

GUÍA DE LOMBRICULTURA



Para emprendedores y productores del agro

Responsable de investigación
Arq. Eduardo Díaz

La Rioja - Abril del 2002

LOMBRICULTURA

Como todas las obras que tienen por destino la gente en su conjunto, esta ***Guía de Lombricultura*** también debe su existencia al aporte generoso de muchas personas que nos hicieron llegar información, sugerencias, anécdotas, correcciones etc.

En una lista inevitablemente parcial, quiero agradecer muy especialmente al Ing. Agr. César Cardozo (cmcardozo@topmail.com.ar), Arq. Ricardo Bondía, al equipo técnico de la Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí de Nicaragua, a los ing. Aníbal M. Ravena y Carlos A. De Sanzo.

También es de destacar las diversas empresas de cuyos sitios en internet se obtuvo parte de la información que se incluye en la guía que presentamos y cuyos datos están agregados en el cuerpo principal de la presente.

El Investigador

ÍNDICE

Capítulo I

Pág. Nº:

1. Introducción
2. ¿Que es la lombricultura?
3. Lombricultura y producciones orgánicas
4. Lombricultura y desechos urbanos
5. ¿Quienes se interesan por la lombricultura?
6. ¿Porqué se utiliza comercialmente la lombriz roja californiana?
7. ¿Cómo se comienza con la cría de estos animales?
8. Objetivos de la guía

Capítulo II

9. Taxonomía
10. Anatomía de la lombriz californiana
11. Reproducción de las lombrices

Capítulo III

12. Compost
13. Compostaje
14. Principios del compostaje
15. Principales factores que participan en el compostaje
 - a) Microorganismos
 - b) Humedad
 - c) Aireación
 - d) Temperatura
 - e) Relación Carbono/Nitrógeno
 - f) Tamaño de partículas
 - g) pH
16. Preparación del compost
17. Trabajos periódicos en la pila
 - a) Riego
 - b) Remoción
 - c) Controles sanitarios
18. Condiciones que inciden en la formación del compost y problemas frecuentes
19. Características principales de un buen compost para Lombricultura
20. Indicadores de la finalización del compostaje y del lombricompuesto

Capítulo IV

21. El lombricario
 - Esquema de disposición de los lechos

Capítulo V

22. El suelo agrario
 - Fertilidad potencial
23. El Humus
24. Colonización microbiana del suelo

Capítulo VI

25. Características y propiedades del lombricompuesto
26. Propiedades químicas
27. Propiedades físicas
28. Propiedades biológicas
29. Valores medios analíticos del humus del lombricompuesto
30. Producción cuantitativa de humus
31. Factores que afectan la producción de humus
 - a) Temperaturas
 - b) Humedad
 - c) Aireación
 - d) Acidez – alcalinidad
 - e) El agua

-
- f) Tablas de síntesis
 - 32. Aplicación del humus de lombriz

Capítulo VII

- 33. Plagas y enfermedades
 - a) Las hormigas rojas
 - b) Los pájaros
 - c) Ratonés
 - d) Planaria

Capítulo VIII

- 34. Preparación del criadero para iniciación y reserva

Capítulo IX

- 35. Residuos orgánicos. Consideraciones generales
- 36. Estiércoles animales
- 37. Composición de algunos estiércoles
 - a) Composición de deyecciones sólidas y líquidas de especies animales
 - b) Elementos fertilizantes derivados de deyecciones sólidas y líquidas por cab/año en kg.
 - c) Composición media porcentual de estiércol animal calculados en base a materia seca
 - d) Análisis de camas con resultados en base a materia seca
- 38. Pérdida de nitrógeno
- 39. Diferencias entre el estiércol puro y el procesado
 - a) Estiércol fresco
 - b) Estiércol procesado: humificado y compostado
 - c) Contenido de N, de N y C mineralizados y N disponible realizado en laboratorio
- 40. Una experiencia de compostaje
- 41. Materiales utilizables para el compost de origen vegetal
- 42. Materiales clasificados de acuerdo al tamaño de las partículas

Capítulo X

- 43. Procesos especiales de compostaje
 - a) Barros residuales
- 44. Compostaje de barros residuales
- 45. Residuos sólidos industriales
- 46. Características del compost de desechos urbanos e industriales.
- 47. Desechos animales de la industria

Capítulo XI

- 48. Análisis económico
- 49. Plan de Negocios
 - 1) Capital Inicial destinado a Inversión Productiva
 - 2) Objetivos de Producción a lograr
 - 3) Segregación del Capital de Trabajo y Capital Fijo
 - 4) Tareas a desarrollar
 - 5) Cuadro de Producción y Flujo de Fondos
- 50. Algunos precios en el mercado argentino
- 51. Materia prima, costos y producción en emprendimientos importantes
- 52. Análisis de costos para el 1° año de explotación
- 53. Análisis de costos para el 2° año de explotación
- 54. Análisis de costos para el 3° año de explotación
- 55. Análisis de costos para el 4° año de explotación

Capítulo XII

- 56. Normas internacionales de producción
- 57. Impuestos que gravan el producto
- 58. Datos estadísticos de producción por cuna y por tiempo
- 59. Epílogo
- 60. Una guía rápida
- 61. Productores argentinos

CAPÍTULO I

1. Introducción

Mucho se ha escrito sobre las lombrices, su comportamiento y sus posibles aplicaciones. Muchas páginas cuentan anécdotas en torno a las lombrices, entre las cuales, por ejemplo, se cita el edicto de un Faraón del Antiguo Egipto prohibiendo exportarlas del país bajo pena de muerte. La fertilidad del valle del Nilo, en efecto, se atribuía en gran parte a la laboriosa tarea de las lombrices.

De todos los investigadores que trataron la materia, el más famoso es, sin duda, Darwin. En tiempos más recientes, hacia 1947, el primer gran criador de lombrices ha sido, al parecer, Hugh Carter, primo del ex-presidente de EE UU.



Lombrices californianas

recuperación de los materiales de desecho a escala familiar o urbana.

Otro gran criador es Ronald Caddie senior, presidente de la sociedad más importante de todas las que se dedican a la cría y comercialización de lombrices.

A ambos y a otros pioneros en este mismo campo, les corresponde el mérito de haber aplicado técnicas modernas de cultivo y, sobre todo, el de haber visto en este animal una valiosa ayuda para la

2. ¿Qué es la lombricultura?

Esta biotecnología, prácticamente desconocida entre nosotros hasta hace poco tiempo, se inició en EEUU, se extendió a Europa y finalmente hacia el resto del mundo; aplica normas y técnicas de producción utilizando las lombrices rojas californianas para reciclar residuos orgánicos biodegradables y, como fruto de su ingestión, los anélidos efectúan sus deyecciones convertidas en el fertilizante orgánico más importante hoy disponible.

Con su actividad participan en la fertilización, aireación, formación del suelo y es posible obtener materia orgánica muy estable en un tiempo relativamente corto para su uso inmediato en la agricultura. Se trata del **humus de lombriz**, sustancia inodora parecida a la borra de café que, en comparación con la urea, es 5 veces superior en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

Aún persiste la creencia de que las lombrices de tierra son dañinas en los almácigos; en realidad, por carecer de dientes y mandíbulas no pueden destruir las raíces porque su alimentación es micrófaga.

La cría y reproducción de estos anélidos se efectúa en cunas apropiadas que pueden construirse de diferentes materiales. Dichas cunas se tapan con medias sombras para evitar el accionar de los depredadores (batracios, ratas y/o pájaros). Esta explotación, que puede ser manejada por niños y/o adultos indistintamente, no depara ningún tipo de enfermedad potencial. En ninguna de las etapas del compostaje o del vermicompostaje existen emanaciones de olor alguno y puede clasificarse como una actividad base de cualquier granja autosustentable para el desarrollo orgánico de cualquier tipo de producción agroganadera.

Esta actividad puede desarrollarse como microemprendimiento o a gran escala.

3. Lombricultura y producciones orgánicas

La agricultura orgánica es uno de los varios enfoques de la agricultura sustentable. En efecto, muchas de las técnicas utilizadas, por ejemplo -los cultivos intercalados, la integración entre cultivos y ganado- se practican en el marco de diversos sistemas agrícolas.

Lo que distingue a la agricultura orgánica es que, reglamentada por diferentes leyes y programas de certificación, tiene prohibidos casi todos los insumos sintéticos. Es aquí donde cabe mencionar la acción del **humus de lombriz** como mejorador de suelos en términos físicos, químicos y biológicos, acordes con aquella reglamentación.

Más allá de las normas, el uso del lombricompuesto se generaliza debido a sus extraordinarias cualidades, transformándose en un insumo irremplazable en algunas actividades como la floricultura y avanzando rápidamente en el ámbito fruti-hortícola especialmente en los viveros.

Una agricultura orgánica debidamente gestionada reduce o elimina la contaminación del agua y permite conservar el agua y el suelo en las granjas.

4. Lombricultura y desechos urbanos

En nuestros días, el problema de los residuos en las sociedades industriales se está dejando sentir con particular intensidad donde el extraordinario interés que ha suscitado el tema de las lombrices se debe a que estos invertebrados son unos formidables devoradores de materias orgánicas en descomposición. De aquí, a pensar en la lombriz para eliminar o digerir los desechos urbanos hay un corto paso, al menos en teoría, ya que en la práctica las dificultades no son pocas.

Una vez superado el entusiasmo que despertó al principio este nuevo tipo de actividad, y tras la inevitable confusión que le siguió después, el tema de las lombrices hoy en día se está planteando en términos mucho más reales. Se está considerando la lombriz como lo que realmente es; se la estudia con más atención y se está intentando valorar objetivamente su verdadera capacidad productiva para aprovechar, del mejor modo, las interesantes posibilidades que su cría ofrece.

5. ¿Quiénes se interesan por la lombricultura?

Los interesados en la lombricultura ya no son simples curiosos, sino que son personas interesadas en saber, conocer, estar al corriente de lo que pueden hacer, quieren informarse sobre cuál será el desarrollo lógico y normal de su cría y la ven como una actividad económicamente rentable que exige una dedicación seria.

6. ¿Por qué se utiliza comercialmente la lombriz roja californiana?



Eisenia foetida

Esta denominación abarca un conjunto de especies (entre ellas la *Eisenia foetida*), seleccionadas en California durante la década del 50.

Esta selección se efectuó por su corto ciclo reproductivo (4 veces por año), elevada frecuencia de apareamiento (producen 1 cocón cada 7-10 días), mayor longevidad (15-16 años), su docilidad para la cría en ambientes reducidos, su voracidad (debida a la incidencia de los factores anteriores) y su mayor velocidad y volumen en la producción de lombricompuesto.

De una sola lombriz se obtienen alrededor de 10.000 al cabo de 1 año según la siguiente tabla que contempla promedios tales como: 1 cocón por lombriz, cada 10 nacen 3 ($3 \times 3 = 9$ por mes, 27 en 3 meses). Con un 50-70% de pérdida por migración o muerte quedan entre 8 y 13 lombrices. Partiendo de una, se obtiene, entonces, un promedio de 10 cada tres meses.

1 lombriz	1 ciclo de 3 meses	10 lombrices por trimestre
1 lombriz	4 ciclos de 3 meses	$10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10.000$ por año

Nota:

Estos valores son posibles en laboratorio pues en la práctica, por la incidencia de diversos factores climáticos y humanos, el rinde es menor, considerándose que una producción de 1500 lombrices anuales denota un excelente manejo de su cría.

Desde el nacimiento las lombrices pueden ingerir el alimento por sus propios medios mientras esté lo suficientemente húmedo y compostado. La lombriz abre la boca e ingiere el alimento mientras avanza arrastrándose por el terreno.



Cocónes

Las lombrices poseen ambos aparatos genitales femenino y masculino, intercambian espermatozoides y dan lugar a la liberación de cocones desde ambos individuos protegidos por una sustancia viscosa elaborada por el clitelo de cada una de ellas.

Les bastarán unos 25 a 30 días de incubación y de 60 a 70 días de maduración para estar en condiciones de acoplarse.

7. ¿Cómo se comienza con la cría de estos animales?

Criar lombrices también presenta sus problemas, sus particularidades y sus secretos.

Instalar un criadero de lombrices es lo mismo que instalar cualquier otro tipo de explotación zootécnica; existen costos, plazos de gestión, plazos de producción y, por otro lado hay que preocuparse también para hacer cuadrar las cuentas de la gestión económica.

Pero criar lombrices está al alcance de todo el mundo, es una actividad que se puede plantear a cualquier nivel, aunque es evidente que habrá que seguir criterios distintos en cada caso; no obstante, podemos anticipar que hay unas reglas constantes, ya sea que se emprenda como simple afición o se críe a nivel industrial.

8. Objetivos de la guía

A partir de los datos suministrados en estas páginas, se espera lograr que los interesados cuenten con una guía completa, concisa, de fácil interpretación que los oriente eficazmente para un mejor rendimiento en sus emprendimientos económicos.

No obstante, dependerá del deseo y esfuerzos personales de superación, un aprendizaje de mayor nivel académico, como así también, nada podrá sustituir la propia experimentación y experiencia, tanto como el asesoramiento directo de profesionales en la materia, quienes limitarán el nivel de riesgo en esta empresa.

Los que cumplan con este objetivo probablemente se encontrarán dentro del porcentaje de emprendedores que logrará un merecido éxito a nivel económico.

CAPÍTULO II

9. Taxonomía

En el lenguaje universal que se usa para nombrar los seres vivos, animales y vegetales, se emplea desde tiempos muy antiguos la nomenclatura binaria, fijada por *Linné* cuando publicó “Species Plantarum” (1753).

En aquella publicación se emplean dos términos latinos que designan los distintos organismos:

el primero se escribe con mayúscula e indica el género (por ej.: **Eisenia**) y el segundo con minúsculas, precedido por el primero, designa el nombre específico (por ej.: **Eisenia foetida**).

Aunque es difícil definir sencillamente qué es especie contemplando todas las posibilidades de variabilidad abarcables, puede decirse que está constituida por un conjunto de individuos semejantes que, al unirse sexualmente, producen descendencia fértil parecida a sus progenitores.

De acuerdo con su grado de afinidad los animales y las plantas se reúnen en **géneros**, los géneros afines se reúnen en **familias**.

Las familias se agrupan a su vez en los **órdenes**, éstos se agrupan en **clases**, quedando solo dos jerarquías superiores: **división** y **reino**.

Ejemplo de clasificación taxonómica de la lombriz californiana o **Eisenia foetida**.

Reino: Animal.

División: Anélidos.

Clase: Clitelados.

Orden: Oligoquetos.

Familia: Lombrícidos.

Género: Eisenia.

Especie: foetida.

En el orden de los oligoquetos hay aproximadamente 1800 especies agrupadas en 5 familias distribuidas en todo el mundo. La familia de los lombrícidos tiene unas 220 especies con tamaños que oscilan desde unos pocos milímetros hasta más de un metro, pero la mayoría están comprendidas entre 2 y 20 cm.

De modo arbitrario podemos clasificar las lombrices más comunes en dos grupos

- Grupo pigmentado de rojo, donde se encuentran entre otros, la lombriz de tierra (*Lumbricus terrestris*), y la lombriz del compost (*Eisenia foetida*).
- Grupo de lombrices grises. Incluye entre otras a la lombriz pálida (*Octolasion lacteum*), una de las removedoras de tierra más activas.

Las lombrices rojas se alimentan más cerca de la superficie depositando sus excrementos sobre el suelo o en profundidad y las grisáceas hacen ambas cosas, tanto en superficie como en el interior del suelo.

10. Anatomía de la lombriz californiana

Para una mejor comprensión y estudio de la anatomía de la *Eisenia foetida*

dividiremos órganos y tejidos principales. Observémoslos en la figura que sigue:

- a) **Cutícula:** lámina quitinosa muy delgada, finamente estriada, cruzada por fibras.
- b) **Epidermis:** epitelio simple con células glandulares que están encargadas de producir mucus y sustancias cerosas.

c) **Capas musculares**

d) **Peritoneo:** es lo que limita al celoma (cavidad de la lombriz)

e) **Celoma:** espacio que contiene líquido y envuelve al canal alimenticio. Este fluido se expulsa ante el peligro.

