llegó a considerar entre sus “deidades”; En la antigua Grecia (384-322 A.deC.), Aristóteles resaltaba la importancia de las lombrices para la fertilidad de los suelos, en su obra “Historia animalium” las llamó los “intestinos de la tierra”. Carlos Linneo (1773) en su obra de clasificación de los seres vivos “Sistema Natural” consideró a las lombrices como una especie y resaltó su importancia para mejorar los cultivos.

Esta publicación de Carlos Linneo influyó significativamente en la afición de Carlos Darwin por las lombrices, quien en sus escritos siempre mencionó su importancia, tanto que lo destacó en su última publicación en 1881, “Producción de tierra vegetal por medio de lombrices”.

este libro fue un verdadero best Sellers, por su lenguaje sencillo y comprensible para todos, incluso para granjeros y jardineros; aún se considera como la “biblia” para la producción de lombrices [1].

Las investigaciones iniciadas por Charles Darwin son continuadas por George Sheffield quien, demuestra las bondades del uso de las lombrices para mejorar los suelos y obtener mejores cultivos, lo publica en su libro “Nuestra amiga la lombriz” (1900)*5. En el año 1973, la Universidad Agrícola de California seleccionó la especie Eisenia Foétida, por los mejores resultados demostrados por su longevidad, prolificidad y capacidad de digerir residuos orgánicos.

Como dato curioso en los Estados Unidos de Norteamérica, el Señor Hugg Carter (hermano del



expresidente Jimmy Carter) en el año 1958, publicó un libro en el cual registra su inicio en el cultivo de la lombriz roja californiana en un ataúd, hasta llegar a registrar ventas anuales en toda la nación por 60 millones de dólares ([8], pág. 2).



En el siguiente video, puedes apreciar, con más detalle, un lombricultivo:



2.3 Bondades del lombricultivo

Las tendencias de la **actual** "revolución verde" y los postulados de la "Economía Circular Azul" en los cuales la prioridad es "proteger los suelos" como principio agroecológico de mantener un equilibrio dinámico en el ecosistema global, chocan con el tradicional empleo de **insumos** agroquímicos: fertilizantes, fungicidas, plaguicidas y aditivos).

Si bien, estos insumos de síntesis química (por lo general importados y de alto costo), inicialmente, hacen que las cosechas sean más rápidas y más productivas, pero, su uso intensivo, año a año, hace que los suelos pierdan cada vez más sus propiedades biológicas, hasta llegar a altos niveles de degradación; lo cual, implica mayores costos por las necesidades de mayores aplicaciones y los costos (no cuantificados en detalle) por mayores niveles de contaminación.

Consejo

*En la nueva **cultura** de la AGRICULTURA ORGÁNICA se debe cambiar **YA** el uso de productos de síntesis química por productos de origen orgánico (abonos y bioinsumos).*

La producción del humus de lombriz tiene una **orientación ecológica**: contribuye a reducir la contaminación ambiental por el **reciclaje** de los residuos orgánicos compostados (estiércoles de animales de pastoreo, residuos agro-industriales, cáscaras y sobras de comida en los restaurantes y hogares); tiene un **enfoque biotecnológico**: por las interacciones de los microorganismos que ocurre en el proceso digestivo de las lombrices con los elementos en descomposición; además, tiene un efecto **socioeconómico** para los productores, por la



rentabilidad de la explotación y por la generación de nuevas fuentes de empleo, de talento humano calificado (investigación e innovaciones tecnológicas) y también no calificado (labores rutinarias).

La lombriz digiere (transforma) en su tracto digestivo la materia orgánica compostada y la convierte en HUMUS; producto de color negrozco, con alto contenido de microorganismos benéficos que protegen a las raíces de las plantas de bacterias patógenas; igualmente, neutralizan la acción de sustancias contaminantes como insecticidas y herbicidas de síntesis química. Contiene altos niveles de ácidos húmicos-fúlvicos, enzimas y pseudo-hormonas como el ácido indol acético, auxinas, citoquininas y ácido giberélico, que en conjunto, estimulan el crecimiento y el desarrollo de las funciones vitales de las plantas.



El humus de lombriz es el mejor fertilizante orgánico del mundo, mejora las condiciones físico-químicas del suelo, facilita la agregación y cohesión de los elementos presentes, aumenta la retención de agua y el intercambio gaseoso, que lo protege de la erosión; regula el incremento y la reactividad de los nitritos del suelo, lo cual facilita la concentración y posterior liberación de los nutrientes requeridos por las plantas en forma de iones.

Otras propiedades del humus de lombriz por interacción benéfica con los demás elementos del suelo, son entre otras, su acción



residual, que se mantiene en el suelo hasta por cinco años, corrige las deficiencias de hierro, que se manifiesta principalmente por la alteración en el color verde de las hojas de las plantas y no presenta problemas de toxicidad; además, mantiene su pH neutro y en condiciones óptimas de humedad (cercasas al 70%).

Varios estudios han encontrado que las lombrices biodegradan de manera efectiva químicos orgánicos e inorgánicos así como metales pesados, pesticidas organoclorados e hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAH) hidrosolubles residuales de la fertilización agroquímica, causantes de la contaminación de las aguas de escurrentía. Además, por su movimiento en círculos, mueve grandes cantidades de tierra, facilitando la oxigenación del suelo, lo cual, incrementa la reproducción de los microorganismos, que le dan “vida” al suelo.

Beneficios para la planta: El humus de lombriz en condiciones normales de humedad se debe aplicar durante la preparación de los suelos para la siembra. El lixiviado de humus de lombriz es el mejor fertilizante para los almácigos, produce un aumento del porte de las plantas; aporta los nutrientes macro y micro y oligoelementos que necesita la plantula, además su alta población microbiana protege a

MUS

los cultivos de patógenos, lo cual los hace más resistente a enfermedades.

El humus de lombriz contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol de bovino [\[9\]](#).

Infórmate

*El fósforo presente en el humus es asimilable por las plantas; en los estiércoles **no**.*



Parámetro	Tierra común	Compost tradicional	Humus de lombriz
Humedad	28.63%	31.39%	43%
pH	6.5 - 7	6.5 - 7.5	6.8 - 7.2
Nitrógeno	0.75%	1.24%	1.78%
Fósforo	0.07%	0.24%	3%
Potasio	0.21%	1.21%	0.47%
Calcio*	0.01	0.57	0.52
Magnesio*	0.04	0.07	0.11
Hierro*	20.7	16.03	12.14
Cobre*	206	250	213
Manganeso*	806	600	356
Zinc*	169	263	244
* Partes por millón			

Tabla 2.1. . Comparativo de la composición del humus de lombriz (sólido), el compost tradicional y tierra común [\[10\]](#).



2.4 Propiedades y funciones de los componentes principales del humus de lombriz

Nitrógeno - N

Se absorbe como Nitrato (NO_3^-) y Amonio (NH_4^+)

Componente básico del ARN y ADN. Básico para el desarrollo de las proteínas, constituyente de la clorofila ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) que permite la fotosíntesis, da el color verde a las plantas, activa su rápido crecimiento y aumenta la producción de hojas.

Es el motor de crecimiento de las plantas. Mejora la calidad nutritiva de las hortalizas. En el suelo se encuentra en forma orgánica y mineral, esta última esencial para que pueda ser absorbido por las plantas. Sin embargo, las cantidades disponibles en el suelo no son suficientes para suplir las necesidades de las plantas cultivadas; por esta razón, cuando se trata de abonos, se hace referencia al % de nitrógeno presente y su solubilidad.

Fósforo - P

Se absorbe como fosfatos: (HPO_4^-) y ($H_2PO_4^-$).

Fundamental en la división celular. Aporta energía durante la fotosíntesis y el transporte de carbohidratos. Facilita la formación rápida y el crecimiento de las raíces. Estimula la formación de los frutos.

Su carencia se manifiesta por retraso en la floración y baja producción de frutos y semillas. Un exceso puede provocar incremento en la fijación de elementos como el zinc en el suelo.

Potasio - K

Se absorbe como: K^+

Cuantitativa y cualitativamente es el más importante nutriente en la producción vegetal. Interviene activamente en el proceso de división celular regulando las disponibilidades de azúcares. Interviene en los procesos de absorción de Ca, N y Na. Incrementa la resistencia contra las enfermedades. Contribuye a la producción de proteínas. Se encarga del transporte de azúcares desde las hojas al fruto.

Su carencia ocasiona bajo rendimiento y poca estabilidad de la planta, mala calidad y alta pérdida del producto cosechado. En exceso bloquea la fijación de magnesio y calcio.

Azufre - S

Se absorbe como: $(SO_4)^{--}$

Indispensable para el proceso de formación de las proteínas. Participa en la síntesis de aminoácidos. Ayuda al crecimiento más vigoroso de la planta, ayuda a mantener el color verde intenso, estimula la producción de semillas. Presente significativamente en **crucíferas** como berros, brócoli y coliflor; **leguminosas** como arvejas, frijol y habas y **liliáceas** como ajo y cebolla.

Sus síntomas carenciales en general no son muy visibles.



Calcio - Ca

Se absorbe como: Ca^{++}

Mantiene la integridad de la membrana y forma parte de la enzima α -amilasa. Muy importante en la regulación del pH. Fortalece las raíces. Regula la absorción de nutrientes.

Su carencia se manifiesta en el raquitismo de las nuevas hojas y frutos, una mala nutrición cálcica es la causa de enfermedades como la necrosis apical del tomate. En exceso producirá deficiencia de Mg o de K .

Magnesio - Mg

Se absorbe como: Mg^{++}

Núcleo central de la molécula de clorofila lugar donde se producen los azúcares que permiten a la planta crecer. Fundamental en la actividad enzimática en el metabolismo de los carbohidratos. Forma parte de la estructura de los ribosomas. Su carencia produce hojas cloróticas y reduce el tamaño de los frutos.

Un exceso de este elemento provoca carencia de calcio.



Zinc - Zn

Se absorbe como: Zn^{++} Componente básico de varios sistemas, acción enzimática que controla la síntesis de los reguladores del crecimiento vegetal como la auxina (ácido indolacético e indolbutírico), necesarios para el crecimiento de células y tejidos. Se absorbe también en forma de moléculas orgánicas complejas.

Su deficiencia produce disminución de la producción de semillas. Su exceso produce deficiencia de hierro.

Hierro - Fe

Se absorbe como: Fe^{+++} y Fe^{++} . Activa procesos bioquímicos: respiración, fotosíntesis y fijación del nitrógeno. Necesario para la formación de la clorofila en las células; los cloroplastos son muy ricos en este elemento; Juega un rol similar al Mg.

Su carencia provoca clorosis y su exceso manchas necróticas en las hojas.

Cobre - Cu

Se absorbe como: Cu^{++} Es un catalizador del metabolismo vegetal y componente de enzimas como la polifenol- oxidasa. El 70% del cobre se concentra en la clorofila.