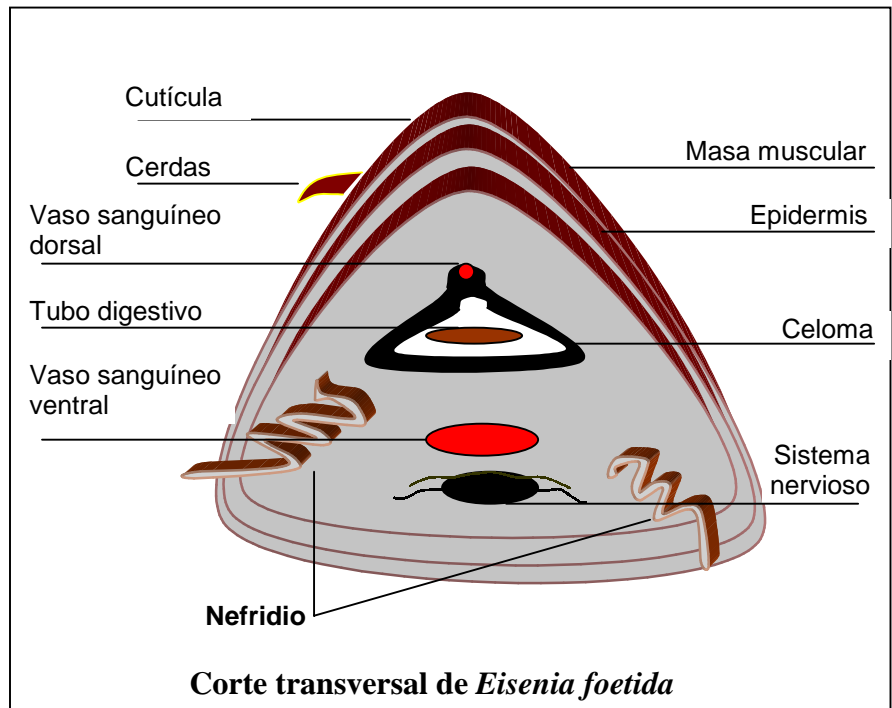
f) **Tubo digestivo**

Mostrado en la figura al pie de página, ocupa casi toda la parte central.

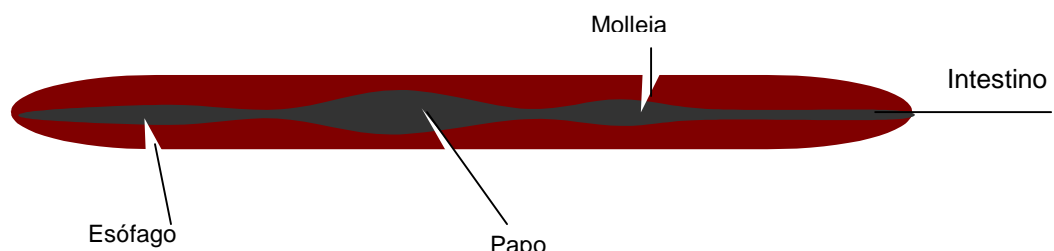
Este canal corre desde la boca al ano. Detrás de la boca encontramos la cavidad bucal y dentro de ella las células del paladar (prostomio)

Luego de la cavidad bucal, continúa la faringe que une la boca al esófago actuando como una bomba de succión.

El esófago se abre a partir de la faringe y continúa en el papo y la molleja que aplastan el alimento para su digestión. Detrás de la molleja comienza el intestino donde ocurre la digestión y la absorción de los alimentos, pudiendo detectar glucosa y sacarosa entre otras sustancias.



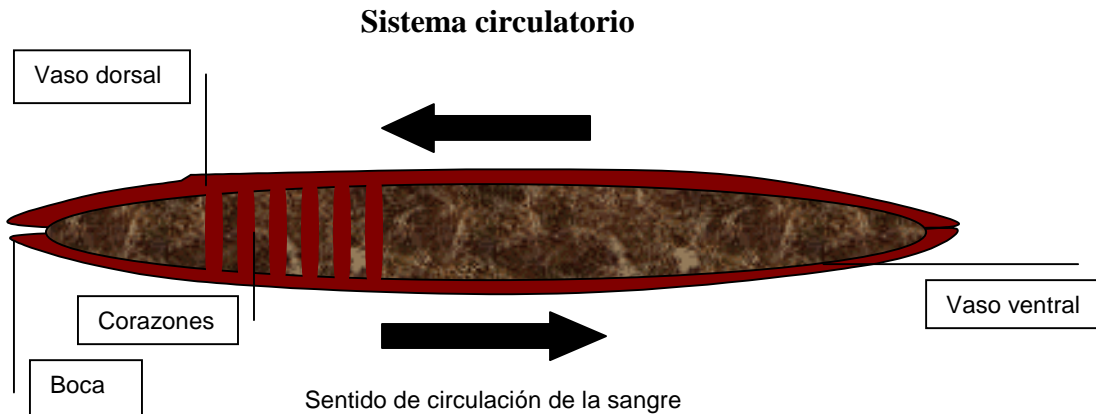
Aparato digestivo



a) **Sistema circulatorio:**

Entre el comienzo del aparato digestivo y la pared corporal existen pares de vasos sanguíneos o “corazones” contráctiles, que impulsan el líquido sanguíneo como lo indica la figura en la página siguiente.

La sangre absorbe oxígeno y alimentos del intestino, elimina residuos solubles en los riñones y libera gas carbónico por la piel.



b) Sistema respiratorio:

Es muy primitivo, no existen pulmones verdaderos, pero el oxígeno pasa por la pared del cuerpo, de donde es retirado por la sangre.

c) Sistema excretor:

La excreción se realiza por órganos especiales, los nefridios (figura 1). Hay 2 para cada anillo. Son parecidos a un cuerno de vaca. La extremidad más abierta se encuentra sumergida en el celoma, continuándose en tubos uriníferos que se abren al exterior en poros uriníferos. Las células internas son ciliadas y sus movimientos permiten retirar la orina del celoma.

d) Sistema nervioso:

Es del tipo ganglionar escaleriforme, con dos ganglios dorsales supraesofásicos (ganglios cerebrales unidos por la comisura transversal). De estos parten dos tiras laterales dirigidas hacia atrás y hacia abajo a otros dos ganglios subesofágicos, unidos también por una comisura transversal. El conjunto tiene apariencia de una escalera.

e) Visión:

En la epidermis hay un gran número de células fotosensibles ubicadas especialmente en el prostomio. Son los órganos primitivos de visión de las lombrices. Las lombrices huyen de la luz (fototaxis negativa), no detectan la luz roja y los rayos ultravioletas les provocan la muerte.

f) Segmentos:

Aunque muy primitivos, las lombrices han desarrollado los siguientes sistemas: nervioso, circulatorio, digestivo, excretor, reproductor y muscular. El aspecto más destacable es la segmentación de su cuerpo que se extiende también hacia el interior.

Tienen entre 40 y 120 segmentos o anillos y éstos, en forma similar a los animales superiores, tienen distintas funciones según su ubicación. La primera sección contiene la boca y el prostomio que es un lóbulo que cubre la misma y actúa como una cuña rompiendo lo que el animal encuentra cuando se desliza.

En cada segmento se localizan pequeñas cerdas que pueden moverse a voluntad para su traslación, careciendo de otras estructuras visibles que faciliten su desplazamiento pero ayudándose con secreciones glandulares que producen una sustancia lubricante “mucus”, muy

útil para su desplazamiento y estabilización de las galerías del lombricompuesto.

El tracto digestivo de la lombriz es en verdad muy eficiente. Su poderosa musculatura permite la mezcla de lo ingerido y su desplazamiento.

Produce fluido que contiene enzimas, aminoácidos, azúcares y otras sustancias orgánicas a partir de los residuos.

También se encuentran protozoos, bacterias, hongos, actinomicetes y otros microorganismos que ayudan a la digestión.

Las moléculas más simples se absorben en el intestino para la obtención de energía y síntesis metabólica.

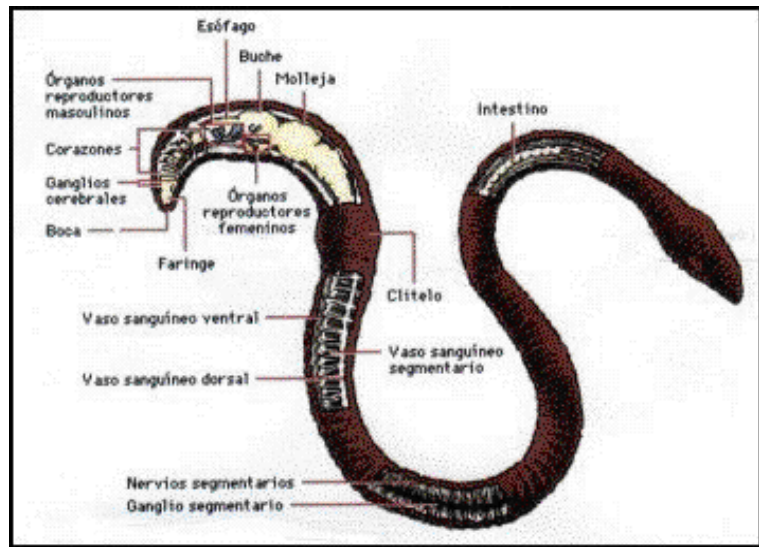


Figura 4: Secciones de la lombriz

11. Reproducción de las lombrices

Las lombrices son hermafroditas, es decir, están dotadas de órganos sexuales masculinos y femeninos, pero son incapaces de autofecundarse, y se reproducen recíprocamente por fecundación cruzada.

Durante el apareamiento se intercambian espermatozoides que no fecundan inmediatamente a los óvulos.

Luego de producirse la fecundación, depositan en el lugar donde se alimentan 3 cápsulas de paredes resistentes (llamadas cocones) conteniendo cada una de 3 a 10 lombrices pequeñas.

Estas lombrices, que son iguales a las adultas pero de color blanco y más pequeñas, están sometidas a peligros que pueden ser mortales para su delicada textura como: falta de comida, presencia de algún producto tóxico, enemigos naturales etc. haciendo que disminuya apreciablemente el número inicial, llegando aproximadamente un 50% al estado adulto.



Acoplamiento



Cocón eclosionando

Por ello, como ya señalamos anteriormente, es evidencia de un excelente manejo en la cría de estos animales si en la práctica puede decirse que se han logrado unos 1500 individuos de cada lombriz adulta por año.

CAPITULO III

12. Compost

En la naturaleza todo se recicla: lo que sale de la tierra torna como excremento, hojas, cadáveres, etc. Un sinnúmero de descomponedores, desde el buitre, pasando por las lombrices hasta millones de microorganismos, cierran el ciclo manteniendo la fertilidad del suelo. Así son posibles prodigios de fertilidad como las selvas tropicales, situadas sobre tierras sumamente frágiles.

La mal llamada revolución verde de los años 50-60 y la teoría de Liebig de la nutrición mineral, media verdad que reducía la alimentación de las plantas a nitrógeno, fósforo y potasio ignorando la importancia de los oligoelementos y microorganismos, dio pie al desafortunado desarrollo de la industria de los fertilizantes químicos y al abandono progresivo de los abonos orgánicos.

13. Compostaje

El proceso de compostaje es la **transformación biológica de los residuos orgánicos** llevada a cabo **por los microorganismos** debido a la cual, elementos químicos como el N, C, K, P y S de compuestos complejos se liberan; sustancias como la celulosa y la proteína entre otras se degradan en otras más simples sin olor desagradable y así **son ingeridas por las lombrices**.

La descomposición en general se logra de 2 formas:

Aeróbica o rápida, con liberación de CO₂, H₂O y energía calórica
(1gr. de glucosa = 500 Kcal.)

Anaeróbica o lenta, libera SH₂, CH₄, NH₃, poco CO₂, menos energía
(1gr. de glucosa = 26 Kcal.)

14. Principios de compostaje

Relación C/N: Es importante conocer las relaciones de C/N (Carbono/Nitrógeno) de todos los residuos para evitar demoras y controlar la calidad.

Con una relación C/N alta superior a 50/1 (mezclas con viruta) demora 5-6 meses y con relación baja de C/N de 10/1 (excremento de gallina) también se dilata pues los microorganismos no obtienen el carbono para iniciar el proceso que incorpora 1/3 a su cuerpo y elimina los 2/3 sobrantes en forma de dióxido de carbono.

El nitrógeno de las proteínas puede perderse en forma gaseosa (amoníaco). Para evitarlo debe mantenerse la masa húmeda (con agua se forma hidróxido de amonio reteniendo nitrógeno). También se puede usar sulfato de calcio (yeso) formando sulfato de amonio (forma retenida de nitrógeno) y carbonato de calcio. Otra forma es emplear tierras arcillosas, como tierra diatomea.

Es importante elevar la relación C/N con agregado de pajas (celulosa). Si trabajamos con estiércoles frescos (alto contenido de agua y celulosa), no mejoraremos ni química ni físicamente los suelos.

Si incorporamos estiércol sin compostaje previo, observaremos una baja inmediata de nitrógeno asimilable por las lombrices, ya que los microorganismos los utilizan para su reproducción.

Debemos tener presente que los animales adultos producen estiércol de mejor calidad al eliminar más nutrientes.

La relación C/N ideal para comenzar el compostaje es de 30 a 40/1.

2/3 del Carbono se elimina como sobrante por los microorganismos y el tercio restante se inmoviliza como parte del cuerpo microbiano dando una relación de 10/1, óptima para alimentar lombrices.

Un activador del compost es la cama de pollo: acelera la descomposición y evita la fermentación pútrida por ser una sustancia con acción microbiana intensa; hongos y elementos nutritivos y el sulfato de amonio: 300 gr. o superfosfato: 150 gramos cada 2 m² de pila de 0,70 m de altura.

15. Principales factores que participan en el compostaje:

- a. Microorganismos
- b. Humedad
- c. Aireación
- d. Temperatura
- e. Relación Carbono/Nitrógeno
- f. Tamaño de partículas
- g. pH

a) Microorganismos

La conversión de la materia orgánica cruda biodegradable en materia orgánica humificada es un proceso microbiológico, llevado a cabo por microorganismos: bacterias, hongos y actinomicetes.

En el comienzo de la descomposición, en la fase mesófila aerobia, predominan bacterias y hongos productores de ácidos. Al aumentar la temperatura y pasar a la fase termófila predominan bacterias, actinomicetes y hongos termófilos y termotolerantes. Las poblaciones microbianas se ubicarán según el oxígeno disponible en la masa. Los microorganismos que pueden protegerse encapsulándose o formando esporas pueden soportar temperaturas de hasta 75°C o más.

Pasando la fase termófila, el compost va perdiendo calor retornando a la fase mesófila, generalmente más larga y efectiva que la primera, terminando en la fase criófila, cuando la temperatura es igual a la del ambiente. En esta podemos observar una variada fauna saprófita: hormigas, ciempiés, gusanos blancos, etc. todos éstos, indicadores de la finalización del compost.

Residuos muy pajosos y/o pobres en microorganismos, pueden compostarse si los impregnamos con algún inoculante (microorganismos) de estiércoles animales, residuos domiciliarios, tortas oleaginosas etc. entrando en degradación inmediata por el doble efecto que causa la inoculación y la regulación de la relación C/N.

En condiciones que sean favorables, los microorganismos autóctonos se multiplican rápidamente, especialmente con buena aireación y humedad.

Los hongos y actinomicetes, menos exigentes en humedad, abundan en los primeros 5-15 cm. y se visualizan en forma de finos hilos de color blancuzco en forma de tela de araña.



Pilas de compost cubiertas con paja

Nótese los carteles con indicaciones sobre fechas, características de los componentes, etc..

Las bacterias generalmente se ubican en el centro de la pila, con temperaturas de 60-70°C, ocurriendo allí las mayores alteraciones de la materia orgánica.

Los hongos y actinomicetes descomponen los materiales mas resistentes de la celulosa, hemicelulosa, lignina y quitina (material constituyente del esqueleto de los insectos)

b) Humedad

El agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos.

Saturando una masa de materia orgánica, los espacios vacíos se inundarán con agua sin lugar para el aire. Inversamente, deshidratándola, todos los espacios vacíos serán ocupados por el aire.

Cuanto más finas sean las partículas del compost, mayor será la retención del agua, así por ej. la turba llega a absorber más del 90% de agua; los estiércoles pueden retener de 70 a 80% de agua, las cáscaras, pajas y otros materiales fibrosos y groseros, retienen de 60 a 70% de agua. A medida que el material se va humificando va aumentando la retención de agua.

La materia orgánica en compostaje tiene una humedad óptima cercana al 60%, (si un puñado de material se aprieta fuertemente y apenas gotea la humedad es la correcta) siendo sus límites entre 70 y 40%.

Materiales más gruesos y fibrosos pueden iniciar el proceso de descomposición aerobio sin peligro de anaerobiosis con porcentajes de humedad superiores al 60%. Los materiales más finos tienen tendencia a compactarse necesitando que la humedad inicial para el compostaje sea inferior al 60%.

El riego debe darse por aspersión para permitir que la masa absorba el agua evitando así el pasaje rápido del líquido y formación de barro en la parte inferior de la pila.

Debajo del 12% de humedad, cesa prácticamente la actividad microbiológica tornándose el proceso de descomposición muy lento. Por ello es muy importante el control de la humedad. **La acción del viento es más eficiente para la extracción de humedad que la acción del sol.**

Se recomienda realizar el compostaje en terrenos altos que evite anegamientos en épocas de lluvias, sobre todo hacia el final del proceso (la granulometría es más fina y absorbe más agua).

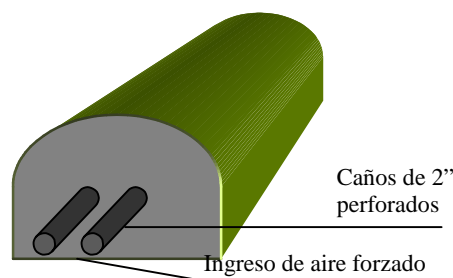
En estiércoles puros se retiene demasiada humedad, mientras que con mucha paja no hay humedad suficiente. Habrá que regar, remover y eventualmente agregar materiales más finos. Ayuda a conservar la humedad la cobertura de la pila con polietileno negro de 100 micrones (en estos casos el plástico dificulta la diseminación de los vapores propios del compostaje).

c) Aireación

Necesitamos que proliferen microorganismos aeróbicos que requieren oxígeno para efectuar su metabolismo. Si proliferan los anaeróbicos, tendremos sus productos metabólicos como metano, ácido sulfídrico y amoníaco con su resultado de malos olores, moscas y sus larvas.

No se aconseja que la altura de la pila exceda 1,2-1,5 m. pues el peso conduce a la compactación y tiende a la anaerobiosis. De aquí que sea tan importante la remoción periódica con horquilla.

Se arma la pila sobre tubos perforados, palos, postes o



Pila de compost con aireación forzada

ladrillos separados. Así, moviendo dicha estructura, mejora la aireación la aireación y drenaje logrando con la presencia de aire una rápida oxidación de la materia orgánica que permite una transformación sin malos olores ni presencia de moscas.

El consumo de oxígeno depende de la temperatura, humedad, granulometría, composición química de la masa y de las remociones decididas en función de las temperaturas muy altas.

Realizando un corte transversal en la pila, vemos una gran variación en los porcentajes de aire en los espacios vacíos. Las capas externas contienen un 18-20% de aire. Hacia el interior de la pila y a los 60 cm de profundidad el tenor de aire baja hasta el 0,5-2%.

En el compostaje artesanal, donde todo el trabajo se realiza en forma manual, se utilizan varios métodos para oxigenar el medio, pero el más difundido es el de la remoción periódica de la pila.

Si la pila es grande y compacta tenderá a la anaerobiosis. Si la altura es la recomendada (0,7 m) poco densa y con una pequeña cantidad de materiales groseros que producen alta porosidad, los cambios se darán con rapidez, la temperatura se elevará fácilmente y el tiempo de compostaje será menor.

La relación ideal entre porosidad y contenido de agua para residuos a compostar está entre 30 y 35% de porosidad y un 55-65% del peso en agua.

d) Temperatura

El metabolismo de los microorganismos aerobios es exotérmico existiendo cierto grupo de microorganismos que tienen una franja de temperatura óptima de desenvolvimiento.

La actividad microbiana del material trabajado en grandes montones puede elevar la temperatura hasta los 80°C. Estas temperaturas son deseables para destruir larvas, huevos, semillas de malezas y muchos organismos patógenos, aunque no es bueno tener muchos días de temperaturas de 75°C por la pérdida de nitrógeno, restricción del número de microorganismos, pueden insolubilizarse proteínas solubles en agua y provocar desprendimiento de amonio, sobre todo si la relación C/N es baja. En este caso se agrega material rico en carbono, como el material leñoso o se puede bajar la altura de la pila para disipar calor.

Si por el contrario la pila no eleva la temperatura, agregamos material rico en nitrógeno como los estiércoles (la cobertura con polietileno ayuda a mantener elevada la temperatura).

Es interesante la experiencia llevada a cabo en Nicaragua, donde pudieron comprobar que los plásticos transparentes logran un aumento mayor de la temperatura que el negro, aunque este último favorece la reproducción de las lombrices mejor que el anterior.

Tales datos nos sirven para tomar la decisión sobre qué cobertura colocar, según sea la pila de compost o en cunas con lombrices, es decir, según qué es lo que queremos priorizar en nuestro emprendimiento.

La temperatura óptima de descomposición se ubica en los 50-70°C (60°C es lo más indicado)

Clasificación de bacterias según rango óptimo de temperaturas			
	Temp. Mínima	Temp. óptima	Temp. Máxima
Termófilos	25-45°C	50-55°C	85°C
Mesófilos	15-25°C	25-40°C	43°C

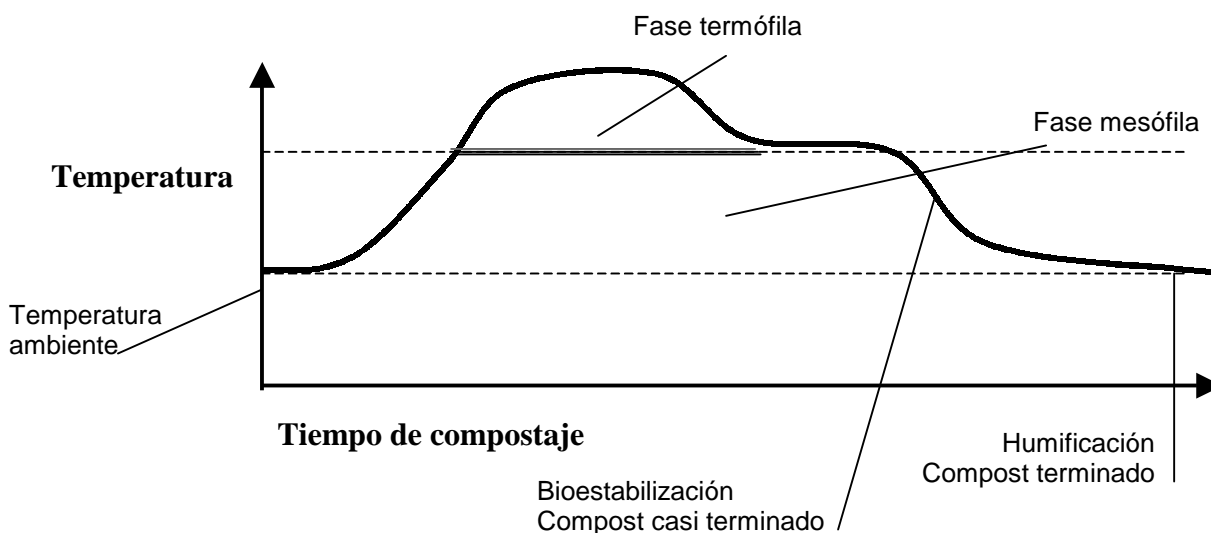
La temperatura ambiente no tiene mucha influencia sobre la temperatura de la pila (salvo en casos extremos). En días fríos la masa permanecerá caliente desprendiendo calor y vapor de agua que se percibirá fácilmente. Las pérdidas de calor son proporcionales a las dimensiones de la

pila: más largas y altas tienen superficie de exposición menor proporcionalmente y mayor relación volumen/área, perdiendo menos calor que los montones pequeños.

El desenvolvimiento de la temperatura está relacionado con varios factores:

- Contenido de proteínas
- Relación C/N baja eleva más la temperatura
- Materiales molidos con granulometría fina, elevan menos la temperatura

Curva de temperatura



La figura anterior muestra un patrón de temperatura que parte de la temperatura ambiente, pasa rápidamente a la fase mesófila, sube a termófila formando un plateau al mantenerse un tiempo más largo que la fase anterior. Prosiguiendo la descomposición sin déficit de humedad y oxígeno, la temperatura bajará a un nuevo plateau de mayor período de tiempo que el anterior.

En unos 100-120 días se llega a la total humificación de la materia orgánica, finalizando el período de compostaje donde la temperatura bajará aprox. a la del ambiente. Como la temperatura varía según la profundidad de la pila, se recomienda medirla siempre a la misma altura (unos 40 cm) y en diferentes puntos para tener un valor promedio.

Para bajar la temperatura se recomienda regar el compost en forma de lluvia fina, removerlo, ambas acciones conjuntas o reducir la dimensión de la pila. Cuando el compost se encuentra en proceso de descomposición la temperatura bajará por efecto de las remociones. En unas 6-12 horas podría recuperar el calor que poseía con anterioridad.

No es aconsejable remover el compost frecuentemente de modo que no pueda recuperar la temperatura perdida pues, alterando la faja de calor, perjudicaríamos a los microorganismos dominantes.

En la práctica, inicialmente tenemos un rápido calentamiento de la pila a medida que los microorganismos se multiplican.

Al pasar los 40°C la flora mesófila es reemplazada por la termófila, lo que ocurre en dos o tres días. La temperatura llega hasta unos 70°C, descendiendo luego hasta la temperatura ambiente. En pilas más pequeñas se observa un mayor contraste entre las temperaturas en el centro y en la superficie de la pila.

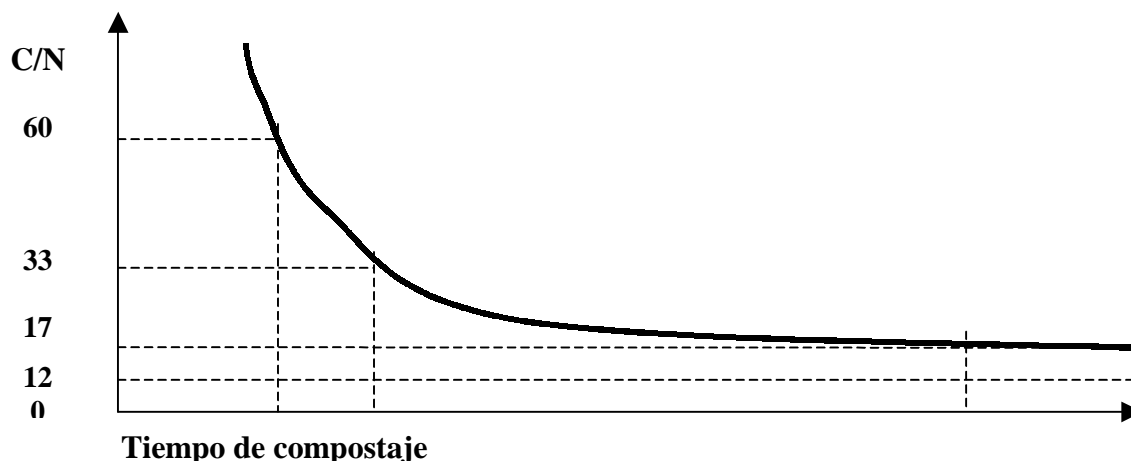
e) Relación Carbono/Nitrógeno

En términos generales, los microorganismos absorben 30 partes de C por cada parte de N. El carbono se utiliza como fuente de energía siendo 10 partes incorporadas al protoplasma celular y 20 partes eliminadas como dióxido de carbono (CO_2). Esta razón de 10:1 que tienen los microorganismos es la misma que tiene el humus.

Un ejemplo ayudará a comprender: supongamos que 100 Kg de materia orgánica tengan aproximadamente 52% de carbono; los microorganismos asimila 1/3 de él en sus protoplasmas, incorporando 17,3 kg de carbono y eliminando 34,7 kg.

Como para la incorporación es necesaria la relación 10:1, para asimilar 17,3 kg de carbono hace falta 1,73 kg de nitrógeno. Si existe exceso de C en relación al N (relación C/N alta), el carbono se consume o elimina en cuanto que el nitrógeno va siendo reciclado, pues los microorganismos que mueren cederán el nitrógeno de sus esqueletos. De ese modo, un material con una relación 80/1, por descomposición va perdiendo carbono. A medida que el nitrógeno se recicla, baja la relación hasta llegar a 10/1, cuando se estabiliza en forma húmica.

Fases de descomposición



Cuando un compuesto orgánico con una relación C/N alta se aplica al suelo, sucede que los microorganismos utilizan el nitrógeno de los que mueren y también del suelo en donde se encuentra en forma nítrica y amoniacal procurando con ello reducir la elevada proporción de carbono en relación al nitrógeno. Se dice que existe hambre de nitrógeno, pues los microorganismos han utilizado el nitrógeno disponible para los vegetales.

Cuando el exceso de carbono fue eliminado, el material húmico estará siendo mineralizado de manera que el nitrógeno orgánico estará en formas inorgánicas solubles, estando en estos momentos disponible para las plantas.

La figura anterior muestra como ocurren las fases de descomposición, verificándose que la materia orgánica, con relación C/N igual a 60 dispondrá de 30 a 60 días para ser bioestabilizada. En el rango de 60 a 33 se inmovilizará nitrógeno, esto es, de las formas solubles nítricas y amoniacales a las formas orgánicas insolubles.

Para llegar a la bioestabilidad (de 33 a 17) pueden pasar 15-30 días y en este período los microorganismos no obtendrán nitrógeno del suelo, pero tampoco habrá mineralización de las formas orgánicas. El nitrógeno se devolverá a los vegetales a partir de una relación C/N de 17.

Los materiales orgánicos con elevada relación C/N pueden producir, al ser aplicados al suelo,

deficiencias de nitrógeno con síntomas de clorosis, pudiendo llegar en los casos más extremos a la muerte de las hojas y del vegetal. Si esto ocurre, se recomienda aplicar un fertilizante nitrogenado por la vía más conveniente.

Si sucede el caso opuesto, relación C/N baja (5/1-10/1), común en residuos de frigorífico, los microorganismos eliminan el exceso de nitrógeno en forma amoniacal hacia la atmósfera.



Cunas protegidas en zonas muy frías

Esto se acelera cuando se quiere compostar en breve plazo, realizando más aireaciones revolviendo, ya que el material llega a compactarse con mucha facilidad. El desprendimiento de amoníaco puede ser tan intenso que llega a sentirse su olor cada vez que se lo revuelve.

Cuando se tiene mucho residuo rico en proteínas se recomienda incorporar restos celulósicos para elevar la relación C/N hasta llegar a 33/1, aproximadamente (puede usarse viruta).

Se considera el rango 26-35 como el óptimo para un rápido y eficiente compostaje.

Relaciones bajas causan pérdidas prácticamente inevitables de nitrógeno amoniacal, en cuanto a las altas relaciones tornan el proceso más prolongado.

f) Tamaño de partículas

La descomposición puede ser acelerada por la molienda de los materiales porque permite mayor superficie de contacto facilitando la invasión microbiana.

g) pH

El pH inicial en las pilas de compost es ligeramente ácido (pH 6) como la savia y el líquido celular de muchas plantas. La producción de ácidos orgánicos causa su acidificación durante la etapa inicial de la maduración del compost, pero al aumentar la temperatura también aumenta el pH, estabilizándose en valores de 7.5 y 8.5

Resumiendo, podemos encontrar cuatro etapas en el **compostaje**:

- 1) **Criófila**: hasta 35° C. Dura entre 4 o 5 días.
- 2) **Mesófila**: entre 35° y 45°C. Actúan hongos y bacterias mesófilas. El pH es de 7 o menos. Dura de 5 á 10 ó 12 días más.
- 3) **Termófila óptima**: 70°C.