Su carencia causa daño en las hojas. Su exceso resulta tóxico para las raíces de las plantas induciendo deficiencia de hierro.

Manganeso - Mn

Se absorbe como: Mn^{2+} + Activa la producción de enzimas esenciales en el desarrollo de las plantas. Participa junto con el hierro como catalizador en la síntesis de la clorofila. Aumenta el aprovechamiento del calcio, el magnesio y el fósforo, que, en conjunto, activan la germinación y la maduración de los frutos.

El rango entre suficiencia y toxicidad es muy estrecho.

Boro - B

Se absorbe como: $(BO_3)^{3-}$ — — — $(H_2BO_3)^-$ y $(HBO_3)^{-}$ — — Mejora el rendimiento foliar y mejora la calidad de las frutas, verduras y forrajes. Forma numerosos complejos con los azúcares jugando un rol importante en el transporte de los mismos. Esencial para la buena calidad de las semillas de leguminosas.

El rango entre suficiencia y toxicidad también es muy estrecho.

Molibdeno - Mo

Se absorbe como: $(MoO_4)^{2-}$ — — Hace parte de dos enzimas importantes de la nutrición vegetal: la **nitrogenasa** que permite la fijación del N en el suelo; y la **nitrito- reductasa** necesaria en la reducción de los nitratos a nitritos.

El exceso no afecta a la planta, pero puede provocar problemas a los animales rumiantes que consuman plantas conteniendo 5 ppm o más de Mo.

Cloro - Cl

Se absorbe como: Cl^- – Presente necesariamente en el agua potable, por ello se recomienda dejarla en reposo al menos una hora antes de aplicarse al lombricultivo. Se encuentra en contenidos similares a los elementos mayores (0,2 a 2 %), pero los contenidos suficientes son apenas de 0,03 a 0,12 % (340 a 1200 ppm).

El rango entre suficiencia y toxicidad es muy estrecho.

Los ácidos húmicos y fúlvicos

Son el producto de la descomposición microbiana de la materia orgánica en un medio húmedo y pH neutro, favorece el intercambio catiónico en los suelos, lo cual favorece la absorción de nutrientes por las plantas, al permear las membranas que conforman las raíces y pelos radiculares.

Se encuentran en forma natural en la LEONARDITA, sustancia vegetal humificada, originada por la fosilización de material vegetal; se extrae comercialmente de la cobertura vegetal de las minas de carbón a cielo abierto. La leonardita para ser asimilada por las plantas debe someterse a tratamientos térmicos en medio acuoso. Por síntesis química se puede extraer a partir de una solución alcalina de hidróxido de potasio y/o de hidróxido sódico, con el riesgo de salinizar los suelos [\[11\]](#) (haz clic sobre la imagen).





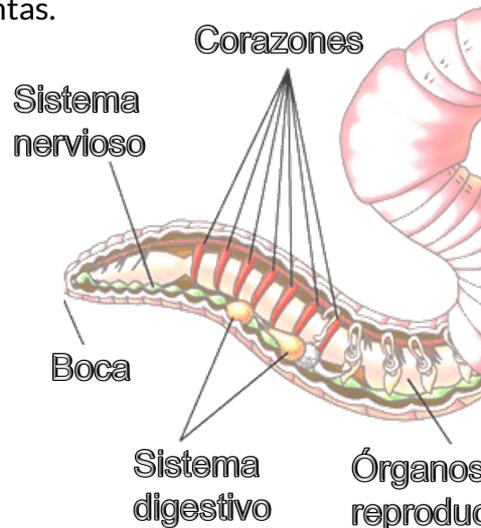
ÁCIDOS HÚMICOS	ÁCIDOS FÚLVICOS
Insolubles en medio ácido	Se mantienen en estado líquido al ser solubles en medio ácido
Mayor peso molecular	Menor peso molecular
Mayor concentración en el humus de lombriz 2.5 a 3 %	Menor concentración en el humus de lombriz 1 a 1.5 %
Miles de cadenas de carbono	Cientos de cadena de carbono
Mayor capacidad de intercambio catiónico	Menor capacidad de intercambio catiónico
Incrementa en mayor porcentaje el contenido de Carbono	Incrementa en menor porcentaje el contenido de Carbono
Mayor capacidad de retención de agua	Menor capacidad de retención de agua
Acción más lenta y duradera sobre la estructura del suelo y de las plantas	Acción más rápida sobre las plantas, pero menos persistente
Color marrón claro	Color marrón oscuro

Tabla 2.2. Acción de los ácidos húmicos y fúlvicos [\[11\]](#)



2.5 Otros beneficios del lombricompost

- ✓ Contiene enzimas y metabolitos que participan en la descomposición de la materia orgánica ([2], p. 72).
- ✓ Aumenta la porosidad de los suelos, esto mejora su aireación, permeabilidad y drenaje.
- ✓ Mejora el intercambio gaseoso en el suelo, activa a los microorganismos del suelo, aumenta la oxidación de la materia orgánica y por ende la entrega de nutrientes en las formas químicas asimiladas por las plantas.
- ✓ El humus por otra parte, presenta un efecto homostático (tampón), pues, regula los cambios de acidez y neutraliza compuestos invasivos peligrosos (bacterias y hongos).
- ✓ Otra característica importante del humus, es su contenido de enzimas y hormonas, promotores del crecimiento vegetal.
- ✓ Mejora el estado biológico del suelo por la gran riqueza de microorganismos benéficos (hasta dos billones de colonias por gramo de muestra).
- ✓ Aumenta la retención de agua: el lombricompost puede retener su propio peso en agua, es decir, un kilogramo de lombricompost puede retener un litro de agua [2].
- ✓ Adiciona al suelo materia orgánica estabilizada.
- ✓ Mejora la eficiencia de las fertilizaciones químicas (en casos extremos) porque ayuda a retener los nutrientes para que éstos no se pierdan a través de lavado o lixiviación.
- ✓ Por su alta carga microbiana promueve la formación de enzimas, pseudohormonas y compuestos quelados (iones de minerales) que facilitan su absorción por parte de las plantas.



Consejo

Tu creatividad, la visión de tu propio "AGRONEGOCIO", tus ganas de emprender, de ser un empresario, de innovar con aplicaciones de ciencia y tecnología, con tus propios recursos y a costos muy bajos, puede hacer REALIDAD tu idea de generar tu propia EMPRESA: una explotación agroindustrial en las dimensiones que tu proyectes.

2.6 Anatomía de la lombriz de tierra

Las lombrices de tierra son invertebrados, lo que significa que no tienen columna vertebral (a diferencia de las serpientes, que tienen una columna).



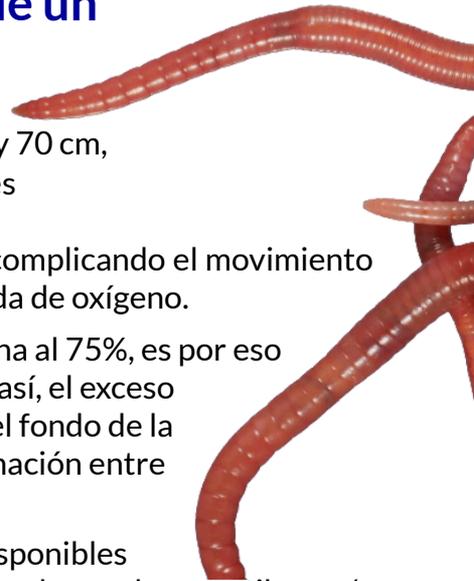
Las lombrices de tierra son anélidos y son miembros de la clase Oligochaeta, porque se arrastran o reptan usando los músculos circulares y longitudinales que se localizan debajo de la epidermis, en cada segmento tienen pelos o cerdas, que le facilitan su deslizamiento; respiran a través de su piel y chupan el alimento por la boca, por ello, el lombricultivo necesita permanecer húmedo.[\[12\]](#).

Otras especies de lombrices cultivable. Comercialmente la especie de lombriz que más se emplea es la *Eisenia foetida*, conocida como **lombriz roja californiana**. Toma este nombre de la ciudad en la cual se sistematizaron las investigaciones que llevaron a seleccionar esta especie por su prolificidad, longevidad y productividad en confinamiento.

Otras especies reconocidas son: *Esenia Andreii*, *Esenia Hortensis*, las lombrices terrestres, las asiáticas y africanas, entre aproximadamente 10.000 especies; en general son menos prolíficas, duran menos tiempo y producen menor cantidad de humus.

2.7 Sugerencias para el montaje de un lombricultivo

- ✔ **Altura:** la altura ideal del módulo es entre 60 y 70 cm, para utilizar dos terceras partes, en realidad es en promedio 50 centímetros, a alturas mayores el material tenderá a compactarse, complicando el movimiento de las lombrices, el volteo y por ende la entrada de oxígeno.
- ✔ **Drenaje:** la humedad debe permanecer cercana al 75%, es por eso que el módulo deberá tener un buen drenaje, así, el exceso de agua puede salir para recoger el lixiviado, el fondo de la cama deberá ser impermeable y con una inclinación entre el 4% y 6%.
- ✔ **Materiales:** se recomienda usar materiales disponibles en el predio; ejemplo los orillos del corte de madera, estibas y/o largueros de madera plástica (de reciclaje).
- ✔ **Dimensiones:** La medida del largo de la cama depende del espacio disponible. El ancho ideal es de 1 metro y el espacio entre camas, mínimo medio metro, para facilitar las tareas de volteo y cosecha. Si la explotación se quiere automatizar, el espacio debe ser mínimo de 1 metro. Siempre se hacen los cálculos de siembra y cosecha por metros cuadrados.



- ✔ **Superficie:** Para conservar la temperatura y para evitar la proliferación de moscas y la entrada de pájaros, debe estar cubierta lateralmente con una polisombra y el techo con plástico para el control de la humedad ([3], pág. 112).

2.8 Generalidades de la lombriz roja californiana

Clasificación zoológica

Reino: Animal	Tipo: Anélido
Clase: Oligoqueto	Orden: Opisthoro
Familia: Lombricid	Género: Eisenia
Especie: Foetida	



Algunas generalidades, son las siguientes:

- ⦿ Las lombrices son fotobólicas, no tienen ojos, en su lugar, tienen unas células fotosensibles, es por eso que siempre deben estar en condiciones de oscuridad.
- ⦿ Son ciegas, tienen cerebro, músculos e intestino, 5 corazones y 6 pares de riñones, su cola es achatada y de color amarillo.
- ⦿ Cuando nacen son de color blanco, cambia a rosado en su primera semana de vida y adultas (entre los 3 o 4 meses) son de color rojo oscuro.
- ⦿ La presencia de clitelo (un anillo más grueso que los otros) indica su madurez sexual.
- ⦿ En su edad adulta en promedio, miden entre 6 y 8 cm de largo, su diámetro entre 3 y 5 mm y pesan aproximadamente 1 gramo.
- ⦿ Requieren para su alimentación de suficiente materia orgánica compostada. Consumen diariamente en alimento su propio peso y excretan en forma de humus entre el 60 y el 65 % de lo que consumen.