Cuando la temperatura es mayor a 70–75°C los microorganismos se inactivan, acarrea pérdida de nitrógeno, libera oxígeno y los microorganismos mueren. Sostenida entre 50° y 70° grados se rompen las cadenas proteicas y se eliminan los microorganismos patógenos. A 70° hay fermentación y no hay oxidación, actúan bacterias y hongos como los actinomicetes que se presentan como ceniza. El pH es mayor de 7 hasta 8. Dura de 10 a 20 días.

La última etapa es llamada bioestabilización: luego que se voltea (a veces no se necesita más que un solo volteo) se reinician la 2° y 3° etapas hasta que la temperatura baja y al voltear nuevamente se estabiliza.

4) **Bioestabilización:** El pH es alrededor de 7 y la temperatura entre 10 y 20°C máximo.

Aparece fauna saprófita como hormigas, ciempiés, bichos bolita, arañas y colémbolos. Son esperables y juzgan el desarrollo del proceso. La actividad microbiana eleva la temperatura de la pila hasta 80°C, (óptima 65°), destruyendo larvas, huevos y organismos patógenos indeseables.

Debemos recordar que la granulometría de 1 a 5 cm permite buena absorción y oxigenación (2/3 de agua, 1/3 de aire). También tenemos que confeccionar desde el inicio la curva de temperatura en distintos puntos y a una misma profundidad, obteniendo así un valor promedio.

La propia experiencia nos demostró que los tiempos previos para la siembra de lombriz varían entre los 25 y los 45 días.

16. Preparación del compost

A continuación se describirá un método práctico para la realización del compost:

- En primer lugar se realiza una pila que se comienza con una capa de unos 20 cm de residuos carbonados, tales como hojas secas, paja, heno, aserrín, papel picado etc.
- Luego esto se recubre con otra capa de unos 10 cm. de material nitrogenado tal como pasto verde, malezas, residuos de plantas de jardín, estiércoles (pueden utilizarse también cáscaras de frutas, residuos de hortalizas, etc.)
- Este patrón de capas de 20 y 10 cm se repite hasta una altura de 1.50 m aproximadamente, pudiendo intercalarse finas capas de tierra entre ellas. Esta correspondencia entre las capas es necesaria para mantener la relación C/N entre 26 y 35 que es el rango óptimo para obtener una buena descomposición.

Cada capa es humedecida de manera que no llegue a estar saturada. La pila puede cubrirse con heno, suelo, o tejido media sombra para acelerar el proceso.

En el caso de hacerlo con plásticos, la pila debe airearse regularmente quitándolo unos minutos cada semana aproximadamente, pues este material no permite que la liberación de gases producto de la descomposición se lleve a cabo libremente.

En este caso es conveniente recordar lo señalado anteriormente de que los plásticos transparentes pueden darnos algunos grados más de temperatura que los negros. Esto puede ser de gran importancia para los meses fríos en caso de ecosistemas con climas rigurosos.



Preparación del compost

- Puede colocarse también el plástico en el fondo de la pila, lo que evita la pérdida de los lixiviados (líquidos provenientes del riego) que se insumen en la tierra con lo que se ahorra agua y se mantiene mejor la humedad. Por otra parte, también se reduce el riesgo de ataque de hormigas. En estos casos debe cuidarse que no se forme barro en el fondo de la pila, lo que conspiraría contra un buen proceso de compostaje.
- Si los materiales están picados se acelera la maduración del compost (en este caso debe mantenerse siempre un porcentaje de material grueso, 10% aprox.. que facilita la aireación evitando que la pila se compacte demasiado con el consiguiente riesgo de anaerobiosis). Si se mezcla la pila varias veces también se acelera la formación del compost, siempre y

cuando no baje demasiado la temperatura del mismo.

17. Trabajos periódicos en la pila:

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

a) Riego:

- Por goteo: 3 horas cada 2 días.
- Por aspersión: 2 horas cada 3 días variable de acuerdo al caudal.
- Con mangueras: 1 riego por semana hasta el final.

No cabe duda que la permanente atención del proceso es el mejor indicador sobre la periodicidad de los riegos, que en el caso señalado son tentativos, ya que éstos han de variar según las temperaturas reinantes, grado de humedad ambiente, periodo del año, etc.

b) Remoción

- 1 vez por semana.

c) Controles Sanitarios:

- Ventilación: puede hacerse por caños perforados o ladrillos conformando un túnel.
- Registro de temperatura
- Registro de ph
- Registro de humedad

18. Condiciones que inciden en la formación del compost y problemas frecuentes

Como la formación del compost es microbiana, ésta requiere calor, humedad, oxígeno, carbono y nitrógeno. El exceso o la falta de alguno de estos componentes pueden llevarnos al fracaso de nuestro compost. Si no hay elevación de temperatura esto puede deberse a un exceso o defecto de la humedad, pudiéndose corregir por el humedecimiento o secado de la pila.

La baja aireación perceptible por el olor a ácido sulfídrico, metano o sulfuro de carbonilo, se resuelve mezclando bien la pila.



Es necesario verificar regularmente el estado de las cunas y de las pilas

Si la relación C/N es alta como ocurre cuando se agregan grandes cantidades de aserrín o viruta al compost, se resuelve agregando materiales nitrogenados como pastos verdes o estiércoles, mientras que si la relación es baja sintiéndose olor a amoníaco, se resuelve agregando materia carbonada.

Resumiendo, las tareas a llevar a cabo según el diagnóstico a que lleguemos es:

- **Una masa demasiado húmeda, con charcos:** horquillar y agregar material seco (fardo) que absorba el exceso de agua. Con una relación C/N alta se puede agregar un fertilizante que contenga nitrato de amonio o urea, no más de 20 Kg. por m³ de pila.
- **Fuerte olor a amoníaco:** debe subirse la relación C/N con paja o regar o ambos. Con pH muy bajo agregar 1 kg de CO₃ (carbonato de calcio) o SO₄Ca (yeso) por cada m² de pila.
- **Presencia de hormigueros o animales indeseables:** remover las pilas para destruir los hormigueros, sebos, riego abundante. Cobertura de polietileno como prevención.
- **Olor a putrefacción, moscas y larvas:** remover la pila, airearla, se puede agregar cama de pollo para volver a elevar la temperatura.

19. Características principales de un buen compost para Lombricultura

- Poroso y desmenuzable
- pH neutro o cercano a la neutralidad
- Buena capacidad de retención hídrica
- Color marrón oscuro característico
- No se pueden reconocer los materiales iniciales
- Temperatura no mayor a 35 grados
- Sin olores desagradables
- Es aceptado rápidamente por la lombriz

20. Indicadores de la finalización del compostaje y del lombricompost

El compost estará listo para agregar las lombrices **cuando ya no podamos distinguir los distintos materiales que le dieron origen**, presentándose como una masa cuasi-homogénea.

La duración del proceso suele ser de 2 a 4 meses dependiendo de factores como la temperatura ambiente, la temperatura interna del compost, la humedad, la aireación, los materiales originarios, entre otros muchos posibles.

Al agregar lombrices, éstas procederán a transformar el compost en lombricompost, pudiendo utilizarse como indicador de la finalización del proceso el viraje de color del compost a negro azabache y por la similitud con el olor característico del mantillo de los bosques con árboles de hojas caducas. Dura unos 3 meses dependiendo de los mismos factores que inciden en la formación del compost, como así también la cantidad de lombrices que actúan en la pila.

Cuando todo finaliza, debemos retirar las lombrices para proceder a la comercialización de nuestro producto. La extracción de las mismas se realiza agregando compost o algún sebo en determinadas zonas de la pila donde se halla el lombricompost y las lombrices al percibir el alimento se amontonarán en esos lugares donde podremos extraerlas con mayor facilidad.

CAPÍTULO V

21. El Lombricario

La lombriz vive en lechos o cúmulos de desechos que constituyen su casa y su alimento al mismo tiempo. Es evidente que habrá que poner mucha atención en cómo se disponen estos lechos, tarea que constituye la primera fase y la más importante de todo el cultivo.

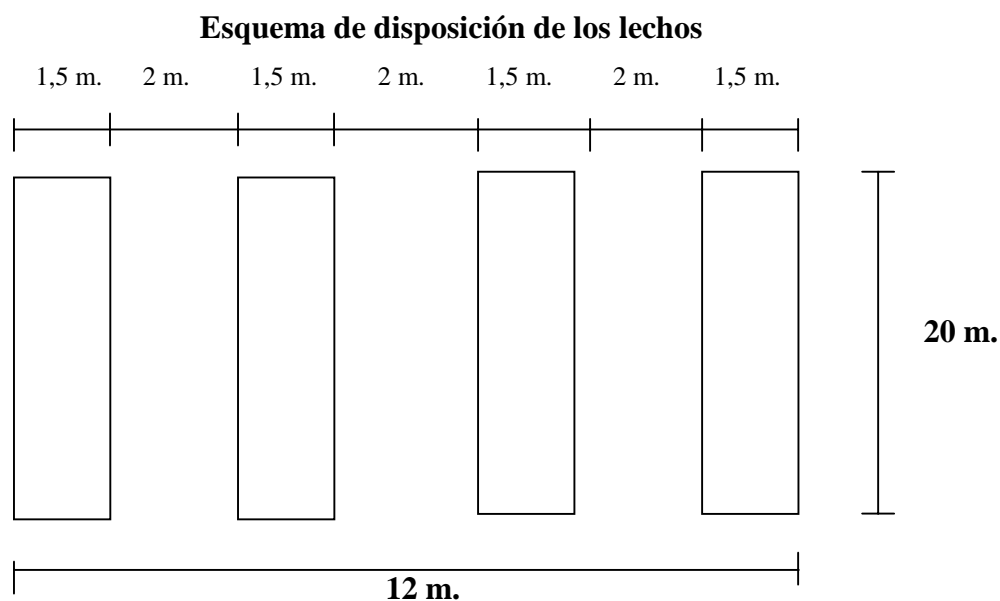
El mejor sistema consiste en el cultivo al aire libre, en lechos colocados directamente sobre cualquier tipo de terreno (la lombriz no posee al respecto exigencias específicas), sin instalaciones ni estructuras de ningún tipo, del modo más sencillo y menos costoso.

En emprendimientos medianos es posible construir cunas (pueden ser de diversos materiales) donde se llevará a cabo el procesamiento del lombricompost (el compostaje es mejor llevarlo a cabo según lo indicado precedentemente) pues de esta manera se puede controlar mejor la calidad y el proceso del mismo.

En explotaciones familiares con fin huertas propias o pequeños comercios, suelen construirse cunas de madera dura, bloques de hormigón, ladrillos comunes revocados, los aros de hormigón que se utilizan en la construcción de pozos sépticos, etc. tanto para el lombricompost como para el compostaje.

Su tamaño puede alcanzar los 3 m. de longitud por 1 m. de ancho y unos 40 cm. de altura, lo que nos dará una excelente superficie para obtener nuestro humus de lombriz.

En los casos en los que se hubiera impermeabilizado el fondo, debe preverse algún sistema de drenaje para la eliminación de los lixiviados (líquidos resultantes de los frecuentes riegos). Para el caso de un emprendimiento un poco mayor con vistas a una explotación de índole comercial, se presenta un simplificado esquema tipo de disposición de los lechos:



Nótese que los lechos se disponen en forma paralela y continua. Esta alineación

se justifica si el objetivo es lograr que las lombrices californianas se pasen de cama a medida que van consumiendo el alimento que posee la pila que las aloja.

Luego es posible cosechar el humus a medida que se marchan en busca de alimento nuevo.

A estos lechos es conveniente prepararlos sobre plástico y darles la misma cobertura (o con medias sombras o paja) que mantenga la humedad y proteja la pila de los predadores.



Distintos tamaños de lombricarios – Diferente cobertura de las pilas

En casos de emprendimientos realmente grandes, es necesario proveer calles de ingreso de camiones, tanto para traer el alimento como para retirar el humus.

En algunos casos, y a los efectos de permitir un traslado más cómodo de las lombrices de una cama a otra, o para un mejor aprovechamiento del espacio (sobre todo cuando hay escasez del mismo), es perfectamente posible colocar los lechos separados entre sí por valores diferentes que se alternan por pares, por ejemplo una separación de unos dos metros en un caso y de un metro el otro, luego esto se repite, dos metros y nuevamente uno.

Permite un mejor aprovechamiento del terreno.

CAPÍTULO VI

22. El suelo agrario

Para evaluar en forma correcta la fertilidad de un suelo es menester considerar la fertilidad física, química y biológica. Los parámetros biológicos de la fertilidad del suelo que se determinan en relación con la productividad agrícola son básicamente tres: el contenido de materia orgánica, el contenido de ácidos húmicos y la microflora.

Todos los investigadores aceptan la valoración del grado de fertilidad potencial establecido por la F.A.O. que se basa en el contenido de materia orgánica.

Fertilidad Potencial		
	Materia orgánica	Fertilidad
Terrenos con bajo contenido	Inferior al 2%	Casi estériles
Terrenos con contenido medio	2% a 6%	Fertilidad normal
Terrenos con elevado contenido	7% a 30%	Fertilidad elevada

Fuente: FAO

El suelo agrario puede dividirse en

- Fracción inorgánica
- Fracción orgánica
- Edafón (conjunto de organismos vivos).

La fracción orgánica y el edafón sólo se diferencian metodológicamente pero en realidad forman un conjunto unitario, debido a que el edafón desarrolla una continua interacción metabólica con las sustancias orgánicas y a su vez el mismo está compuesto de materia orgánica viva. El conjunto edafón + sustancia orgánica es lo que se denomina humus.

23. El Humus

El humus desde el punto de vista estructural, se subdivide en:

- Sustancias húmicas específicas;
- Sustancias húmicas intermedias en el proceso de humificación, las cuales con el tiempo pasarán a convertirse en sustancias húmicas específicas;
- Complejos heterogéneos de sustancias todavía no identificables por medios analíticos.

Las sustancias húmicas específicas se subdividen en:

- Ácidos prohúmicos.
- Ácidos húmicos.
- Humina.

Los ácidos húmicos constituyen el aspecto estructural y fisiológico más significativo del humus y se subdividen en:

- Ácidos húmicos propiamente dichos.
- Ácidos fúlvicos.

La diferencia entre ellos es sólo su sucesión temporal en el proceso de formación y en el distinto grado de polimerización.

Los ácidos húmicos considerados el producto final del proceso de humificación se subdividen en

- Ácidos húmicos negros
- Ácidos húmicos pardos
- Ácidos húmicos imatomelamínicos

24. Colonización microbiana del suelo

En un gramo de suelo, con mediciones periódicas referidas al ciclo vegetativo comprendido entre septiembre y mayo se han detectado los siguientes cambios cuantitativos de organismos.

- Septiembre: 1,95 billones de células.
- Mayo: 31.078 billones de células.
- Julio: 834.000 millones de células.

El máximo de producción microbiana coincide con el inicio del ciclo vegetativo; decae en cuatro ocasiones correspondiéndose aproximadamente con las etapas productivas de los cultivos: floración, reproducción y fructificación. Se incrementa nuevamente en otoño cuando el suelo se enriquece con la materia orgánica proveniente de la defoliación estacional de las plantas; es decir, el momento de máxima población microbiana coincide con el de máxima dotación de materia orgánica del terreno; después decrece enormemente a medida que esta sustancia orgánica va siendo transformada en humus estable; vuelve a recuperarse tan pronto se aporta sustancia orgánica nueva, porque ella es el medio ideal para la vitalidad de la microflora.

CAPÍTULO VII

25. Características y propiedades del lombricompuesto

El excremento de las lombrices constituye un fertilizante bio-orgánico, suave, liviano, desmenuzado, limpio, con olor a tierra fértil mojada, estable por períodos prolongados e imputrescible.

La transformación del humus grosero y después en MOR es hecha por las lombrices que los trituran y digieren y los microorganismos que producen la fermentación de la masa. La transformación de MOR a MULL es trabajo fundamental de las lombrices que atacan las paredes de las células vegetales por medio de las enzimas digestivas y alteran la estructura de los granos de roca y minerales por medio de sus jugos gástricos. De todo ello extraen savia, calcio, magnesio y demás elementos que eliminan en mayor proporción de lo que absorben.