- ⊙ Los sistemas, nervioso, circulatorio y excretor están repartidos en los diferentes anillos.
- ⊙ Su aparato respiratorio es rudimentario. “Respiran” a través de su piel. No tienen pulmones, por ello requieren un porcentaje de humedad cercano al 75 %.
- ⊙ Son hermafroditas, para reproducirse deben copular, lo cual ocurre después de su madurez sexual, entre cada 7 y 10 días; para copular giran en sentido opuesto y conectan el aparato genital masculino de una con el aparato genital femenino de la otra, el cual recibe el esperma y lo retiene hasta la fecundación.
- ⊙ Una vez adulta por semana una lombriz pone uno o dos huevos, cada uno con un promedio de 20 lombricillas su periodo de incubación dura entre 12 y 21 días. Cada lombriz puede tener cerca de 1500 lombricillas¹.



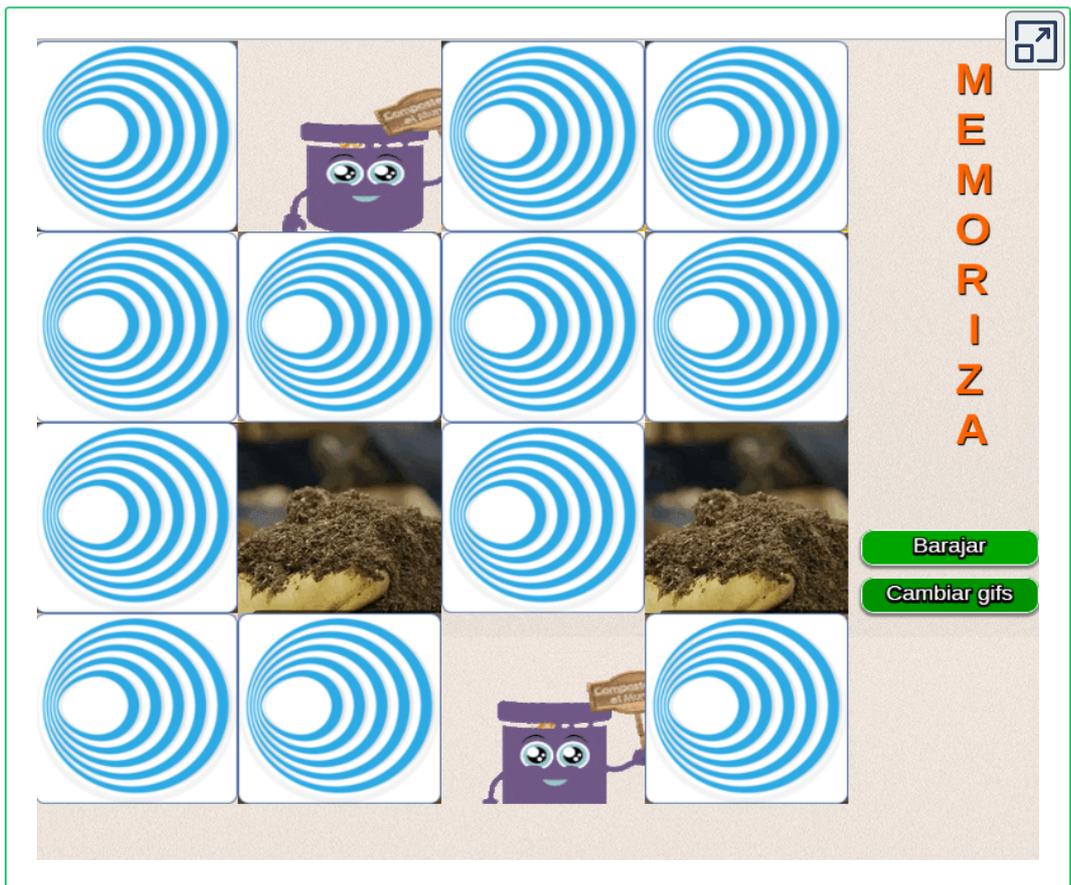
Figura 2.1. Ciclo de la lombriz roja californiana

- ⊙ En condiciones ideales de los residuos sólidos compostados, temperatura, pH, aireación, luz y humedad, la población de lombrices crece en promedio diez veces en un año y llegan a vivir hasta 14 años.
- ⊙ El sistema digestivo de la lombriz produce y excreta varias sustancias orgánicas: pseudo-hormonas, carbohidratos, carbonato de calcio, enzimas, aminoácidos, y entre su flora microbiana contiene microorganismos benéficos que destruyen otros micro-organismos patógenos para las plantas.

¹ También llamadas cápsula, capullos u Ootecas[13].

- Es el único animal en el mundo que no transmite ni padece enfermedades; en caso de ser cortadas por accidente, se regeneran sus tejidos rápidamente. Las lombrices huyen por excesos de humedad y pueden morir en sequías extremas (humedad menor al 55%). También, las afecta alimentos con porcentajes elevados de proteína (generalmente por estiércoles sin compostar), se conoce como el Síndrome “Protéico o Gozzo ácido” que produce inflamaciones en el cuerpo de las lombrices.

Antes de continuar, haz una pausa activa; para ello, encuentra las parejas animadas en el siguiente objeto interactivo. Puedes cambiar las imágenes (no te preocupes si la carga es lenta, pues las imágenes animadas tienen un tamaño mayor).



Ahora, ya relajado con la actividad anterior, puedes medir cómo están tus conocimientos:

A graphic for a quiz. At the top, it says "Comprueba tus conocimientos en 10 preguntas" in a dark blue font. Below this is a horizontal bar with a rainbow gradient. In the center, there is a white box containing a speech bubble icon with a question mark. Below the icon, the text "Responde con la mejor opción." is written in a dark grey font. At the bottom of the white box is a green button with a white play icon and the word "Comenzar" in white text. In the top right corner of the entire graphic, there is a small icon of a square with an arrow pointing outwards.

Comprueba tus conocimientos en 10 preguntas

Responde con la mejor opción.

Comenzar

Función ecológica de la lombriz

Participan en la degradación y mineralización de la materia orgánica del suelo (se les atribuye un 20% del total) reciclando las hojas muertas y otros materiales orgánicos para convertirlos en nutrientes que pueden utilizar las plantas y árboles; además, en el desplazamiento que realizan remueven la tierra y airean el suelo.

Conclusión

Las lombrices transforman la basura en "oro"



Video

En el siguiente video, la empresa almeriense Tecomsa (España), primera en ofrecer el ciclo completo de reciclaje de los residuos vegetales de invernaderos con la conversión de los mismos en abono a través de lombrices, nos explica cómo el compost producido por los restos vegetales sirve de alimento a la lombriz roja californiana.



Dosis de humus de lombriz

En el siguiente cuadro [14], se muestran las dosis más comunes de empleo de humus de lombriz (seco):

Uso	Dosis
Praderas	800 g/m ²
Frutales	2 Kg/10 árboles
Hortalizas	1 Kg/m ²
Césped	0.5 – Kg/m ²
Ornamentales	150 g/planta
Semilleros	20%
Abonado de fondo	160 – 200L/m ²
Transplante	0.5 – 2Kg/árbol
Recuperación de terrenos	2500 – 3000L/ha
Setos	100 – 200g/planta
Rosales y leñosas	0.5 – 1Kg/m ²
Rosales y leñosas	0.5 – 1Kg/m ²

Usos del humus de lombriz

El humus de lombriz se puede utilizar prácticamente en todos los cultivos; para utilizarlo como reconstituyente orgánico para todo tipo de plantas.

Se puede aplicar mensualmente a los cultivos, mezclándolo bien con tierra. Esta práctica enriquece el suelo con sustancias nutritivas que son asimiladas casi inmediatamente por las plantas, que se desarrollan más rápido, se tornan más fuertes y menos susceptibles a plagas y enfermedades.

Por ende, también la cosecha es mayor. Para grandes extensiones que se recomienda aplicar aproximadamente 10 toneladas por hectárea.

- ✓ Es una técnica económica y ambientalmente sostenible y sustentable.
- ✓ Se obtiene dos abonos orgánicos: uno sólido (humus de lombriz) y otro líquido (lixiviado).
- ✓ Para productos medicinales se estudia la producción de colágeno y antibióticos a partir del líquido celomático que recubre a las lombrices.

- ✓ Puede utilizarse como fuente de proteína para elaborar concentrados para animales.
- ✓ Se reducen costos en producciones agrícolas ya que el humus de lombriz puede reemplazar totalmente los fertilizantes químicos

Características del humus de lombriz

Físicas. Es un material suelto y granuloso que mejora las condiciones físicas del suelo, los de tipo arcillosos favorece que sean más esponjosos y los arenosos más compactos, contribuye a retener la humedad y por su movimiento tipo espiral aumenta la oxigenación, características que facilita el desarrollo radicular de las plantas.

Biológicas. El humus de lombriz tiene una alta concentración de microorganismos benéficos que solubilizan los nutrientes para ser

absorbidos por las plantas y previene el desarrollo de otros microorganismos patógenos [\[14\]](#).

Nutricionales Las propiedades nutricionales varían mucho. Esto se debe a factores como: los tipos de desecho utilizados, las proporciones de cada uno, el estado de descomposición, las condiciones en las cuales se realiza el proceso y el tiempo de almacenamiento del humus.

Químicas: Las cantidades mínimas de los macronutrientes en un bulto de Humus seco (generalmente de 30 Kilogramos) deben ser: Nitrógeno (*N*): 26 gramos, Fósforo (*P*): 51 gramos, Potasio (*K*): 39 gramos, Carbono (*C*): 21 gramos, Calcio (*Ca*): 3, 5 gramos.

Información

El humus de lombriz es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector, cuyas características fundamentales son la bioestabilidad que genera en el suelo y la alta digestibilidad de nutrientes disponibles para las plantas.

You Tube En el siguiente video de TvAgro, se hace una descripción amplia de la lombricultura. Debes tener conexión a Internet, pues es un video de YouTube.



2.9 Sistemas de producción

Son diversos los estilos de producción, se adaptan a las condiciones del medio y los recursos disponibles, los más comunes son: lombricultivo abierto, tipo cuña, en contenedores y reactores continuos.

Usted **decide** hasta donde se puede ampliar. Inicia con un volumen bajo y los incrementa a medida que regulariza los parámetros de control y asegura las cantidades de residuos orgánicos a compostar previamente.

La inversión inicial es baja y se recupera rápidamente. No requiere horarios fijos de trabajo. Al aumentar los volúmenes de producción se pueden automatizar algunas etapas del proceso.

El montaje de un lombricultivo depende de la cantidad de residuos orgánicos disponibles, por ejemplo, 1 kg de lombrices en promedio por semana consume 4 kg de sustrato compostado. Es decir, se requieren mínimo 30 kg de sustrato al mes, para la primera cosecha (en cuatro meses) se debe tener disponible mínimo 90 kg. En 10 m² de una huerta casera se generan, al mes, cerca de 30 kg de material para compostar.