El humus de lombriz es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo de la lombricultura: lombricompost, worm casting, lombricompuesto. Está formado principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos benéficos, hormonas y todos los macro y micro nutrientes con valores que dependen de las proporciones y de las características químicas del sustrato que sirvió como alimento a las lombrices.

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

26. Propiedades químicas

Potencializa los cultivos al incorporar a la rizósfera nutrientes en forma inmediatamente asimilables.

- a) Incrementa nuestra disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre y, fundamentalmente, actúa favorablemente respecto al Nitrógeno.
- b) Incrementa también la eficiencia de fertilización, particularmente con el Nitrógeno.
- c) Estabiliza la reacción del suelo debido a su alto poder buffer.
- d) Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- e) Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias patógenas.

27. Propiedades Físicas

Posee propiedades coloidales que al aumentar la porosidad y aireación del suelo contribuyen a la infiltración y retención del agua y al desarrollo radicular.

- a) Mejora la estructura, dándoles menor densidad aparente a los suelos pesados y compactos y aumentando la unión de todas las partículas en los suelos arenosos.
- b) Mejora la permeabilidad y aireación.
- c) Reduce la erosión del suelo.
- d) Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- e) Confiere color oscuro al suelo reteniendo calor.

28. Propiedades biológicas

1) **Estimula la bioactividad** al tener los mismos microorganismos benéficos del suelo pero en mayor cantidad, creando un medio antagónico para algunos patógenos existentes, neutraliza sustancias tóxicas como restos de herbicidas, insecticidas, etc. y solubiliza elementos nutritivos poniéndolos en condiciones de ser aprovechados por las plantas gracias a la presencia de las enzimas que incorpora y sin las cuales no sería posible ninguna reacción bioquímica.

2) **Controla el dumping o mal de los almácigos** por su pH cercano a 7 y su activa vida microbiana ya que no ofrece un medio óptimo para el desarrollo de los hongos patógenos.

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



Bolsa con humus de lombriz

29. Valores medios analíticos del humus del lombricompuesto

Prestemos atención a los valores señalados en la tabla:

Valores analíticos del humus	
Nitrógeno (N)	1.5 a 3 %
Fósforo (P ₂ O ₅)	0.5 a 1.5 %
Potasio (K ₂ O)	0.5 a 1.5 %
Magnesio (Mg O)	0.20 a 0.50 %
Manganeso (Mn)	260 a 580 ppm
Cobre (Cu)	85.0 a 100.0 ppm
Zinc (Zn)	85.0 a 400.0 ppm
Cobalto (Co)	10 a 20 ppm
Boro (Bo)	3 a 10 ppm
Calcio	2.5 a 8.5 %
Carbonato de Calcio	8 a 14 %
Ceniza	28 a 68 %
Acidos húmicos	5 a 7 %
Acidos fúlvicos	2 a 3 %
PH	6.5 a 7.2
Humedad	30 a 40 %
Materia Orgánica	3 a 6 %
Capacidad de intercambio Catiónico (CIC)	75 a 80 meq/100gr
Conductividad eléctrica (CE)	hasta 3.0 milimhos/cm
Retención de Humedad	1500 a 2000 cc/kg seco
Superficie específica	700 a 800 m ² /gr
Carga bacteriana (+)	2000 millones de colonias de bacterias vivas/gr

30. Producción cuantitativa de humus

Una lombriz adulta come diariamente su propio peso, aproximadamente 1 gramo.

De aquél valor, el 60% lo excreta como abono y el 40% lo metaboliza para formar tejido y acumular energía.

En un año cada lombriz adulta puede generar 1500 individuos.

Peso de las 1.500 lombrices: 1,5

Kg consumen 1,5 Kg de alimento diariamente y producen:

- 60% de 1,5 kg: **0,9 kg** de humus.

- 40% de 1,5 kg: **0,6 kg** de alimento utilizado para mantenimiento y crecimiento de tejidos.
(Del peso de la lombriz el 90% es agua y 10% carne, tomada como contenido puro de proteína)

- 1,5 kg de lombriz: 1,35 kg de agua
- 0,15 kg de proteínas.

Cada lombriz puede generar 0,15 kg de proteína por año.

TABLA DE PRODUCCIÓN

0 mes	a los 3 meses	a los 6 meses	a los 9 meses	a los 12 meses
población inicial de lombrices	1º generación	2º generación	3º generación	4º generación
1000	10.000	100.000	1.000.000	10.000.000
lombrices 1kg	10	100	1.000	10.000
alimento 1kg/día	10	100	1.000	10.000
Lombricompuesto 0,6kg /día	6	60	600	6.000
proteína 0,04kg/día	0,4	4	40	400

31. Factores que afectan la producción de humus

Los principales factores involucrados son los siguientes.

a) Temperaturas

Las lombrices se inactivan a 0°C y mueren cuando las bajas temperaturas llegan a congelar el protoplasma. Una manera de protegerse es enterrándose más en las camas de alimentación.

Pueden desarrollar su ciclo normalmente hasta los 15-18°C, requiriendo temperaturas más elevadas en lugares sombreados y con gran humedad.

Tabla de temperaturas óptimas para las distintas especies

ESPECIE	TEMPERATURA ÓPTIMA
Eisenia foetida (roja)	25°C
Dendrobaena rubra (roja)	18-20°C
Lumbricus terrestris (roja)	15-18°C
Allolobophora rosea (gris)	12°C

Para el cultivo comercial de lombrices, recordemos que **la temperatura ideal para el crecimiento es de 20-25°C y la ideal para la formación de cocones e incubación, de 12-15°C.**

b) Humedad

Debe proveerse a las cunas una humedad inicial del **70%** hasta llegar al **40%** al final **para facilitar la ingestión del alimento y el deslizamiento de las lombrices a través del material**. No debe llegar a niveles de estancamiento en que se pudra el mismo debido a la fermentación anaeróbica que trae como consecuencia la muerte de las lombrices. Por ello, el alimento debe presentarse poroso y húmedo, no compactado ni anegado, como así también el canal o galería por donde se desliza la lombriz debe estar lleno de aire y las paredes húmedas.

La exposición a sol muy fuerte, produce sequedad y elevación de la temperatura, pudiendo llegar a detener la reproducción. El primer riego se da cuando se introducen las lombrices.

Para mejorar la reproducción, antes de añadir las lombrices a las camas, éstas no deben

regarse por unos días o hasta que los primeros 2-2,5 cm estén apenas humedecidos y luego de 1 día deberá reestablecerse la humedad normal.

Según el tipo de riego que empleemos, deberá tenerse en cuenta lo siguientes consejos:

- Por **goteo**: 1 hora cada 2 días. Después de los 15-20 días, 1 hora cada 5 días hasta el final.
- Por **aspersión**: ½ hora cada tres días. Después de los 15 días, 20 a 30 minutos por semana hasta el final.
- Riego por **mangueras**: el primero al inicio, el segundo a los 10 días, el tercero a los 20 días y los siguientes cada 15 días.



Riego por manguera

Es necesario hacer notar que estos valores son indicativos, pues mucho dependerá también de la temperatura ambiente, estación del año, sombreado de las pilas, etc. que pueden modificar los valores en más o menos que los señalados.

c) Aireación

La lombriz puede vivir con poco oxígeno y altas cantidades de dióxido de carbono permaneciendo un tiempo prolongado en el agua si ella se agita para incorporarle oxígeno. Pero en condiciones anaeróbicas pueden producirse sustancias tóxicas. Es necesario pues proveer una correcta aireación de la pila o cuna que le permita una buena respiración a través de su piel logrando un normal desarrollo y evitando demoras en el vermicompostaje, ya que una escasa o mala aireación disminuye el consumo de alimento y también el desplazamiento debido a la compactación como además restringe el apareamiento y/o reproducción.



Aireación de las cunas

Según el sistema de ventilación que utilicemos debemos tener en cuenta:

- Por **tubos perforados**: una remoción cada 15 o 20 días de introducidas las lombrices.
- Por medio de **horquillas** de punta redondeada: la primer remoción a los 15 días y luego cada 15 o 20 días hasta el final del proceso con un movimiento de adelante hacia atrás sin voltear el material.

d) Acidez – alcalinidad

Pueden vivir en un rango de pH desde 4 a 8. Para la producción comercial lo indicado es la neutralidad, siendo el óptimo de 7. Normalmente los residuos utilizados tienen el pH neutro, aunque residuos como tomates, mostos de uva y residuos domiciliarios pueden tener reacción ácida. Se corrige el tenor llevándolo a la neutralidad con el agregado de cal.

e) **El agua**: en el caso de alto contenido de sales no favorece la puesta de cocones necesaria, además de las de sodio que resultan fitotóxicas desvalorizando el vermicompostado.

Las consecuencias son, como en los casos de la falta de alimento bien compostado (adecuado

balance de N, C o hidratos de carbono, P, K y vitaminas entre otros) o presencia de depredadores (hormigas, sapos, aves), la obtención de un resultado de bajo rendimiento en la producción y por ende pérdida de dinero.

f) Tablas de síntesis:

Rango de valores en el vermicompostaje	
Humedad	inicio: 70% - final: 40%
Temperatura	20° c – 25°c
pH	7

Tiempos de procesado de una pila de 7 Tn teniendo en cuenta el consumo diario y que su población aumenta 10 veces cada 3 meses.

Población inicial de lombrices	Tiempo de procesado
1.000 lombrices = 1 kg de lombrices	245 días
10.000 lombrices = 10 kg de lombrices	156 días
100.000 lombrices = 100 kg de lombrices	75 días
1.000.000 lombrices = 1.000 kg de lombrices	7 días

Cálculos anuales partiendo de un núcleo de 5.000 lombrices adultas

	Nº de lomb.	Producción diaria de humus	Contenido de proteínas
Adultas	5000	3 Kg	0,5 Kg
Adultas luego de 1 año	7.500.000	4.500 kg	750 Kg

32. Aplicación del humus de lombriz

Una rápida ayuda para la utilización del lombricompost y los trabajos a realizar en las aplicaciones más frecuentes, es la siguiente:

Macetas: una capa de dos centímetros sobre la tierra, cuidando de dejar libre el tallo de la planta, a fin de evitar el posible desarrollo de hongos. En el caso de un transplante, se debe agregar una parte por cada cuatro de tierra. Se regará moderadamente al colocarlo, repitiendo según las modalidades de cada planta. Lo óptimo es abonar al comienzo de cada estación y agregar dos cucharadas por mes.

Canteros: tres centímetros de abono en la cazuela de cada planta.

Se riega copiosamente apenas colocado y luego, según las necesidad de cada ejemplar. Lo más adecuado es colocarlo al principio de las estaciones de primavera y otoño.

Césped: abonar con 1,5 dm³ por metro cuadrado, en otoño y primavera.

Rosales y leñosas: en otoño y primavera, 1,5 dm³ por planta.

Plantas aromáticas: se recomienda el uso de este fertilizante en dos partes por cada tres de tierra, regándolo posteriormente.

Frutales: se considera adecuado entre 2 y 3 dm³, con una frecuencia mensual.

Hortalizas: de 2 a 4 veces en cada ciclo, colocar 1 cucharada por plantín.

Para diversos cultivos, se transcriben los valores sugeridos por la Cámara de Lombricultores

Argentinos:

Valores de utilización del vermicompost

Cultivos	Dosis de Lombricompost
Hortalizas y legumbres	60/100 gr
Arvejas	800 kg/ha
Berenjena	60/80 gr/planta
Cebolla	2000 kg/ha
Espinaca	450 gr/m ²
Lechuga	350 gr/m ²
Pepinos	70/80 gr/planta
Pimientos	90/100 gr/planta
Remolacha	1000 kg/ha
Tomate	80/100 gr/planta
Estacas, frutillas, cerezas	150 gr
Flores y plantas de interior.	200 gr
Macetas	1/2 cucharadas c/meses
Vasijas	4/8 cucharadas c/2 meses
Arbustos.	250 gr
Rosales y leñosas	500 gr
Zapallo, melón, sandía	400 gr
Césped por m ²	200/500 gr
Cítricos, frutales, olivos	½ kg
Manzano, peral, duraznero	1 kg/planta c/3 meses
Naranja, limonero	1,5/2 kg/planta c/3 meses
Vid	1,5 kg/planta
Praderas por m ²	800 gr
Horticultura invernaderos	al 20%
Transplantes	500/100 gr/m ³
Trigo	1000 kg/Ha en terreno
Maíz	2000 kg/Ha en surco

Como en cualquier otro tipo de tareas que deben desarrollarse en el agro, nada sustituye la experiencia y constante apreciación de la evolución de nuestros cultivos, por lo que sugerimos una permanente atención al desarrollo de los mismos.

CAPÍTULO VIII

33. Plagas y enfermedades

La lombriz de estiércoles es el único animal en el mundo que no transmite ni padece enfermedades, pero existe un síndrome que la afecta, conocido como síndrome proteico.

Se debe a la alta producción de amonio por parte del sistema digestivo de la lombriz provocado por la ingesta de alimentos con elevado valor proteico (40%, ej.: lentejas o legumbres de similares condiciones). Provoca inflamaciones en todo el cuerpo y muerte súbita a las pocas horas.

Dentro de las plagas existen cuatro que manifiestan una mayor incidencia en desmedro de la utilidad económica: hormigas, pájaros, ratones y planaria.

a) Las hormigas rojas

Predadores naturales de la lombriz, pueden acabar en poco tiempo con nuestro criadero. Es atraída por el azúcar que ellas producen al deslizarse por el sustrato. Pueden controlarse sin necesidad de químicos manteniendo la humedad cercana al 80%. Si encontramos en nuestras camas hormigas, es un parámetro para diagnosticar que la humedad del sustrato está baja.

b) Los pájaros

Las aves pueden acabar poco a poco con nuestras lombrices, pero esta plaga se puede controlar fácilmente poniendo un manto de pasto de 10 cm o en su defecto un tejido media sombra sobre la cama de cría y/o de producción.

c) Ratones

El ratón es otra plaga muy peligrosa para el cultivo de las lombrices. También se puede controlar igual que las hormigas manteniendo la humedad alta cercana al 80%.

d) Planaria

Es la plaga de mayor importancia dentro de los criaderos de lombrices.

Es un gusano plano que puede medir de 5 a 50 mm, de color café oscuro, con rayas longitudinales de color café claro.

La planaria se adhiere a la lombriz por medio de una sustancia cerosa que el platelminto produce, posteriormente introduce en la lombriz un pequeño tubo de color blanco, aspirando poco a poco su interior hasta matarla.

Esta plaga se controla con manejo del sustrato regulando el pH entre 7,5 y 8. En pHs bajos, las planarias se desarrollan y comienzan su actividad de depredador natural de las lombrices.

Se recomienda para disminuir los riesgos de ataque no usar estiércoles viejos y si aparece la plaga dar como alimento estiércol con solo 10 días de maduración.

Otros animales de que se han tenido noticias que atacan o son susceptibles de hacerlo en nuestros lombricarios son: topes, gallinas, aves de corral en general y también los perros pueden causar daños si no se los controla.

CAPÍTULO IX

34. Preparación del Criadero para iniciación y reserva

Siguiendo las instrucciones de los capítulos previos se logrará sin problemas llegar a producir humus de lombriz. No obstante, pueden surgir dificultades que nos lleven a la pérdida de las lombrices californianas pudiéndose citar entre las más comunes, la falta de humedad y la falta de compost.

Para solucionar este problema, ya sea que querramos poseer mayor cantidad de lombrices para aumentar la producción de humus en un futuro, o cuando la producción es en gran escala, conviene tener un criadero de reserva formando parte de las instalaciones generales que provea de las lombrices necesarias para el consumo de una gran cantidad de pilas.