Para calcular las cantidades promedio de estiércol de animales domésticos, se presenta el siguiente cuadro resumen (teniendo en cuenta las pérdidas por secamiento).

Especie	Peso vivo (Kg)	% de proteína	Estiércol Día (Kg)	Estiércol Mes (Kg)	Estiércol Cuatrimestre (Kg)
Bovinos	400	7,1	23	690	2.760
Equinos	450	11,7	16	480	1.440
Ovinos	45	15,6	1,5	45	135
Porcinos	70	13,3	2,5	75	225
Conejos	2,5	22,6	0,15	4,5	13,5
Aves de corral	1,8	24,1	0,09	2,7	8,1

Tabla 2.3. . Cantidad promedio de estiércol (por día, mes y cuatrimestre) y % de proteína/según especie [15].

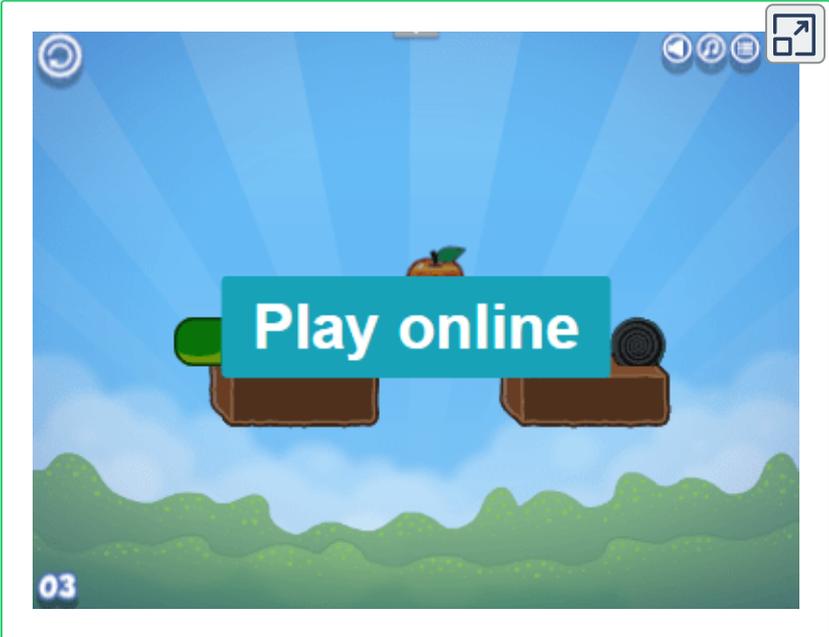
Para obtener un buen sustrato para las lombrices, se recomienda compostar los estiércoles con material seco (residuos de cosecha, podas y/o de cocina).

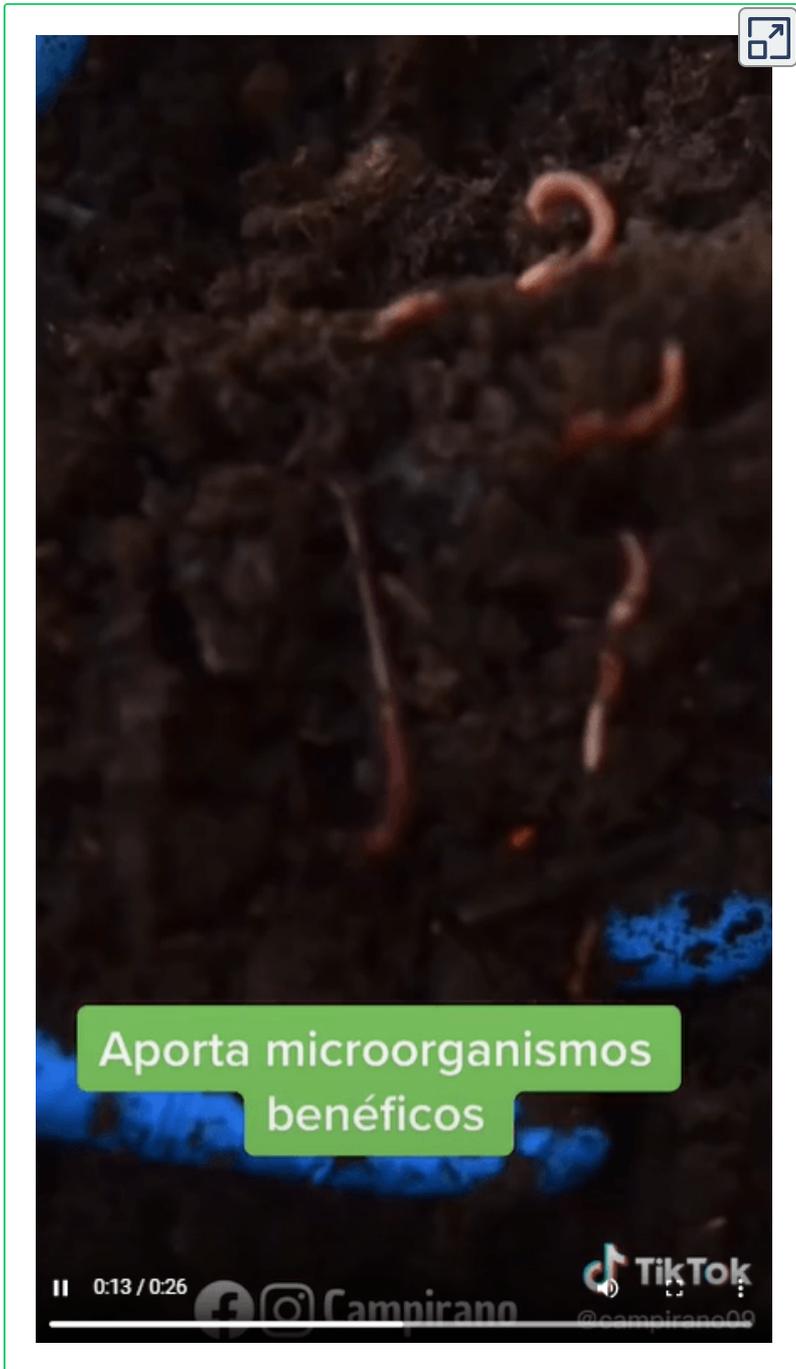
Para acelerar el proceso se recomienda rociar cal viva (1 kg/100 Kg de la mezcla):

Especie	Estiércol %	Material vegetal %
Bovinos	70	30
Equinos	80	20
Ovinos	55	45
Porcinos	30	70
Conejos	50	50
Aves de corral (huevo/engorde), incluida la cama de virtuta de madera	40	60

Tabla 2.4. . Mezcla ideal para compostar estiércoles [15].

Un pequeño reto. trata de pasar el mayor número de niveles en el siguiente juego:





Video publicado en [TikTok](#), en el canal [@campirano09](#)

2.9.1 Sistema de lombricultivo abierto

En camas o pilas construidas en diversos tipos de materiales, directamente en el piso. En cemento, incluir canal con un 4% de pendeinte para recolectar el lixiviado. En tierra cubrir con un plástico grueso y poner un tubo a lo largo para el lixiviado).

Para iniciar la explotación se construyen módulos de 3 metros de largo, con divisiones móviles cada metro. El ancho de 1 metro y la altura de 0.7 metros, para ser llenado hasta los 0.5 metros, facilita los cálculos de población de lombrices y del sustrato compostado.

Se puede colocar el lombricompost maduro a un lado de la cama, para hacer las siembras siguientes, y/o para preparar otra pila de compost, adicionando residuos por encima. En estos casos se debe dejar un espacio entre las camas para facilitar el proceso de recolección.



Figura 2.2. Sistema de lombricultivo abierto

2.9.2 Sistema de lombricultivo en pila- estilo cuña

Son sistemas recomendados para el tratamiento previo del compost con alto contenido de estiércoles; los residuos (precompostados) se apilan por capas a un costado de la pila; para garantizar la calidad del alimento de las lombrices se deben hacer revisiones periódicas



para constatar la madurez del compost. Para proteger las lombrices se deben cubrir las camas con una polisombra.

2.9.3 Sistema de lombricultivo en contenedores

Es un sistema que se adapta a la disponibilidad de materiales y espacio.

En espacios reducidos se puede realizarse en canecas pequeñas o cajas para estibar, o en grandes contenedores, cajas, canastillas o canecas, puede necesitar más labores que otros métodos debido a las actividades de cosecha del lombricultivo.



2.9.4 Sistema de lombricultivo en Reactores discontinuos

Es una técnica interesante en contenedores que permite alimentar el lombricultivo por la parte superior y cosechar el lombricompost por la parte inferior. Es un sistema de baja tecnología, pues se puede realizar todo de forma manual o también se puede mecanizar. Para estos sistemas se recomienda no superar capas de 50 cm de profundidad y permite obtener un lombricompost maduro entre 30 y 60 días ([3], p. 112).

Cuidados con el alimento de las lombrices

NUNCA se les debe suministrar alimento fresco, los residuos de origen vegetal (residuos de cosecha, hortalizas y flores) o animal (estiércoles de gallina, cerdo, ganado vacuno, equino, ovino y de conejos) deben COMPOSTARSE MINIMO 30 DIAS, además se les debe agregar hojarasca seca.

Alimentación y manejo de la lombriz

Para alimentar las lombrices se puede utilizar una mezcla de residuos orgánicos vegetales (desechos de las cosechas, basura doméstica, residuos de la agroindustria, etc.) y de residuos animales (estiércoles), en una relación 1 a 3.

Es importante que esta mezcla sea fermentada/ descompuesta (compostada) entre 15 a 30 días, **antes** de aplicarla a las lombrices. La materia fresca tiende a acidificarse y calentarse durante la fase de descomposición, lo que puede causar daño a las lombrices. Las condiciones óptimas son las siguientes: pH 6.5 - 7.5, humedad 75%, temperatura 15 - 25°C, proteína 13%. ([4], p. 49)

Se recomienda variedad en el alimento y aplicarse entre una y dos veces por semana, dependiendo de la densidad del lombricultivo y del tamaño de las camas, si se quiere incrementar la cantidad de alguno de los componentes básicos, se debe tener en cuenta, por ejemplo, para el **Nitrógeno (N)**: debe disponerse de una buena cantidad de lechuga, brócoli o coliflor. Para el **Fósforo (P)**: debe haber buena cantidad de Berenjena, coles, champiñones.



No todo el humus es igual, depende de lo que les echas de comer a las lombrices"

Para el **Potasio (K)**: debe haber buena cantidad de tomates, fresas, zanahoria. Para el **Carbono (C)**: debe enriquecerse la mezcla con cáscaras de cualquier alimento, piña, maracuyá.

Manejo inicial

En el criadero en pilas, se acondiciona la cama, previo a la siembra de las lombrices, colocando una primera capa de material vegetal seco entre 10 y 15 cm de alto, luego una capa del sustrato compostado en (montones en el centro de la cama) de 25 cm, dejando los extremos libres(aproximadamente 10 cm a cada lado); se siembran las lombrices, para un área de 1 mt² (5 kg de "cultivo de lombrices" que equivalen a 1 kg de lombrices (puras) sin sustrato, son en promedio 1500 lombrices, entre jóvenes y adultas.

En un tiempo de 7 a 15 días se espera que las lombrices consuman el compost suministrado, agotado este alimento se forman grúmulos pequeños, (es la característica

principal de que las lombrices no tienen comida, otro indicador es la nivelación de la pila).

El nuevo alimento (al cabo de un mes) se coloca en capas de 5 cm a lo largo del centro de la pila; regar con agua suficiente y no olvidar el volteo en la capa superficial (con un rastrillo) al menos una vez por semana, de esta forma, se facilita la alimentación de las lombrices, se homogeniza el sustrato y se airea.

Para verificar si el sustrato compostado es el apropiado, se revisa al 2° o 3° día, si en el interior de la pila se encuentran

las lombrices consumiendo el nuevo alimento, éste ha sido aceptado; en caso de ausencia de lombrices el alimento habría que cambiarlo por otro. La humedad de las camas debe estar cercana a un 75% que se controla con el higrómetro o con el método del puño.

YouTube En el siguiente video de "La Finca de Hoy", se muestra cómo la lombricultura las lombrices se transforman en alimento. Debes tener conexión a Internet, pues es un video de YouTube.



Las lombrices se alimentan mediante succión, por tanto, si el alimento está muy seco se mueren; así mismo, un exceso de humedad ocasiona una oxigenación deficiente y retarda su reproducción.

Para recoger el lixiviado, cada cama debe tener un canal (en el centro o a un lado), evitando la formación de charcos para que no se ahoguen las lombrices; por ello, es necesario que la primera capa de la cama (mínimo de 10 cm), sea de material vegetal seco, para conservar la humedad.

Para obtener un buen producto se recomienda llevar registro de producción con datos como: fechas de la siembra de lombrices, suministro del alimento, cosecha (población de lombrices producidas, peso del humus producido) y observaciones del proceso.

Información

Comercialmente el valor de un kilogramo de humus de lombriz es diez (10) veces mayor que un kilogramo de compost.



Para facilitar el volteo que permite la aireación al interior de la cama, la altura no debe pasar de 50 cm; el piso debe tener un desnivel cercano al 4 %, con un sistema de canales en red para la recolección del lixiviado.

Las condiciones del tropico favorecen la productividad de lombrices (véase la investigación efectuada en el IIAP [\[16\]](#))



En el siguiente video, el canal "Comiéndome mi casa", nos muestra cómo crear una colonia lombrices en casa y obtener humus de lombriz mediante vermicultura.



Cosecha de lombrices

Cada 4 meses se recolecta el lombricompuesto, para ello, se suspende la alimentación por 3 o 4 días, luego se coloca una canasta o malla y encima una capa delgada (no mayor de 10 cm) de materia orgánica compostada fresca a lo largo del centro de la cama, las lombrices se concentran en este nuevo alimento, se retiran para una nueva cama y se recolecta el humus de lombriz.

La nueva cama se prepara en forma similar para un nuevo lote de producción; el humus de lombriz recolectado de la base de la cama, se cierne (en una zaranda) para lograr homogeneidad en sus partículas, se deja secar entre 2 y 3 días, dependiendo del clima hasta lograr un porcentaje del 40% y se empaca.



Figura 2.3. Trampa de lombrices (fuente: <https://www.roastmagazine.com.mx/>)



Procesamiento del humus

Una vez recolectado y cernido se envasa en bolsas de polietileno, según la demanda (de 1, 5 o de 30 kilos).

La calidad del humus depende de los controles al proceso previo de compostaje (tamaño de las partículas, estado de fermentación y humedad), de la inoculación, alimentación, manejo de las lombrices (densidad, riego, volteo), de la extracción del humus, tamizado (cernido) y empaque.

Se considera una pérdida de humedad entre el 2% y el 5% de humedad en los dos primeros años, luego se regulariza al 2% anual.

Debe conservarse en un ambiente seco, fresco y bajo techo.

	<p>Aves Daño: Se alimentan de las lombrices. Control: Cubrir las camas con polisombra y/o coberturas vegetales.</p>
	<p>Roedores Daño: Se alimentan de las lombrices. Control: Corredores limpios y cubrir las camas con polisombra.</p>
	<p>Hormigas y tijeretas Daño: Son depredadores naturales. Control: Mantener la humedad del lombricultivo (entre 70 y 80%).</p>
	<p>Planarias Daño: Se adhieren a las lombrices y las succionan hasta matarlas. Control: Fermentar previamente los estiércoles y subir el Ph entre 7.5 y 8.</p>
	<p>Babosas Daño: Compiten con las lombrices por el alimento. Control: Disminuir los excesos de humedad.</p>

Tabla 2.5. Plagas que afectan los lombricultivos



2.10 Otros productos derivados de la lombricultura

Lixiviado del humus de lombriz, es el mejor fertilizante foliar, resulta del drenaje de las camas del lombricultivo, es rico en nutrientes solubles para ser absorbidos por las plantas (hojas y raíces), por su alta concentración de ácidos fúlvicos, húmicos, fitohormonas, proenzimas y microorganismos benéficos, estimula el desarrollo radicular y aumenta la biomasa de microorganismos presentes en el suelo; puede llegar a sustituir hasta el 100% de la fertilización química; es inoloro y de color marrón oscuro. Se recomienda su aplicación en todo tipo de planta. Con una solución de 10 mililitros por litro de agua.

Otra forma de obtener una presentación del humus de lombriz líquido es diluir un (2) kilogramos de humus en 10 litros de agua, (se conoce como el Té de Humus de lombriz); sus propiedades nutritivas son similares, depende de la calidad del humus de lombriz.

Aclaración

No olvidar que el lixiviado es quizás el producto más valioso, por su riqueza nutricional y alta digestibilidad para las plantas.

Por ser una explotación de mediano plazo, muchos productores no le prestan atención, pero si se prepara con antelación la explotación del lombricultivo, entre seis y ocho meses tiene un abono orgánico de calidad.

Es una unidad de negocio altamente productiva, rentable, de baja inversión y que contribuye a preservar el medio ambiente; también a

mediano y largo plazo recupera su inversión; obteniendo además, suelos más fértiles, mayor productividad en sus cultivos y la generación de nuevas unidades de negocio, por la comercialización de los subproductos derivados, de las lombrices como pie de cría y la alimentación de los animales de la granja.

2.10.1 Algunas propiedades del lixiviado del humus de lombriz roja [5]:

- ✓ Aumenta la biomasa de microorganismos y fortalece la vida microbiana de los suelos.
- ✓ Estimula un mayor desarrollo radicular, por ende, aumenta la producción de los cultivos.
- ✓ Detiene la humedad en el suelo por mayor tiempo.
- ✓ Incrementa la producción de clorofila en las plantas.
- ✓ Disminuye el shock post-trasplante de las plántulas.
- ✓ Mejora la conductividad eléctrica de los iones de los nutrientes para ser absorbidos por las plantas (por las raíces y las estomas de las hojas).
- ✓ Mejora el pH en suelos ácidos.
- ✓ Equilibra el desarrollo de hongos presentes en el suelo.
- ✓ Disminuye la actividad de chupadores como los áfidos (pulgones).
- ✓ Reduce el tiempo de recuperación de una planta dañada, o que haya sido expuesta a la sequía o con follaje descolorido.
- ✓ Actúa como potenciador de la actividad de muchos pesticidas y fertilizantes del mercado.
- ✓ Propicia un entorno ideal para la proliferación de microorganismos de carácter benéfico, como los son bacterias y hongos, los cuales obstaculizan del desarrollo de patógenos, disminuyendo así el riesgo de desarrollar enfermedades.

- ✓ Su aplicación es de mucho menor costo que fertilizantes edáficos o foliares de síntesis química.
- ✓ Su aplicación contribuye a una producción + LIMPIA, por ende, a una mayor preservación del medio ambiente.

2.10.2 Harina de lombriz

Una vez seleccionadas se les somete a un plan de alimentación (tres o cuatro días) con pan húmedo para vaciar su contenido intestinal, se lavan, se secan y luego se muelen.

Con esta harina de lombriz se preparan galletas y panes dulces para consumo humano, snacks y galletas para perros; su valor proteico oscila entre 70 y 82%; para preparar un kg de harina de lombriz se necesitan entre 8 y 10 Kg de lombrices vivas.

Harina de Lombriz

Comer una galleta llamada “Lombretina” equivale a comer unos 50 gramos de carne de res” [17].

Harina lombriz		Harina carne		Harina pescado	
Nutriente	%	Nutriente	%	Nutriente	%
MS	85	MS	90	MS	90
PB	60-65	PB	50-55	PB	65
EE	7-10	EE	14	EE	9.5
Cenizas	8-10	Cenizas	25	Cenizas	15
Ca	0.5-1.5	Ca	7	Ca	3.8
P	0.5-1	P	3.8	P	2.6

MS: Materia Seca, PB: Proteína Bruta, EE: Extracto Etéreo (grasa)

Tabla 2.6. Análisis Bromatológico de diferentes fuentes proteicas [5]

Información

El empleo de la LOMBRICULTURA como acción zootecnista y biotecnológica de bajo costo y alto rendimiento, está creciendo debido al incremento de las demandas por productos agrícolas de origen orgánico, tanto para el mercado nacional, como internacional, por su contribución a la preservación del medio ambiente y la generación de nuevas unidades productivas en su explotación (nuevos productos derivados: humus de lombriz seco y líquido, harina y carne de lombriz, sustratos para procesos de fermentación, aceites de uso cosmético y farmacéutico) y el crecimiento exponencial para venta como pie de cría).

La Universidad Nacional - sede Palmira - recibió la patente de invención por parte de la SIC - Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia -, para utilizar la harina de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) como fuente de nitrógeno orgánico para formular sustratos de fermentación. El nuevo producto se constituye en una fuente de vitaminas y minerales; la fermentación alcohólica se utiliza para obtener biocombustibles, elaborar productos de limpieza, cosméticos, y sobre todo, para fabricar bebidas alcohólicas como cerveza y vino.

Por su parte, la fermentación con ácido láctico se usa tradicionalmente como método de conservación de alimentos como verduras frescas, algunos yogures, productos similares a panes que se elaboran sin trigo o cebada, leches fermentadas y algunas carnes embutidas” (<https://www.palmira.unal.edu.co/>).



HARINA DE LOMBRIZ



2.10.3 Carne de lombriz

Producir carne a partir de las lombrices rojas californianas es la actividad zootécnica más rentable de todas las explotaciones, es una de las fuentes de proteínas más altas (entre 65 y 75 %) y contiene los aminoácidos esenciales, vitaminas y oligoelementos para una dieta equilibrada al menor costo.