La técnica del criadero con el objetivo de obtener una producción constante de lombrices consiste en los siguientes pasos:

1. Construcción del criadero	Al aire libre, sobre un terreno alto con disponibilidad de agua y sol directo. Se pueden utilizar piletones de cemento con drenaje o invernaderos ya existentes. Se vuelca el compost sobre el piso de polietileno negro y se tapa con polietileno negro (20% más amplio que la superficie a cubrir) con el objetivo de conservar la humedad, elevar la temperatura y proteger las lombrices de aves y batracios.
2. Alimentación	En el armado se rellena con compost y luego alimentamos a las lombrices en cada cosecha y entre cosechas o sea una vez cada 15 días, depositando una capa superior de 15 cm.
3. Frecuencia de riego y aireación	Cuando se introducen las lombrices se realiza el primer riego. Por goteo: 2hs cada 2 días. Por aspersión: 15 minutos cada 2 días de acuerdo al caudal. Con mangueras: cada 3 días manteniendo una humedad del 70 % durante todo el proceso y en todos los tipos de riego Remoción 1 vez cada 5 días con horquilla redondeada. En el caso de ácaros u hormigueros se revuelve el material y se destruyen.
4. Cosecha de lombrices	Al primer mes se cosecha la mitad superior. Al segundo mes la mitad remanente. Al tercer mes se cumple un ciclo de vida por lo que la población original que queda aumentó 10 veces y puede cosecharse la mitad. Esta metodología nos permite cosechar lombrices todos los meses, y así asegurarnos cantidad, calidad y continuidad para la comercialización.

También podemos llevar a cabo las siguientes tareas en un criadero más pequeño que se puede realizar en un recipiente que posea aproximadamente un metro de diámetro por cincuenta centímetros de alto o en alguno similar.

- Se llena el mismo con tierra hasta ocupar una cuarta parte del volumen total.
- Luego se pondrán restos de verduras, frutas y/o compost en uno de sus extremos cuidando siempre de dejar la mitad del recipiente libre de estos restos.
- En el otro extremo se pondrán las lombrices californianas.
- Luego se procederá a tapar con una mínima cantidad de tierra estos restos, que cuando estén en el punto óptimo de descomposición las lombrices procederán a consumirlo como alimento de alto valor nutritivo.



Distintos tipos de criaderos de lombrices

En la fotografía de la izquierda podemos ver anillos como los utilizados en la construcción de pozos sépticos, que pueden utilizarse perfectamente para el criadero de nuestras lombrices.

En la fotografía de la derecha se observan cunas de madera dura que cumplen también el mismo propósito de los anillos de hormigón.

CAPÍTULO X

35. Residuos orgánicos. Consideraciones generales

El confinamiento de los animales en establos genera un cúmulo de excrementos mezclados con restos de alimentos y camas.

Al realizarse la limpieza y descargarlos en montones, entran espontáneamente en fermentación.

Desde el punto de vista biológico, los estiércoles presentan una gran cantidad de microorganismos.

El estiércol fresco es rico en bacterias que viven en el aparato digestivo del animal. Al comienzo se observa una multiplicación de bacterias predominando sobre hongos y actinomicetes, pero posteriormente aquéllas disminuyen a favor de éstos.

36. Estiércoles animales

- Puros o en camas en base a aserrín, viruta, pajas o cáscaras de cereales.
- Cama de pollo: da un residuo con fósforo complicado de procesar.
- Residuos de criadero de conejos: buen estiércol para procesar.
- Residuos de feedlocks: invernadas intensivas que se convierten en grandes contaminantes.
- Residuos de mataderos: carne, vísceras, plumas, contenidos rumiales como la panza bovina que debido al rumen produce mucho olor a metano pero es rica en nutrientes predigeridos.
- Harinas de sangre, hueso, pescado, etc.
- Sueros de la industria láctea.
- Residuos de tambos o de caballos: buen estiércol para procesar.

37. Composición de algunos estiércoles

Son variables y muy influenciados por varios factores.

- Especie animal
- Raza
- Edad
- Alimentación (calidad y cantidad)
- Tratamiento de la materia prima

De todos estos factores, quien provoca mayor variabilidad es la cantidad y calidad de alimento.

En promedio, de la cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio ingeridos por los animales adultos, el 80% es eliminado.

La materia orgánica de los alimentos se asimila apenas el 40% del total ingerido, por esa razón, los animales alimentados con raciones concentradas producen deyecciones con más nutrientes que los criados a campo.

Los animales jóvenes aprovechan mejor el alimento, reteniendo cerca del 50% de lo ingerido, produciendo un estiércol más pobre.

Tablas con la composición de estiércoles y camas

a) Composición de deyecciones sólidas y líquidas de especies animales

Componentes	Deyecciones	Equinos	Bovinos	Ovinos	Porcinos
Deyecciones	Sol/Liq	80.00/20.00	70.00/30.00	67.00/33.00	60.00/40.00
Agua	Sol/Liq	75.00/90.00	85.00/92.00	60.00/85.00	80.00/97.00
Nitrógeno	Sol/Liq	0.55/1.35	0.40/1.00	0.75/1.35	0.55/0.44
Fósforo	Sol/Liq	0.13/0.05	0.09/0.05	0.22/0.02	0.22/0.05
Potasio	Sol/Liq	0.33/1.03	0.08/1.11	0.37/1.74	0.33/0.33

Referencias: Sol.: sólido; Liq.: líquido

b) Elementos fertilizantes derivados de deyecciones sólidas y líquidas por cab/año en kg.

Componentes	Equinos	Bovinos	Ovinos	Porcinos
Agua	5785.00	13145.00	541.00	1324.00
Materia seca	1715.00	2039.00	199.00	176.00
Total	7500.00	15184.00	740.00	1500.00
Nitrógeno	58.00	78.90	6.70	7.50
Fósforo	23.00	20.60	4.30	5.30
Potasio	40.00	93.60	6.20	5.70
Ca + Mg	30.00	35.90	8.80	3.00

c) Composición media porcentual de estiércol animal calculados en base a materia seca

Componentes	Equinos	Bovinos	Ovinos	porcinos
Mat. Org.	46.00	57.10	65.22	53.10
Nitrógeno	1.44	1.67	1.44	1.86
Fósforo	0.53	0.86	1.04	0.72
Potasio	1.75	1.37	2.07	0.45
Rel. C/N	18/1	32/1	32/1	16/1

d) Análisis de camas con resultados en base a materia seca

Componentes	Cama de gallina	Cama de pollo	Estiércol bovino
Nitrógeno %	1.90	2.50	1.10
Fósforo %	1.20	1.60	0.40
Potasio %	1.30	2.00	0.90
Calcio %	6.50	2.20	0.70
Magnesio %	1.00	0.50	0.30
Sodio %	0.30	0.30	0.10
Cinc ppm	210.00	270.00	70.00
Manganeso ppm	240.00	300.00	620.00
Acidez (pH)	8.00	8.40	8.20

Las camas reciben las deyecciones sólidas y líquidas facilitando la limpieza del lugar. En ellas se

emplean materiales de distinta composición química como pajas, cáscaras de cereales y oleaginosas, aserrín, viruta, etc. todos materiales absorbentes para retener orines. Las camas tienen menor cantidad de materia orgánica y son más pobres en nutrientes que las deyecciones. Las pajas, por ejemplo, contienen en término medio:

- 0,15% de fósforo.
- 0,60% de potasio.
- 0,50% de nitrógeno en base seca.

El término estiércol es empleado usualmente de manera indiscriminada, tanto para el estiércol puro obtenido de animales confinados deyectando sobre piso liso, como para los animales para carne o de pastura que tienen cama. En estos dos últimos casos, la composición química del estiércol varía con el tipo de cama empleada (tabla d)

El estiércol de gallina es más rico en nutrientes comparado con otros animales domésticos. Esto se debe a varias razones: básicamente es más seco (posee 5-15% de agua, contra 65-85% de los demás). Las deyecciones líquidas y sólidas están mezcladas y la mayoría de las veces provienen de raciones concentradas. Puede aceptarse que el estiércol de gallina es 2 a 3 veces más rico en nutrientes que los del resto de los animales.

38. Pérdida de nitrógeno

Los estiércoles frescos son materiales que entran en descomposición microbiológica rápidamente. Las deyecciones, ricas en microorganismos que se multiplican rápida y abundantemente, descomponen la materia orgánica. El nitrógeno proteico atacado por los microorganismos se transforma en amoniacal, pasando luego a nitrito y finalmente a nitrato.

El nitrógeno de las proteínas al pasar a amoniacal puede, en determinadas condiciones, perderse en forma gaseosa (amoníaco). La pérdida de un 15-20% de amoníaco se considera normal.

Para evitar pérdidas mayores debe mantenerse la masa húmeda y utilizar sustancias que puedan absorber o combinar químicamente el gas amonio. A través del agregado de agua se forma hidróxido de amonio y también logramos inmovilización con sales cálcicas como el superfosfato simple de calcio, el fosfato monocálcico y el sulfato de calcio. Los fosfatos de calcio dan fosfatos de amonio y con yeso y ácido carbónico del medio dará sulfato de amonio y carbonato de calcio. Estas son distintas técnicas para retener el amonio.

Se recomienda aplicar yeso antes de hacer las camas de los animales empleando 1 a 1,5 kg por equino, 1 a 2 kg por bovino y 0,10 a 0,20 kg para gallinas (tierras arcillosas y tierra de diatomeas, distribuidas en finas capas intercaladas, también retienen el amonio).

Las pérdidas de nitrógeno por volatilización durante la descomposición de la materia orgánica puede deberse a una baja relación C/N de la materia prima, como sucede, con los estiércoles de ave puros, sin cama, (con relaciones C/N de 4 a 18). En estos casos habrá inevitablemente pérdida de nitrógeno amoniacal y por ello debe mezclarse con material celulósico para elevar la mencionada relación a 26-35, que son los límites recomendados para un buen compostaje.

39. Diferencias entre el estiércol puro y el procesado

a) Estiércol fresco

Contiene elevados niveles de agua y celulosa, de estructura grosera y humedecido tiene consistencia pastosa. De acuerdo a su origen, puede causar deficiencia temporaria de nitrógeno en el suelo, reduce la densidad aparente del mismo aumentando el drenaje interno y la aireación.

Puede contener semillas de malezas ensuciando el suelo. Una diferencia esencial entre el estiércol puro y el procesado es que tan sólo la materia humificada puede mejorar física y

químicamente los suelos.

b) Estiércol procesado: humificado o compostado

Los cambios de temperatura y humedad durante la humificación atentan contra la permanencia del nitrógeno en el humus. No obstante, el nitrógeno remanente es muy resistente a la mineralización. El producto final tiene menos olor, buenas propiedades físicas y menos nitrógeno disponible.

Los datos de la tabla que sigue deben tomarse como una referencia y no se recomienda su empleo para estimaciones de nitrógeno asimilable ni de ningún otro elemento, pues para cada caso en particular deberá conocerse el contenido de nutrientes y sus aptitudes de mineralización para cálculos específicos de la cantidad de nutriente que se encontrará en forma asimilable.

c) Contenido de N; N y C mineralizados y N disponible realizado en laboratorio

Materia Prima	N total % sobre base seca	N total mineralizado (A)	Carbono total mineralizado (B)	% de N total (C)	Kg por tonelada sobre base seca	Kg sobre 15 ton (D)
Estiércol de gallina	4,60	48	33	65	27	272
Compost de gallina	1,70	29	22	35	5,50	54
Estiércol de porcino	3,90	34	28	47	17	168
Estiércol de ganado de carne	2,60	23	16	40	10	95
Estiércol de ovino	2,30	20	15	38	8	77
Estiércol de vacuno	2,00	9	10	24	4,50	45
Compost de vacuno	2,10	6	2	6	0,90	9

Referencias: A: Porcentaje de nitrógeno mineralizado en 10 semanas.
B: Porcentaje de carbono mineralizado en una semana.
C: Porcentaje de nitrógeno disponible en 10 meses.
D: Material con 33% de agua.

Relatamos aquí la experiencia de un equipo técnico que asistía a un establecimiento de cría de cerdos en Venado Tuerto, que intentaba producir humus de lombriz:

40. Una experiencia de compostaje:

Por intermedio de una bomba estercolera se envió todo el estiércol a una zanja de unos **100 m** de largo por **2,5 m** de ancho y **2,5 m** de profundidad. Un problema que se generó fue que la zanja comenzó a rebasar y perjudicaba una parte del campo.

Se comenzó con el llenado de un cuerpo de bebida (puede ser cualquier recipiente) que no se necesitaba y lo llenamos de estiércol nuevo. Entre **30** y **45** días de fermentación pudimos llegar a un **pH** variable entre **6,8** a **7,2** y temperatura entre **20** y **25°**.

Con esta preparación llegamos al momento de la siembra de las lombrices, que fue una cantidad de **500 cocones** (huevos), larvas y adultas para la etapa de reproducción, que en **90 días** produjo **5.000 lombrices** (cocones, larvas y adultas) transformando **5 kg de estiércol** por día.

Mientras esperamos tener ese número de lombrices, nos pusimos a trabajar en la preparación de una nueva zanja de **80 m de largo por 2,5 m de ancho y 0,50 m de profundidad** (la profundidad es poca, para poder removerla con facilidad).

La subdividimos en **8 parcelas** de fermentación más rápida para la siembra de lombrices.

También se armó un montículo de estiércol del que el agua se había evaporado y logramos un **pH 6.5** y una temperatura de **60°**. Esto demuestra un grado de fermentación muy bueno: en **30 días** esta comida estará apta para su transformación.

Estos son algunos de los trabajos que se hicieron en este criadero contando ya con un número muy bueno de lombrices. En este mismo lugar hicimos una cuna de estiércol de conejos, que **entre 10 y 15 días** de fermentación estuvo en óptimas condiciones para la siembra de lombrices.

41. Materiales utilizables para el compost de origen vegetal:

- Residuos de silos: en general (los de alimentos balanceados son grandes contaminantes).
- Residuos vegetales: hojas, pasto, tallos despedazados. Se evitan paraísos, coníferas y toda especie perfumada o rica en tanino por tener resinas tóxicas para la lombriz.
- Borrás de café, té, yerba mate, caña de azúcar, cenizas de combustión de vegetales, restos de hortalizas, tortas y pellets de oleaginosas, como el girasol, soja, lino, algodón.
- Rollos o fardos viejos de pasturas, rastrojos de diferentes cultivos.
- Residuos de la industria maderera como el aserrín y la viruta, papel, etc.

42. Materiales clasificados de acuerdo al tamaño de las partículas:

a) De granulometría fina:

Borrás de café, té, yerba mate, restos de hortalizas, tortas de oleaginosas, cáscaras de arroz, afrechillo, aserrín, sueros.

b) De granulometría gruesa:

Bagazo de caña de azúcar, virutas, cáscaras de frutas, pasturas rastrojos, broza forestal, etc.

CAPÍTULO XI

43. Procesos especiales de compostaje

a) Barros residuales

Se obtienen de residuos líquidos urbanos que provienen de áreas domiciliarias e industriales.

La fracción orgánica e inorgánica de estas aguas residuales se separan por diferentes procesos:

- El líquido primero pasa por zarandas que retienen los cuerpos voluminosos y luego estos van a lechos de arenas donde se depositan. Este es el tratamiento primario.
- El tratamiento secundario es un proceso de aireación y descomposición biológica. Se produce un lodo activado y luego se separan las fases sólidas y líquidas. Los sólidos así preparados se denominan tortas y tienen altos contenidos de materia orgánica inestable. A través del compostaje se estabilizan produciéndose un compuesto humificado.

El lodo del tratamiento primario contiene generalmente concentraciones más elevadas de bacterias coliformes y otros organismos patógenos que los del tratamiento secundario. Un compostaje bien realizado destruye huevos y larvas de patógenos como muestra la tabla siguiente.

Eliminación de patógenos

Organismos	Temperaturas	Tiempos de destrucción
Salmonella typhosa	55-60°C	30 min.
Escherischia coli	55°C	15-20 min.
Taenia saginata	71°C	5 min.
Brucella abortus	45°C	50 min.
Mycobacterium tuberculosis	66°C	20 min.

44. Compostaje de barros residuales

El compostaje se realiza a la intemperie en pilas de 1,50-1,80 m de altura, mezclándose con material fibroso vegetal en relación 1/3 partes de barro y fibra.

Se revuelve todos los días durante 2 semanas y luego se esparce para que pierda humedad. Luego puede ser vermicompostado.

45. Residuos sólidos industriales

La industrialización de materiales de origen vegetal y animal deja residuos de granulometría fina y gruesa. En los de granulometría fina hay sustancias pobres en nitrógeno que no entran en descomposición fácilmente y otras ricas en nitrógeno de fácil descomposición, pudiendo funcionar como medio de degradación.