También se puede emplear para la alimentación de otros animales domésticos, tanto en fresco, como para elaborar concentrados; para la alimentación humana se registra en otros países como China y Filipinas, el uso de la carne de lombriz para sus platos típicos; también por su bajo costo, se tienen experiencias de combinaciones con carne de res o de cerdo para hamburguesas, salchichas y tortas de carne, en porcentajes variables entre un 15 a un 40%, dado que no altera el sabor y consistencia; incluso es también de color rojo.

La posibilidad de transformar en carne de alto valor proteico los desechos orgánicos, que en muchos casos hoy constituyen un problema ecológico, es tal vez uno de los aspectos más fascinantes de la Lombricultura.

“Otro uso innovador de un lombricultivo es la elaboración de aceites cosméticos, por estar conformada en su mayoría de colágeno y tener entre otras propiedades la recuperación de quemaduras, cicatrices y osteoporosis.

Luego de cosecharse, las alimentan con pan humedecido con agua y se dejan en un recipiente para que coman durante tres días con el fin de que limpien su organismo de bacterias.

Finalmente se sacrifican y se elabora el aceite; por cada kilo de lombrices limpias, sin el sustrato donde se sacan, se obtiene una concentración de 300 mililitros de aceite altamente concentrado”. Proyecto productivo apoyado por la Fundación para el fomento Agroempresarial (FOMAGRO- Norte de Santander) [\[18\]](#).



Información

El auténtico valor del humus (sólido o líquido) radica en "**la vida que contiene**", las lombrices en su intestino tienen miles de millones de microorganismos que descomponen la materia orgánica y los minerales para hacerlos más asimilable por las plantas.

No es tanto su composición química, es la acción microbiológica y enzimática que potencializa la absorción de los nutrientes mayores, menores y oligoelementos.

2.11 Importancia económica del humus de lombriz

Adicional a la venta del humus sólido y del humus líquido y de los demás subproductos, se debe incluir la venta de pie de cría, dada la multiplicación de las lombrices de manera casi exponencial; su capacidad reproductiva es muy elevada, la población puede duplicarse cada 45-60 días. "En un año habrán transformado cerca de 120 toneladas de residuos orgánicos en 76 toneladas de humus de lombriz" [\[19\]](#).

A continuación, se observa un cuadro, que muestra la evolución de las lombrices, basado en el seguimiento diario de las mismas, indicando la cantidad inicial, el aumento poblacional cada mes, la cantidad de humus obtenido y el área que sería abonada con la producción de humus de lombriz [\[20\]](#).

Mes	Lombrices	Lombrices por mes	Humus kg por mes	Humus kg acumulado	m ²	Hectárea
0	1.000					
1	2.500	1.500	23	23	400	0,04
2	4.000	1.500	36	59	1.100	0,11
3	5.500	1.500	50	108	2.000	0,20
4	9.250	3.750	83	191	3.500	0,35
5	15.250	6.000	137	329	6.000	0,60
6	23.500	8.250	212	212	3.800	0,38
7	37.375	13.875	336	548	10.000	1,00
8	60.250	22.875	542	1.090	19.800	1,98
9	95.500	35.250	860	1.950	35.400	3,54
10	151.563	56.063	1.364	3.314	60.200	6,02
11	241.938	90.375	2.177	5.491	99.800	9,28
12	385.188	143.250	3.467	8.958	162.900	16,29
13	612.531	277.344	5.513	14.471	263.100	26,31
14	975.438	362.906	8.779	23.250	422.700	42,47
15	1.553.219	577.781	13.979	32.229	676.900	67,69
16	2.472.016	918.797	22.248	59.477	1.081.400	108,14
17	3.935.172	1.463.156	35.417	94.893	1.725.300	172,53

- Durante los tres primeros meses, la cantidad de lombrices se incrementó a razón de 1.500 unidades por mes, dado que los ejemplares iniciales fueron quienes se reprodujeron únicamente en estos tres meses, sus respectivas crías no influyeron debido a que las mismas llegan a su madurez reproductiva a los tres meses de edad.
- A partir del cuarto mes se aumenta el número de lombrices debido a que las crías de los 1000 ejemplares iniciales empieza su ciclo reproductivo de esta manera, cada mes, aumentará la población de lombrices capaces de engendrar, con lo cual, el crecimiento de la población será exponencial.

- La cantidad de humus obtenido es producto a que cada ejemplar es capaz de elaborar por día 0.3 gramos de humus, es decir que mes a mes se incrementará los Kgrs, de acuerdo con el crecimiento proporcional de la población. De la misma manera, los Kg de humus totales logrados tendrán un crecimiento correspondiente a la población de lombrices.
- Se debe considerar que en doce meses (un año), la población de lombrices pasa de 1.000 unidades a 385.187, con lo cual el crecimiento es del 385% en el primer año, Debido al crecimiento de las lombrices un lapso de breve tiempo, se debe prever que las actividades culturales y los recursos necesarios se verán incrementadas al mismo ritmo.
- En cuanto a la cantidad mensual de humus acumulado al cabo del año es de 8.958 Kg. El cual alcanzara para fertilizar un total de 16.29 hectáreas en el corriente año, cabe aclarar que la cantidad de hectáreas fertilizadas ira incrementándose año tras año proporcionalmente de acuerdo al aumento poblacional de las lombrices, hasta llegar a cubrir la superficie que se quiere abonar [\[20\]](#).

Comentarios de los gremios del sector agro

“Frente a las más de 7,5 millones de hectáreas cultivadas que tiene Colombia, cifra mínima en relación al potencial de la frontera agrícola. Actualmente no se hace mucho por las cerca de 2,8 millones de hectáreas agrícolas degradadas, lo que representa 40% del total nacional y es muy preocupante porque en vez de bajar ha subido: de 32% a 40% en los últimos años y la política pública para ello es inexistente. A 2022 podríamos llegar a cifras mucho más preocupantes en cuanto a degradación de suelos y, en esto, los abonos orgánicos son una de las mejores soluciones que tenemos a mano”, sostuvo Ordóñez, quien ha liderado la práctica del lombricultivo como opción para obtener mayor productividad agrícola y la recuperación de suelos degradados” [\[22\]](#).

En este sentido, las producciones de arroz han sido unas de las principales afectadas a nivel nacional. "Hace 60 años, los suelos arroceros del Tolima disponían de entre 4,5% y 4,8% de materia orgánica, mientras que hoy en día están entre 1,2% y 1,5%, lo que ocasiona degradación. Por ello, los costos de producción de arroz son altos, por el uso de fertilizantes y pesticidas, pues hoy toca aplicar más que antes y se generan mayores costos", apuntó Ordóñez.

Algunos de los que más se han beneficiado del uso de sustancias orgánicas como el lombricompost son la caña de azúcar y la palma africana. Después de 10 años, en los ingenios del Valle del Cauca se ha llegado a aplicar de 10 a 12 toneladas de lombricompost por hectárea de caña de azúcar, mientras que en palma africana se ha avanzado con usos de 40 a 60 kilos por planta al año. "En cultivos de café también se están logrando avances, pues se ha llegado a un kilo de material orgánico por planta al año", dijo Ordóñez [\[21\]](#).

Luis Betancur, presidente de FEDEORGÁNICOS, apuntó, por su parte, que para el mercado de productos orgánicos el uso de abonos de este tipo es fundamental. "El desarrollo del lombricompost si bien si ya se genera en el país, aún no es muy grande pues hay cerca de 55.000 hectáreas en producción orgánica, es el 1 % del área cultivable, mientras que en Brasil y Argentina hay más de dos millones de hectáreas". "En este sentido, el crecimiento de abonos sostenibles es primordial para la exportación a destinos como Europa y USA que exigen productos 100% orgánicos. "Pasa con el café, que ya se pide de este tipo y debe demostrarse que el abono es orgánico para obtener su real certificación; por ello, un mayor desarrollo de los abonos orgánicos es muy importante, pues es un requisito necesario para obtener las certificaciones que se piden en el exterior". Actualmente se exporta el 95 % de la producción orgánica certificada, el 5 % restante se comercializa en grandes superficies para estratos altos [\[22\]](#).

Recuerda

En la nueva **Cultura de Agricultura Orgánica** el objetivo prioritario de emplear abonos orgánicos es **cuidar la “fertilidad”** del suelo para obtener cultivos más productivos.

La agricultura orgánica trabaja con la vida y por la vida; con los abonos orgánicos se generan las condiciones físico-químicas y biológicas que potencializa la acción de la población de microorganismos benéficos, que es la **“vida de los suelos”**; se reciclan los residuos orgánicos que preservan el medio ambiente y produce alimentos de origen orgánico, sanos y saludables para el consumo humano; además, facilita la creación de nuevas unidades productivas sostenibles para hacer realidad el **AGRONEGOCIO campesino** [\[21\]](#), [\[22\]](#).

A nivel mundial, en el año 2021 en Peraleda de la Mata, provincia Española de Cáceres, se ha montado la mayor explotación de lombricultivo de Europa, por parte de la multinacional *Nostoc Biotech*; con la proyección de producir más de 20.000 toneladas de humus de lombriz al año [\[23\]](#).



En Colombia se tienen algunas experiencias de la explotación del lombricultivo, el uso y comercialización de sus productos y para preparar alimentos para el consumo humano, por ejemplo, la experiencia del ICA Sede Tibaitatá. En Colombia el 78,9 % de la población habita en zonas urbanas, "esta reconfiguración del territorio implica que las formas tradicionales de producción, transporte y consumo de alimentos sean repensadas y no se conviertan en otra fuente de contaminación de las ciudades".

Desde el 2009, en el ICA de Tibaitatá se estableció una huerta para desarrollar nuevas estrategias productivas que contribuyan al logro de seguridad y soberanía alimentaria y nutricional, desde una nueva cultura de agricultura orgánica; se aprovechan los residuos de las cosechas mediante prácticas de compostaje y vermicompostaje, que permite la obtención de lombricompost líquido y sólido de excelente calidad a partir del reciclado eficiente de materia orgánica.



"Este módulo demostrativo responde a los retos que impone la variabilidad climática y las presiones socioeconómicas que plantean la necesidad de trabajar en un modelo de crecimiento sostenible para Colombia, que aterrice el documento CONPES de "crecimiento verde" que se encuentra alineado con los compromisos internacionales relacionados con el desarrollo, tales como la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS, la implementación del Acuerdo de París sobre cambio climático y las recomendaciones e instrumentos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), y que igualmente se articule con políticas y planes nacionales en materia sectorial y ambiental" [\[24\]](#).

Fundamentado en los principios de la Economía circular Azul ([Gunter Pauli](#)), la mejor opción para la agricultura es el empleo de abonos orgánicos que reutilizan y reciclan elementos, que individualmente pueden ser contaminantes del medio ambiente como los residuos de cosecha, los estiércoles y cierto tipo de vegetación espontánea (superando el falso concepto de “maleza” que se pueden aprovechar también).