Dentro de las de granulometría fina, pobres en nitrógeno, se citarán las siguientes: borra de café, té y yerba mate, restos de destilación de jugo de caña, desechos de la fabricación de jugos y pastas de frutas y hortalizas, etc.

La granulometría fina y rica en nitrógeno tiende a compactarse cuando se apila. En este grupo se encuentran restos de frigorífico (contenidos intestinales, carne, sangre), residuos de las curtiembres de cueros, restos de pieles de conejo y tortas de textiles y oleaginosos entre otros.

Los de granulometría fina y pobres en nitrógeno deben juntarse con los de alto contenido de este elemento para llevar la relación C/N hasta un punto compatible con la degradación biológica.

De manera general, los puntos principales a ser observados en el compostaje de estos residuos son los siguientes.

- Inoculación
- Corrección de la relación C/N
- Corrección del tenor de humedad
- Aireación

A falta de residuos industriales que funcionen como inoculantes se pueden utilizar los estiércoles animales. Luego pueden vermicompostarse.

46. Características del compost de desechos urbanos e industriales

El abono que se obtiene de la transformación de los desechos orgánicos siempre es un producto inapropiado y pobre en nutrientes. Para determinar el valor como abono del compost hay que atender a dos factores distintos: su composición y su riqueza microbiana.

Comprende aproximadamente un 50% de sustancia orgánica y un 50% de sustancia inorgánica.

Para asegurar un aporte orgánico suficiente a efecto del abonado, hay que llegar a dosis muy elevadas.

- Calcúlese por ejemplo una aplicación de 50 Tn/ha de materia orgánica: deberíamos aportar 100 Tn/ha incluyendo una cantidad exagerada de sustancias inertes que desmejoran la estructura y la composición físico-química del suelo. Con el tiempo se presentará un grave problema: la compactación.
- La colonización microbiana suele ser inapropiada pues prevalecen los saprófitos y los microorganismos fúngicos sobre las bacterias y conlleva una fuerte acción negativa contra los microorganismos útiles del suelo.
- La microflora del compost es impropia por ser pobre en celulosa y lignina. Los carbohidratos intervienen básicamente en la degradación, por ello el agregado en el compost. Si así no se hiciese, el nitrógeno orgánico se descompondría por vías no oxidativas proliferando los microorganismos putrefactivos de la descomposición proteica, generando en lugar de aminoácidos, amoníaco volátil o derivados de aminas como: indol, escatol, mercaptanos, muchas veces tóxicos y causantes de malos olores.

47. Desechos animales de la industria

Los residuos de este tipo al compostarse, además de experimentar una pérdida de nitrógeno contenido en las proteínas primarias, se transforman en una masa de compuestos orgánicos degradados poco propicia para fertilizar el suelo. Por otro lado, en este sustrato se concentra una microflora indeseable que puede constituir un obstáculo para la fisiología de la absorción radical de las plantas.

Los residuos animales no deben nunca compostarse, solo hay que disecarlos y después adicionarlos al terreno sin ninguna transformación previa. Son buenos abonos nitrogenados, pero no pueden considerarse abonos biológicos.

CAPÍTULO XI

48. ANÁLISIS ECONÓMICO

Las lombrices ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso y expelen el 60% transformado en humus.

Como no fue posible modificar el consumo diario de alimento por lombriz, se buscó a través del cruce de diversas especies prolongar su vida útil y aumentar la necesidad de acoplamiento acortando los tiempos de fecundación.

Esto se logró a través de la creación de un hábitat particular, buscando un pH óptimo, humedad, temperatura y balance alimenticio en cuanto a vitaminas, proteínas, hidratos de carbono, etc. y una densidad por área de desarrollo óptimo. Se logró una longevidad de aproximadamente 16 años, una prolificidad bajo condiciones óptimas de 1500 lombrices/año y deyecciones orgánicas con una riqueza en flora bacteriana de hasta 2 billones de UFC (unidades formadoras de colonias) por gramo de humus producido.

El producto resultante de las deyecciones de la lombriz roja es un abono orgánico con características muy propias que lo hacen prácticamente insuperable. En cálculos promedios (adultos y crías) una lombriz produce 0,3 grs de humus por día, lo que demuestra que en pequeñas superficies se pueden obtener grandes cantidades de humus.

49. Plan de Negocios

El desarrollo de esta biotecnología de la Lombricultura con fines comerciales nos obliga desde el principio a efectuar un Plan de Negocios en cuya formulación deben definirse una serie de parámetros en primera instancia:

- 1) Capital Inicial destinado a Inversión Productiva**
- 2) Objetivos de Producción a lograr**
- 3) Segregación del Capital de Trabajo y Capital Fijo**
- 4) Tareas a desarrollar**
- 5) Cuadro de Producción y Flujo de Fondos**

1. Capital Inicial destinado a Inversión Productiva

El importe destinado a Capital de Explotación está directamente relacionado con la decisión de inversión del potencial Lombricultor, ya sea en cuanto a disponibilidad de recursos y/o créditos a obtener y todo ello de acuerdo a los objetivos de producción a lograr.

2. Objetivos de Producción a lograr

El objetivo de la Explotación de un Lombricultor puede ser enfocado a:

- a) Producción de fertilizantes orgánicos (lombricompuesto y humus de lombriz)
- b) Reproducción intensiva de lombrices californianas para producción de carne.
- d) Producción a escala tanto de humus como de reproducción de lombrices.

3. Segregación del Capital de Trabajo y Fijo

En función de aquellos objetivos de producción a lograr, se determina que monto de dinero estará destinado a Capital Fijo y cual a Capital de Trabajo.

a) Los ítemes a ponderar para el definir el **Capital Fijo**, son los siguientes:

- **Herramientas:**
Palas anchas - Carretillas - Horquillas - Zaranda - Rastrillos
Regaderas de Plásticos - Mangueras para irrigación, etc
- **Instrumental:**
Termómetros p/cuna - Termómetros p/ atmósfera - Peachímetro - Higrómetro
- **Maquinarias:**
Trituradora de Residuos Orgánicos - Zarandas - Tolva - Fraccionadora
Máquina Selladora de bolsas - Balanzas, etc.
- **Instalaciones:**
Cunas o Canteros de Producción - Cunas de madera p/Reprod.Intensivo - Plásticos
Cobertores - Redes Media Sombra - Estructura Protectora, etc.

b) Los ítemes a ponderar para determinar el **Capital de Trabajo**, son los siguientes:

- Núcleos Matrices Reproductores - Materia Prima - Insumos Varios - Envases

4. Tareas a desarrollar

Atendemos las sugerencias, consejos e información brindados en toda la Guía del Lombricultor.

5. Cuadro de Producción y Flujo de Fondos

El cuadro de producción se estructura partiendo del análisis de una unidad económica de producción, para un emprendimiento mediano, que resulta de responder a cinco interrogantes.

1. Que medidas deben tener las cunas de producción?
1 mt. de ancho por 3 mts. de largo por 0,40 mts. de alto.
2. Que cantidad de núcleos de lombrices deben ser colocados en dichas cunas?
Tres (3) núcleos de 20.000 anélidos por cuna.
3. Que cantidad de comida o compost deben colocarse en ellas?
Hasta 1,2 metros cúbicos (total) en distintas etapas cada 15 días.
4. En que período de tiempo mis lombrices producen el lombricompuesto?
Aproximadamente cada 70 (setenta) días.-
5. Que cantidad de producción obtengo con los cuatro parámetros anteriores?
Se obtienen hasta 800 dm³ por cuna.(unas 800 botellas de 1 lt. de Coca-Cola)



Lombrices

En Lombricultura la producción se computa en dm³ y no en kg. pues el humus al fraccionarse y envasarse contiene un porcentaje de humedad incorporado que no debe superar el 40%.

Conociendo la producción promedio de una cuna y la cantidad de núcleos a colocarse en las mismas, tenemos los elementos básicos para elaborar un Cuadro de Producción en función de **X** cantidad de cunas de inicio de producción y con ello proyectar la producción deseada. Asimismo en el flujo de fondos deben establecerse los conceptos de “ingresos por producción y ventas” y los “gastos y costos operativos” de la producción calculada.

A manera de ejemplo mostramos el caso de 1 m² con 50.000 lombrices, de las cuales 20.000 a 25.000 son adultas, consumen aproximadamente 1 gramo de alimento diario del cual expulsan 0,6 grs en forma de humus.

Tomando las 25.000 adultas solamente por 0,6 grs tendremos 15.000 grs diarios de humus, lo que extrapolado a 1000 m² se producirían 15.000 Kg diarios de humus. Estas cifras resultan muy alentadoras en la búsqueda de alternativas ecológicas para la producción de fertilizantes orgánicos, altamente rentables y que solucionen a corto plazo el problema de la contaminación.

50. Algunos precios en el mercado argentino

Los valores señalados a continuación son solamente indicativos pues el mercado, en el momento actual, está tratando de encontrar sus niveles de equilibrio:

- 1) Las lombrices se comercializan a \$ 100 los 5 kilos, y tienen más o menos unos 5000 adultos.
- 2) Una hectárea con 5.000 kilos de lombrices puede tener un rendimiento de 5.000 litros de humus por día, a \$ 0,45 el litro = \$ 2.250
- 3) El lombricompuesto se vende a granel entre 100 y 200 pesos la tonelada, o en bolsas de 40 litros a \$ 10 la bolsa o en bolsas de 5 litros a \$ 3 la bolsa. El litro cuesta \$ 0,45.
- 4) A granel se puede llegar a exportar a unos U\$S 250 la tonelada.
- 5) Una cama de pollos cuesta \$ 500 y una de caballos unos \$ 100 (3000 kg) Estos valores pueden ser sensiblemente menores pues, debido a que la lombricultura aún se encuentra en su etapa de expansión, es posible acordar con empresas productores de animales donde este tipo de estiércoles son desechados, de manera que, por la limpieza del establecimiento podemos retirar las camas sin otro costo adicional.

Otros gastos:

a) **Inscripción en el Instituto Argentino de Sanidad y Calidad Vegetal (IASCAV).**
Inscribirse en enmienda orgánica. Tramite: en Prolongación avenida Belgrano, dique 2, lado Este, 1° piso.

b) **Área Registros.** Tel.: +54.11.4312-4015 / 4050

Arancel de registro: \$ 380, y registro de marca (nombre que pondrá al producto): \$ 300.

c) **Análisis de fertilidad: \$ 45**, uno por cada partida hasta estandarizar el producto.

d) **Análisis microbiológico: \$ 60**

51. Materia prima, costos y producción en emprendimientos importantes

En el caso de un emprendimiento de lombricultura que pretenda procesar cantidades importantes de compost, con vista a su comercialización en gran escala, se necesitan como materia prima:

Un camión de residuos, (cama de caballos o de vaca), cuesta \$100 y trae 6 ton.

Al mojarse, este material absorbe un 70% de agua (4,2 Tn más) lo que hace un total de 10,2 Tn.

Suponemos que el 60% se transforma en humus y transformamos en nuestro establecimiento hasta 2 cargas por mes tendríamos:

$$20.4 \text{ Tn} \times 60\% = 12,24 \text{ Tn por mes de humus (12.240 kg.)}$$

Si tenemos en cuenta que la densidad del humus es 0,7 kg/litro, lograríamos:

$$12.240 \text{ kg.} \times 0.7 \text{ kg/litro} = 17.486 \text{ litros de humus.}$$

En el mercado puede conseguirse un valor de \$ 0,40 /litro a granel

$$17.486 * 0.40 = \$ 6.994 \text{ x mes.}$$

Si bien estos números son alentadores, ellos deben tomarse como un objetivo a lograrse pues pocos logran estos ingresos, ya sea por fallas en la comercialización o en la cadena productiva.

Un consejo interesante es el de generar grupos de productores que habiendo homogeneizado las calidades puedan convertirse, por la cantidad producida, en exportadores o grandes vendedores.

Es interesante y aconsejable llevar un control de todo el proceso, tanto en lo que hace al ocmpostaje como a la obtención del humus de lombriz; para ello podemos utilizar planillas como las que ponemos a continuación a consideración del productor. Son solamente indicativas y en ellas pueden agregarse otros datos que pudieran sernos de utilidad, como así también dependiendo de algunos factores, sobre todo si en la composición de nuestro compost utilizamos preferentemente un tipo de alimento sobre otros.

En las planillas (que aquí están configuradas verticalmente, pero que debieran hacerse apaisadas), podemos agregar datos (en nuestro caso se ha dividido el proceso en tres meses con sus correspondientes semanas) como por ejemplo los días en los que normalmente se llevan a cabo las tareas y controles sugeridos.

En fin., que la experiencia propia y las modalidades pueden (y debieran) aconsejarnos algún tipo de personalización.

Ciertamente el uso de ellas nos ayudará a mantener un mejor control del emprendimiento, mejorar las calidades obtenidas, tener claro algunas de las dificultades que encontramos y hacer todo el proceso cada vez más eficiente.

PLANILLA DE CONTROL DE PILAS

Pila N°:

Comienzo del compostaje: / /

Materiales utilizados (pueden consignarse kg. o solamente marcar los materiales utilizados)

Estiércoles				Otros			
Vacuno	Equino	Caprino	Otros	Hojarasca	Papeles	Residuos	Varios

Observaciones:

Tareas realizadas	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Riego												
Aireación												

Controles sanitarios:

Humedad												
Temperatura												
pH												
Observaciones:												

PLANILLA DE CONTROL DE CUNAS

Cuna N°:

Prueba de aptitud del alimento: / / – Apto: Si - No

Fecha de siembra: / /

	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4
Aporte alimento												
Riegos												

Controles sanitarios:

Aireación												
Humedad												
Temperatura												
pH												

Plagas:

Tipo												
Aparición												
Finalización												
Observaciones												

SÍNTESIS:

Fecha de cosecha del humus://

Cantidad de lombrices		Cantidad alimento	Cantidad Humus	% Humus	Tiempo empleado
..... kg. inicial kg. finalkg. kg.% días

Resultado de Análisis del humus:

(aquí debieran consignarse todos los datos o al menos los más importantes: porcentajes o cantidades de N, C, Boro, Magnesio, etc.)

A continuación se presentará una planificación económica a mediano plazo, 4 años, para una explotación importante de humus producido por las lombrices californianas:

52. Análisis de costos para el 1º año de explotación

AÑO 1

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor/ Unidad \$	Valor Total \$	% del costo
Insumos					
Cama de caballos	80	m ³	13	1.040	5.63
Lombrices californianas	15	N	60	900	4.87
Tejido media sombra	50	m ²	0.60	30	0.16
Carretillas	1	---	30	30	0.16
Horquillas	2	---	30	60	0.33
Palas	2	---	20	40	0.22
Sistema de riego	1	---	150	150	0.81
Personal					
Peón para tareas grales (1)	12	mes	200	2.400	12.98
Asesor Ingeniero Agrónomo (2)	12	mes	350	4.200	22.72
Cosecha y acondicionamiento					
Personal	81600	litros	0.05	4.080	22.07
Elementos de embalaje	81600	litros	0.05	4.080	22.07
Elementos de identificación	81600	litros	0.01	861	4.66
Inscripción de marca	---	---	---	600	3.25
TOTAL COSTO				18.471	100

INGRESOS					
Rendimiento en litros	81600	litros	0.40	32.640	
Venta de núcleos	50	Nx5000	60	3.000	
TOTAL INGRESOS				35.640	

MARGEN BRUTO				17.169	
M.B./\$ GASTADO				0.93	

Fuente: Propia.

Referencias: N: núcleos (se han considerado 5.000 lombrices por Núcleo)

(1): 20 h. Semanales

(2): Incluye el asesoramiento técnico permanente y la planificación de la explotación.

No se ha considerado el costo de ciertos equipos como una máquina para triturar residuos orgánicos, zaranda mecánica, higrómetro, peachímetro y termómetro pues puede comenzarse una explotación sin estos insumos.

No se han considerado tampoco la construcción de cunas sino que se ha tomado en cuenta que la explotación se lleva a cabo a campo abierto.