Un principio básico en el manejo de los abonos orgánicos es el recubrimiento del suelo con una cobertura vegetal una vez se aplique para potencializar su acción, pues, disminuye bien por los efectos del sol y/o por exceso de agua (lavado por escurrentía); además, esta cobertura se puede aprovechar como abono verde, mediante un proceso de compostaje natural (descomposición y humificación del material vegetal), proceso natural, lento, pero progresivo; contrario al uso de productos de síntesis química, que inicialmente son de efecto rápido, pero que requieren aplicaciones cada vez en mayores concentraciones, degradando los suelos, contaminando los afluentes de agua y aumentando los costos de producción.

En los casos que los suelos en determinada región hayan pasado durante años por un mal manejo, debido al uso de monocultivos, agroquímicos, quemas y/o ausencia de cobertura vegetal, se requiere iniciar un proceso de recuperación, de enmienda, para restablecer el equilibrio natural; el cambio más conveniente es migrar del sistema de producción con productos de síntesis química al sistema productiva de la agricultura orgánica, para lo cual se debe disminuir poco a poco el uso de insumos químicos en toda la finca, a medida que se van incrementando el uso de bioinsumos como los abonos orgánicos; proceso que debe ser gradual para no tener cambios bruscos en la producción, no se afecten los flujos de caja y se puedan comparar costos en cada uno de los dos sistemas.

En resumen, con los abonos orgánicos se logra:

- ✓ Mejorar las características físicas, biológicas y químicas del suelo.
- ✓ Reducir el trabajo de mantenimiento de los suelos, pues éstos van mejorando cada día hasta llegar a un punto en que se obtienen los mejores promedios de producción.
- ✓ Que las plantas absorban del suelo las dosis óptimas de nutrientes (macro y micos), según sus requerimientos de los cultivos con una mejora notable en sus rendimientos; además de los macro y micro nutrientes, los abonos orgánicos contienen compuestos como pro-vitaminas, promotores enzimáticos, de antibióticos y mucha vida microbiana, en un dinámico equilibrio, lo cual le da a la planta más salud, más vida, más vigor y por ende mejor rendimiento en su cultivo.
- ✓ Implantar la nueva cultura de la agricultura orgánica garantizando su continuidad por la mejora progresiva de los suelos, el mejor desarrollo los cultivos, por ende, el incremento del potencial productivo de las plantas, el cuidado del medio ambiente, todo lo cual se logra con menos trabajo en el proceso productivo y se obtiene mayor rentabilidad.
- ✓ Iniciación de prácticas culturales que pueden generar propuestas de productos de “origen”, en procura del “sello verde” que garantizan su total inocuidad para la salud de los consumidores y su verdadero aporte a la preservación del medio ambiente”.

“La agricultura orgánica es entregarse a la tarea de desenterrar y rescatar el viejo paradigma (no agotado) de las sociedades agrarias que practicaron y garantizaron durante mucho tiempo la autodeterminación alimentaria de sus comunidades, a través del diseño de auténticos modelos de emprendimientos familiares rurales, donde conjugaron sabiduría y habilidades para garantizar la sostenibilidad y el respeto por la naturaleza; esta misma agricultura es mucho más que una simple revolución en las técnicas agrícolas de producción. Es la fundación práctica de un movimiento espiritual, de una revolución, para cambiar la forma de vivir de los seres humanos” [\[25\]](#).

“La agricultura Orgánica es como la arquitectura de la vida, ella nos permite que la modifiquemos, la diseñemos y la recreemos de mil maneras para hacerla infinita”

2.12 Otros tipos de abonos orgánicos"

A continuación, se registran otros tipos de abonos orgánicos, cuya elaboración y aplicación se da en razón de la disponibilidad de los insumos para su preparación, la capacidad de producción y los requerimientos nutritivos de las plantas a cultivar, según la calidad de los suelos.

2.12.1 BOCASHI

Es de origen japonés, significa “abono fermentado”, se diferencia de otros sistemas de compostaje por los materiales (elementos naturales de fácil descomposición), por el proceso de fabricación, se utilizan fermentadores, como la melaza y la levadura que potencializan la actividad microbiana presente en los estiércoles, lo cual, por su función activadora de rizobacterias, se convierten en promotores del crecimiento de las plantas. En su elaboración se desarrollan dos fases, una de fermentación (se eleva la temperatura hasta los 75° centígrados) y la de estabilización (baja la temperatura por la acción microbiana).

A igual que otros sistemas de preparación de abonos orgánicos suministra a los suelos macro y micro-nutrientes de

forma soluble y mejora el pH, lo cual facilita la absorción radicular de las plantas [25].



Video publicado en [TikTok](#), en el canal [@wiltonpalma_9425](#)

Además, en su proceso de fermentación aumenta la temperatura del sustrato orgánico, lo cual elimina elementos patógenos, como hongos y bacterias.

Es un abono orgánico de fácil y de rápida preparación, puede ser utilizado desde el primer mes de su elaboración, pero se considera de mejor calidad entre 3 y 6 meses, dependiendo de la temperatura promedio (a temperaturas más altas es más rápido el proceso) y el grado de humedad en la región; los materiales a emplear pueden ser variados y en lo posible disponibles en la finca, es su valor agregado; en su preparación se siguen procesos similares a la elaboración de otros abonos orgánicos: se forman pilas (ojalá en sitio cubierto para un mejor control de la humedad), igualmente, para favorecer el proceso de fermentación se debe cubrir la pila con plástico. Al inicio en la primera semana se debe revolver mínimo dos veces por día, luego una vez diaria en el primer mes y luego una vez a la semana, en los dos meses restantes; se reconoce la maduración del bocashi por su color gris y consistencia seca [\[26\]](#).

A igual que los otros abonos orgánicos, su calidad depende de los insumos o materiales que emplee, de los controles de humedad y pH (entre 6 y 7.5), y a diferencia de otros abonos orgánicos el proceso de fermentación se provoca agregando levadura y/o melaza; se basa en el empleo de estiércol de animales domésticos (es un 40% del volumen de la pila). Este tipo de abono puede conservarse hasta por seis meses, pasado este tiempo, puede reducirse su poder nutritivo para los suelos.

Ejemplo de preparación para 100 kilogramos iniciales [\[26\]](#):

- ✓ 2 kilos de levadura
- ✓ 40 kilos de estiércol (ganado vacuno, ovino, equino, de conejos o gallinaza)

- ✓ 20 kilos de tierra del campo (libre de piedras)
- ✓ 10 kilos de material vegetal (residuos de cosecha, poda de árboles o arbustos finamente picados (para un mejor proceso de descomposición, ojalá trozos no mayores de 2 centímetros). Puede cambiarse por la pulpa de café o de bagazo de caña.
- ✓ 10 kilos de salvado de trigo o de maíz
- ✓ 10 kilos de cascarilla de arroz, puede reemplazarse por ceniza de carbón vegetal o triturado de roca.
- ✓ 8 kilos de melaza (diluida en agua en proporciones tal que se alcance una humedad mínima del 40%).

La rentabilidad del bocashi está sujeta a la disponibilidad de los materiales a compostar, de la calidad del abono producido y su utilización.



Video



La dosificación según la FAO (2011), en terrenos con proceso de fertilización orgánica, es de 4 libras por metro cuadrado de terreno aplicados 15 días antes de la siembra; para cultivos anuales (granos básicos, yuca, caña y otros) se requiere una segunda aplicación de 2 libras por metro cuadrado a los 30 días. Si se aplica por primera vez se debe triplicar la dosis; en caso de trasplante se emplean entre 30 y 100 gramos por planta, cuidando de no hacer contacto directo con la planta, pues puede quemarla, para ello se debe colocar una capa de mínimo 10 centímetros en el hoyo, aplica el bocashi y cubre de nuevo con tierra. Siempre se debe regar constantemente el cultivo para favorecer la acción del abono [\[27\]](#).

El bocashi también puede utilizarse en forma líquida, para ello, se refuerza con leche (o suero) y/o melaza para potencializar la acción micro-biana.

Se prepara con 5 kgrs de bocashi, 5 kgrs de estiércol disueltos en 50 litros de agua, se agrega 1 litro de leche (o suero) y 1 kgrs de melaza, se revuelve y deja fermentar por una semana; para aplicarlo se diluye en agua en proporción de 1 a 4, 1 litro de bocashi líquido en 4 litros de agua. Se aplica a las hojas, cuidando de no rociar las flores ni los frutos [\[27\]](#).

2.12.2 BIOL

Denominación aceptada por la Red Latinoamericana de Energía Alternas. Es un biofertilizante orgánico, un bioabono líquido fermentado, rico en ácidos orgánicos, que resulta de la descomposición anaeróbica (sin presencia de oxígeno) de desechos orgánicos. Los principales sustratos para su elaboración son: estiércoles, agua, melaza, leche cruda o suero, leguminosas y levadura.

Estiércoles: Según la disponibilidad de estiércoles secos de bovino, ovinos, caprinos, equinos, gallinaza y/o de conejos, representan en promedio un 40% de los componentes. Aporta microorganismos como protozoos y bacterias que digieren, metabolizan y hacen digestible y disponibles los elementos nutritivos que se fermentan en el tanque; esta fermentación se da cuando la mezcla tiene una proporción 3 a 1 (tres de Carbono por una de Nitrógeno) (<https://www.unodc.org/>).

Agua: Representa el 50 % de la mezcla, es el medio donde se multiplican las reacciones bioenergéticas y químicas de la fermentación anaeróbica del bioabono. Debe ser limpia y sin cloro.

Melaza: Aporta la energía para la acción micro-biana, además aporta componentes minerales y micronutrientes como el magnesio y el boro.

Leche Cruda o Suero: Su función es potencializar la fermentación que incrementa la acción microbiana, en especial las rizobacterias; además, aporta proteínas, minerales, vitaminas y grasas.

Residuos de leguminosas: Por su riqueza en nitrógeno son más usadas que otros materiales vegetales.

Levadura de pan: También contribuye a acelerar la fermentación y propiciar la formación de quelatos, debido a la interacción microbiana con los iones de minerales (nutrientes).

Los quelatos son compuestos moleculares que tienen en los extremos de su estructura anillos o iones de minerales y un compuesto orgánico, los cuales en medio acuoso son absorbidos por las plantas (<https://estoesagricultura.com/>).

Ejemplo de Preparación

Materiales:

- 🎯 Tanque plástico con capacidad de 200 litros, con tapa de seguridad.
- 🎯 1 metro de manguera de jardín (media pulgada)
- 🎯 1 conector plástico para ensamblar la manguera en la tapa del tanque
- 🎯 1 botella plástica de 2 o 3 litros

Ingredientes:

- ✓ 50 kgrs de estiércol fresco de ganado
- ✓ Agua reposada
- ✓ 2 litros de leche cruda o 4 de suero
- ✓ 4 litros de melaza
- ✓ $\frac{1}{2}$ kgrs de levadura de pan
- ✓ 5 kgrs de alfalfa, mata ratón u otra leguminosa (que tenga vaina) finamente picada (trozos no mayores de 2 cm).

YouTube



Proceso de elaboración: En zonas de clima cálido puede demorarse 2 meses, en clima frío tres meses.

- ✔ Se recoge el estiércol y se deposita en el tanque
- ✔ Se agrega el material vegetal
- ✔ Se agregan los 4 litros de melaza, ojalá previamente diluida
- ✔ Se agregan los 500 grs de levadura de pan, previamente diluida en agua tibia
- ✔ Se agrega el agua hasta llenar $\frac{3}{4}$ partes de la capacidad del tanque
- ✔ Se agita vigorosamente hasta lograr una mezcla homogénea
- ✔ Se tapa herméticamente, colocando la manguera al conector y llevándola a una botella con trampa de agua (medio llena), para el escape del biogas, garantizando las condiciones anaeróbicas, lo que facilita la síntesis de las fitohormonas
- ✔ Se filtra en cedazo de huella fina (puede ser de tela), para evitar taponamientos en las boquillas de las bombas.

You Tube



Se reconoce que el biol está listo para su aplicación, cuando en la botella no haya presencia de gas, destapa la caneca y el producto tiene un color ámbar y olor agradable de fermentación (olor a chicha). No debe haber olor a podrido (<https://estoesagricultura.com/>).

En la superficie se presenta una nata de color blanco, entre más blanco, mejor calidad del biol, si esta nata tiene un color verde azulado se debe descartar el producto. Se puede almacenar hasta por un (1) año, por facilidad se envasa en tarros plásticos, ojalá de color oscuro, protegidos de la luz solar y en sitio fresco.

Según las condiciones o carencias de los suelos y/o los requerimientos de algunos minerales se puede potencializar el biol preparado con fuentes de minerales (sulfatos), que en su estado natural no son absorbidas por las plantas, pero, por la acción de los microorganismos se produce el efecto “quelato” para que las fitohormonas, proenzimas y demás moléculas orgánicas, sean solubles, proceso que dura cuatro (4) meses adicionales.

Para potencializar la “riqueza” en determinados minerales se pueden agregar al biol, sales minerales (hierro, magnesio, potasio, calcio, manganeso o boro) en las proporciones acordes a los estudios de suelos y los requerimientos de las plantas a cultivar (<https://estoesagricultura.com/>).

Se aplica mínimo un (1) mes antes de la cosecha sobre el follaje en diluciones de 1 a 4: 1 litro de biol diluido en 4 litros de agua. Evitando su aplicación en flores y frutos.

Si se siembra la semilla con fé y se cuida con
perseverancia, sólo será cuestión de tiempo
recoger sus frutos
Tomás Carlyle

Evaluación

Comprueba tus conocimientos en 20 preguntas 



Responde con la mejor opción.

 **Comenzar**

Referencias bibliográficas

- [1] Valdés, F. (s.f.). *Manual de lombricultura*. Agroflor (https://www.academia.edu/14925821/Manual_de_Lombricultura).
- [2] Román, P.; Martínez, M.; Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Chile.
- [3] Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*. Universidad Nacional de Colombia. Colombia (<https://www.uaesp.gov.co/>)
- [4] Rodríguez, E.; Trujillo, Y.A. (2016). *Manual de aprovechamiento de residuos para la producción de abono orgánico, a partir de la descomposición por lombriz roja californiana (Eisenia Foetida)*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD -. Colombia (<https://repository.unad.edu.co/>)
- [5] Escobar Carvajal, A. (2013). *Usos potenciales del humus (abono orgánico lixiviado y sólido) en la empresa FERTILOMBRIZ*. Trabajo de práctica empresarial. Corporación Universitaria La Sallista. Caldas-Antioquia ([Escobar](#)).
- [6] Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Agua. *Ciencias de la tierra y del medio ambiente*. Libro electrónico. Universidad de Salamanca (España), <https://cidta.usal.es/>.
- [7] Brechelt, A. (2007). *Manual Práctico para la Lombricultura*. Fundación Agricultura u Medio Ambiente, Inc. República Dominicana ([Manual](#)).

- [8] Tineo, A. (1994). *Crianza y manejo de lombrices de tierra con fines agrícolas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Perú ([CATIE](#)).
- [9] InfoAgro. (Septiembre de 2017). Lombricompuesto, Vermicompost O Humus De Lombriz. Recuperado el 2022, de <https://mexico.infoagro.com/>
- [10] Sotelo, M.; Téllez. A. (2007). *Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (Coffea arabica L) variedad caturra*. Universidad Nacional Agraria, trabajo de diploma, Nicaragua ([Sotelo y Téllez](#))
- [11] Jiloca Industrial, S.A. (JISA). (s.f.). Ácidos húmicos. Recuperado el Abril de 2022, de Los ácidos húmicos y ácidos fúlvicos: ([JISA](#))
- [12] Lombricultura de Tenjo. (s.f.). Anatomía de la lombriz de tierra. Recuperado el Abril de 2022, de Lombricultura: ([Tenjo](#))
- [13] Tocalino, P.A.; Agüero, M.C.; Serebrinsky, C.A. (2004). *Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (Eisenia foetida) según estación del año y tipo de alimentación*. Revista Veterinaria, 15(2), págs. 65-69 ([Tocalino et. al.](#))
- [14] lombrimadrid. (s.f). Lombricompuesto, *HUMUS DE LOMBRIZ*. 20 mejoras importantes para tus plantas. Recuperado el 2022, de <https://lombrimadrid.es/>
- [15] Aparicio, Y. (2011). *Estudio de prefactibilidad del cultivo de Lombrices para la producción y comercialización de humus en Acacias-Meta*. Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, trabajo de grado, Bogotá ([Aparicio.](#))

- [16] Ríos, O.; Salas, S.; Sánchez, M. (1993). *Manual de lombricultura en trópico húmedo*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos - Perú ([IIAP](#).)
- [17] Ayala, E.; Quintero, M. (2009). *Producir y comercializar carne de lombriz roja californiana con el fin de sustituir las demás carnes que se encuentran actualmente en el mercado*. Tecnológica FITEC, Colombia ([Ayala](#).)
- [18] Marijuana. (2018). *Aceite de lombriz, en Juan Frío*. La Opinión ([La Opinión](#).)
- [19] Vergara, L.F. (2019). *Oportunidad de exportación para el abono y lixiviado de lombriz roja elaborado en la Avícola La Esperanza*. Universitaria Agustiniiana. Bogotá ([Vergara](#).)
- [20] Marnetti, J. (2012). *Implementación de la producción de lombricultura*. Trabajo de Investigación. Mendoza - Argentina ([Marnetti](#).)
- [21] LR. (2015). *En Colombia la lombricultura es un negocio aún reducido y que está aún por desarrollarse*. AGRONEGOCIOS. Bogotá (<https://www.agronegocios.co/>).
- [22] Vélez, J. (2021). *La agricultura orgánica solo tiene 1% de hectáreas del total del mercado de alimentos*. AGRONEGOCIOS. Bogotá (<https://www.agronegocios.co/>).
- [23] BioBolsa. (s.f). *Manual del BIOL*. México ([Biolsa](#)).
- [24] Agrosavia. (2019). *AGROSAVIA apuesta por la agricultura urbana y periurbana*. Bogotá (<https://www.agronet.gov.co/>).

- [25] Restrepo, J.; Hensel, J. (2009). *Manual práctico de agricultura orgánica y panes de piedra*. Impresora Feriva S.A. Cali - Colombia (<http://agroecologiar.com>.)
- [26] Piedrahita, C.A.; Caviedes, D.A. (2012). *Elaboración de un abono tipo "Bocashi" a partir de desechos orgánicos y sub producto de industria láctea (Lacto Suero)*. Proyecto de grado. Universidad de San Buenaventura. Cali - Colombia ([Piedrahita](#))
- [27] PESA. (2011). *Elaboración y uso del Bocashi*. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. El Salvador ([PESA](#))

Créditos imagenes

Portada: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-deaxx>.

Portada capítulo 1: [Compost photo created by freepik - www.freepik.com](https://www.freepik.com)

(<https://wordpress.org/openverse/image/f7325f38-1529-4a1f-b62c-e7c05c46435a>).

Página 11: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-gwrrj>.

Página 13: [Compost photo created by freepik - www.freepik.com](https://www.freepik.com).

Página 15: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-txsrk>.

Páginas 14 y 15: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-tqlyz>.

Página 17: [Photo by RODNAE Productions from Pexels](https://www.pexels.com).

Página 19: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-ypkob>.

Página 22: [Caterpillar vector created by brgfx - www.freepik.com](https://www.freepik.com).

Página 26: <https://docplayer.es/>.

Página 29: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-tuako>.

Página 31: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-rijyr>.

Página 32: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-tzfxi>.

Página 33: <https://pixabay.com/es/photos/abono-jard%c3%adn-residuos-bio-419261/>.

Página 35: <https://pixabay.com/es/photos/abono-jard%c3%adn-residuos-bio-419259/>.

Página 37: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-txrpk>.

Página 41: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-tkzcm>.

Página 43: [Animal stickers vector created by brgfx - www.freepik.com](http://www.freepik.com).

Página 43: [Animación de Luis Pico](#).

Página 45: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-hknpg>.

Página 46 y 47: <https://pixabay.com/es/illustrations/humus-escribiendo-letras-tierra-1220174/>.

Página 47: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-lepth>.

Página 48: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-xkmtx>.

Página 51: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-cxsxv>.

Página 54: https://www.aguamarket.com/sql/admin_fotos/.

Página 55: <https://static.wixstatic.com/media/>.

Páginas 54 y 55: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-otbmp>.

Páginas 56 y 57:
<https://i.pinimg.com/originals/27/11/fc/2711fc8d8337da9f15491a602b6ac22b.png>.

Página 59: <https://www.pngwing.com/es/free-png-kcdkm>.

Página 66: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-hfnyb>.

Página 70: <https://lombrimadrid.es/wp-content/uploads/2015/01/explotaciones.png>.

Página 71 arriba: <https://agrotendencia.tv/agropedia/wp-content/uploads/2019/04/imagen16.gif>.

Página 71 abajo:

<https://i.pinimg.com/736x/e9/38/cc/e938cc727402da6595d90febd48298e.jpg>.

Página 73: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-fkcwb>.

Página 75: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-scstw/>.

Página 77: <https://www.roastmagazine.com.mx/>.

Página 79: [Photo by Pranav Lal from Pexels](#).

Página 91: <https://www.klipartz.com/es/sticker-png-brpil>.

Portada capítulo 2: ["Vermiculture Training at Growing Power" by mjmonty is marked with CC BY 2.0](#).