53. Análisis de costos para el 2º año de explotación

AÑO 2

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor/ Unidad \$	Valor Total \$	% del costo
Insumos					
Cama de caballos	400	m ³	13	5.200	12.48
Lombrices californianas	150	N	---		
Tejido media sombra	3.000	m ²	0.49	1.470	3.53
Sistema de riego	1	---	500	500	1.20
Personal					
Peón para tareas grales	12	mes	400	4.800	11.52
Asesor Ingeniero Agrónomo	12	mes	350	4.200	10.08
Cosecha y acondicionamiento					
Personal	231.428	litros	0.05	11.571	27.77
Elementos de embalaje	231.428	litros	0.05	11.571	27.77
Elementos de identificación	231.428	litros	0.01	2.314	5.55
TOTAL COSTO				41.626	100

INGRESOS					
Rendimiento en litros	231.428	litros	0.40	92.571,20	
Venta de núcleos	50	N	60	3.000	
TOTAL INGRESOS				95.571,20	

MARGEN BRUTO				53.945,20	
M.B./\$ GASTADO				1.30	

Fuente: Propia.

Referencias: N: núcleos (se consideran 5.000 lombrices por Núcleo)

54. Análisis de costos para el 3° año de explotación

AÑO 3

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor/ Unidad \$	Valor Total \$	% del costo
Insumos					
Cama de caballos	800	m ³	13	10.400	13
Lombrices californianas	300	N	---	---	
Tejido media sombra	6.000	m ²	0.50	3.000	3.75
Carretillas	2	---	30	60	0.08
Horquillas	2	---	30	60	0.08
Palas	2	---	20	40	0.05
Sistema de riego	1	---	---	1.000	1.25
Personal					
Peón para tareas grales	12	mes	400	4.800	6.00
Asesor Ingeniero Agrónomo	12	mes	800	9.600	12.00
Cosecha y acondicionamiento					
Personal	462856	litros	0.05	2.3142,80	28.93
Elementos de embalaje	462856	litros	0.05	2.3142,80	28.93
Elementos de identificación	462856	litros	0.01	4.628,60	5.79
TOTAL COSTO				79.874,20	100

INGRESOS					
Rendimiento en litros	462856	litros	0.40	185.142,40	
Venta de núcleos	1000	Nx5000	60	60.000	
TOTAL INGRESOS				245.142,40	

MARGEN BRUTO				165.268,20	
M.B./\$ GASTADO				2.07	

Fuente: Propia.

Referencias: N: núcleos.

55. Análisis de costos para el 4º año de explotación

AÑO 4

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor/ Unidad \$	Valor Total \$	% del costo
Insumos					
Cama de caballos	1200	m ³	13	15.600	13.88
Lombrices californianas	450	N	---	---	
Tejido media sombra	9000	m ²	0.40	3.600	3.20
Carretillas	4	---	30	120	0.11
Horquillas	4	---	30	120	0.11
Palas	4	---	20	80	0.07
Sistema de riego	1	---	2.000	2.000	1.78
Personal					
Peón para tareas grales	12	mes	400	4.800	4.27
Asesor Ingeniero Agrónomo	12	mes	800	9.600	8.54
Cosecha y acondicionamiento					
Personal	694.284	litros	0.05	34.714,20	30.90
Elementos de embalaje	694.284	litros	0.05	34.714,20	30.90
Elementos de identificación	694.284	litros	0.01	6.942,84	6.18
TOTAL COSTO				112.291,24	100

INGRESOS					
Rendimiento en litros	694.284	litros	0.40	277.713,60	
Venta de núcleos	3.000	N	60	180.000	
TOTAL INGRESOS				457.713,60	

MARGEN BRUTO				345.422,36	
M.B./\$ GASTADO				3.08	

Fuente: Propia.

Referencias: N: núcleos (consideramos 5.000 lombrices por cada núcleo)

CAPÍTULO XII

56. Normas internacionales de producción

No existen normas internacionales sobre la Lombricultura. Lo que si existe son las normas que establecen los parámetros y valores medios que debe contener el humus de lombriz como fertilizante orgánico. Estas normas son las establecidas por la Comunidad Económica Europea., pues en Argentina aún no existen normas que reglen o tipifiquen específicamente esta producción.

El trabajo que realiza el SENASA es que un productor le lleve su producto, el organismo lo analiza y lo obliga a colocar en el marbete de la bolsa el resultado del análisis a los efectos que el consumidor sepa los valores de los macro y micronutrientes que contiene el humus.

57. Impuestos que gravan el producto

La comercialización interna está gravada por el IVA a la tasa del 21 %. En lo que respecta al Impuesto sobre los Ingresos Brutos cada provincia tiene su tasa.

La exportación del producto está gravada por el 21 %, pero existe reintegro del mismo lo que mejora la posición financiera de las operaciones exportables.

58. Datos estadísticos de producción por cuna y por tiempo

Este cálculo se efectúa para un emprendimiento en el que se utiliza el sistema de cunas. En líneas generales, tiene como requerimientos una inversión mayor por el costo de construcción de cada una de ellas.

Cada cuna de 1 metro de ancho por 3 metros de largo por 0,40 mts de alto (que suponen 1.2 m³ o 3 m² de superficie), en el término de 70/80 días produce 800 dm³ de humus.

59. Epílogo

Creado con la idea de aportar soluciones a la enorme cantidad de problemas e interrogantes de los productores de todo el país, esta obra espera ser de utilidad también aquellos que pudieran estar interesados en comenzar a desarrollar esta interesante actividad comercial, además de brindar una obra de fácil lectura.

Si su intención es montar una explotación comercial las dificultades no serán pocas pero, más allá de los problemas macro y micro-económicos, tener proyectos y practicarlos en forma correcta es todavía posible.

Ajustando los costos y evaluando siempre la posibilidad de abastecer mercados externos, es probable que logre el éxito en términos económicos.

Le deseamos un venturoso futuro en vuestro emprendimiento y lo alentamos a iniciar un nuevo proyecto económico en una actividad en franco período de expansión.

60. Una guía rápida

A los efectos de facilitar un nuevo emprendimiento, transcribimos a continuación una síntesis de los trabajos a llevar a cabo descriptos, en general, según su orden de ejecución en el tiempo.

El mismo forma parte de lo que la empresa Lombricultura Argentina denomina 15

normas de producción.

Esta es una empresa argentina radicada en Santiago del Estero y podemos visitar su web site en www.lombricultura-arg.com.ar

Normas de Producción

Lombricultura Argentina ha desarrollado con la experiencia en distintos Lombricultores del país, "normas de explotación", de modo tal de poder en forma ordenada y con una técnica adecuada, llevar adelante esta biotecnología como un emprendimiento o explotación comercial.

Las mismas son:

1	Lugar	9	Herramientas
2	Cunas	10	PP 100
3	Alimento	11	Colocación inicial de los núcleos
4	PH	12	Labores
5	Agua	13	Enemigos
6	Temperatura	14	Cosecha de Lombrices
7	Humedad	15	Cosecha de Humus
8	Núcleos Reproductores		

1 Lugar

El criadero de las lombrices se efectúa en cunas o canteros, pudiendo estar en espacios cubiertos o al aire libre. Si se elige al aire libre es importante construirlas debajo de árboles con raíces profundas y no como los eucaliptos que son superficiales. Las mismas van en busca de la flora bacteriana del humus depositado en las cunas y las rompe. Tampoco hay que colocar cunas bajo de árboles que contengan tanino (nogales, quebracho, itín, castaños, etc.) pues sus hojas resultan muy tóxicas para las lombrices.

Si es posible el terreno debe tener una suave y ligera pendiente para que la lluvia se disipe con facilidad. La construcción de cunas bajo techo (tinglados, galpones, galerías, etc.) otorga mayor seguridad evitando los efectos de las temperaturas extremas, las lluvias copiosas, etc. aunque, por cierto, su costo es mayor.

2 Cunas

Las dimensiones de las cunas o pilas pueden ser muy variables, dependiendo de la cantidad de terreno disponible y de lombrices que como núcleos inicialmente se van a depositar.

Sugerimos de 1 m. de largo por 0,40 m. de alto. Deben tener buen drenaje y las paredes laterales se pueden construir con ladrillos comunes, ladrillos huecos, madera, chapa o placas de cemento.

Algunos lombricultores efectúan un contrapiso de cemento a la cuna. En tal caso debe preverse un drenaje por los laterales para que evacue los lixiviados.

En verano deben cubrirse con tela media sombra y en invierno con rollos de pasto seco y un plástico cobertor negro.



3 Alimento

Las lombrices se alimentan de cualquier desecho orgánico biodegradable. El alimento requiere de una etapa previa de preparación hasta llegar a un compost equilibrado (pH 7). Luego se lo coloca en las cunas.

Entre los alimentos que se destacan, enumeramos los siguientes:

- Estiércoles animales (vacunos, equinos, caprinos, porcinos, ovinos, conejos, aves, etc)
- Bagazo de caña de azúcar, pajas, rastrojos, alfalfa, cáscaras de semillas
- Papel, cartón, harinas, cenizas de combustión de vegetales, etc.
- Residuos orgánicos domiciliarios
- Viruta, aserrín
- Resto de frutas, verduras y hojas

El compostaje merece un capítulo aparte debido a las distintas técnicas aplicables para lograr un buen compost. Deben prepararse las pilas, airearse y regarse (por goteo, aspersión, mangueras, etc) y posteriormente deben efectuarse labores en ellas.

Los estiércoles deben compostarse por separado y ulteriormente se mezclan de acuerdo a una tabla que proporciona Lombricultura Argentina para lograr una comida balanceada en cuanto a la relación C/N (carbono-nitrógeno).

4 pH

Con un pehachímetro se mide el pH del compost antes de colocarlo en las cunas de las lombrices. Su valor debe oscilar 6,7 y 7,3. Valores inferiores a 7 es ácido, valores superiores es alcalino. Durante la etapa termófila, la fermentación se inicia con un temperatura de 15° el pH es inferior a 7, llega a 70° u 80°, el pH sube y luego baja a temperatura ambiente. El pH se equilibra alrededor de 7.

5 Agua

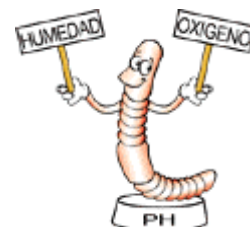
La comida en la cuna debe ser humedecida antes de introducirla y posteriormente debe mantenerse en alrededor del 70%.

El tipo de agua puede ser: corriente, de perforación, de río o laguna y/o de lluvia. El agua de lluvia es la de mejor calidad y, en lo que respecta al resto de tipos de agua, deben eliminarse las consideradas "aguas duras". Ante la duda debe efectuarse un análisis de las mismas.

6 Temperatura

La temperatura ideal para el desarrollo de un Lombricario es entre 20 y 30 grados. Para el caso de radicación de Lombricarios en lugares con temperaturas extremas como los que posee Lombricultura Argentina en Neuquén y en Santiago del Estero, deben efectuarse las siguientes labores:

En Neuquén hubo días con 8 grados bajo cero de temperatura ambiente, pero en las cunas se logró mantener una temperatura de hasta 15 grados, gracias a que las mismas estuvieron en invernaderos y/o



macrotúneles, tapadas con pasto seco y cubiertas con un cobertor negro. En Santiago del Estero, con temperaturas ambientes de alrededor de 45°, a las cunas se las cubrió con telas media sombra y se las regaba dos a tres veces por día suavemente para lograr una evaporación de la masa caliente sobre el habitat de las lombrices.

7 Humedad

En el acápite de agua se analizó la humedad en los canteros de crianza, debiendose mantener una humedad del 70% hasta el período de cosecha de lombrices.

De esta manera las lombrices, por ser oligoquetas, pueden desplazarse, construyendo galerías con total normalidad dentro de un hábitat adecuado



8 Núcleos Reproductores

Lombricultura Argentina provee únicamente Lombrices en la variedad eisenia foétida. Estas lombrices son las verdaderamente híbridas, especie genéticamente mejorada.

Estamos en presencia de un animal con un excelente aparato digestivo compuesto con 6 hígados y que come por día hasta su propio peso, adquiriendo para sí hasta el 40%, excretando el 60%.

Justamente aquí surge el valor económico de sus deyecciones. Estamos en presencia de un producto orgánico de excelentes condiciones con macro y micronutrientes necesarios para los vegetales en general



9 Herramientas

Para el manejo de un lombricario se necesitan escasas herramientas, entre ellas las que se destacan: palas, rastrillos, regaderas, horquillas, carretillas, un máquina trituradora de residuos, una zaranda, un pehachímetro, un higrómetro y un termómetro.



10 PP 100

Esta es la prueba que lombricultura Argentina indica efectuar con el alimento antes de introducirlo en las cunas.

Debe construirse una cuba a escala de la cuna (en una medida aproximada de 0,10 mts por 0,30 mts por 0,04 mts de alto y en ella se coloca el alimento que se usará, colocándose en dicha cuba 100 (cien) lombrices.

Se espera un tiempo de setenta y dos (72) horas y posteriormente se vuelca la cuba sobre una madera y se procede a contar la cantidad de lombrices vivas que quedaron luego de ese plazo.

La cantidad de lombrices vivas marcará el grado porcentual de efectividad del compost utilizado como comida para las mismas.

Se ha trabajado con base cien para establecer el porcentaje aludido.



11 Colocación inicial de los núcleos

Una vez colocado el alimento en las cunas, se colocan las lombrices sobre el mismo.

Por cada metro cuadrado se recomienda colocar la cantidad de 20.000 anélidos (aproximadamente 7 litros)

De esta manera, en una cuna con las medidas descriptas anteriormente se coloca un núcleo de 60.000 anélidos uniformemente distribuidas.



12 Labores

Las labores que deben efectuarse son la incorporación de alimento a los 30 días de colocados los núcleos reproductores.

A su vez cada 10 días debe, con una horquilla, efectuarse la tarea de aireación.

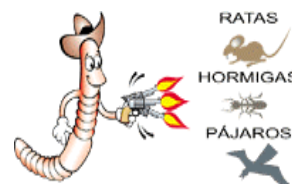
Con respecto a la humectación, el riego debe llevarse a cabo en forma periódica para mantener el 70% de humedad en los canteros de crianzas



13 Enemigos

Se identifican los enemigos y básicamente, debe efectuarse una tarea de prevención.

En ese sentido, entre los potenciales enemigos que posee la lombriz encontramos: batracios, pájaros, hormigas rojas, cerdos, comadrejas, aves y hasta el propio hombre cuando sin querer utiliza sustancias tóxicas cerca de las cunas.



14 Cosecha de lombrices

Cumplido el período de producción del lombricompost, se procede a la cosecha de las lombrices.

En esta etapa, cuando ya han transcurrido unos 65/70 días desde que se introdujeron los anélidos a las cunas hay que retirarlos.

Para ello se las deja una semana sin comida de modo que estén voraces. Posteriormente se colocan unas redes plásticas reticuladas con perforaciones con comida bien húmeda en unos 3 cm. de espesor y las lombrices, suben por la red y van en busca de la comida.

Es justamente aquí cuando se levantan las redes con miles de anélidos y se trasladan a otra cuna ya preparada con comida compostada para comenzar un nuevo ciclo de producción.



15 Cosecha de Humus

Una vez cosechadas las lombrices, el producto que queda depositado en las cunas es el lombricompost.

Se deja reposar para aumentar la flora de microorganismos benéficos mientras la humedad va descendiendo hasta el 40% pues este es el valor óptimo para su fraccionado y envase.

Posteriormente se zarandea, se clasifica, se envasa respetando el aspecto volumétrico y se coloca en depósito disponible para su venta.



61. Productores argentinos

Agregamos un listado, desde ya parcial, de algunos productores argentinos con sus correspondientes coordenadas por si necesita tomar contacto con alguno de ellos.

Provincia	Datos del productor
Buenos Aires	<u>Héctor Horacio Quiroga:</u> Dirección: Dr. Bambill 1285 (8000) Bahía Blanca Tel.: (0291) 4861613 Email: ranchvie@ar.inter.net
Buenos Aires	<u>Ricardo Gioia:</u> Dirección: Chenaut - Capilla del Señor Tel.: 54 11 15 4406 9804 Email: lamariaesther@movi.com.ar
Buenos Aires	<u>Enrique Battistelli:</u> Dirección: Pueyrredon 390 - Lincoln Tel.: 02355-421697 Email: ebattistelli@cibergamo.com.ar
Buenos Aires	<u>Guillermo M. Lombardo:</u> Dirección: Rawson 501 - Lincoln Tel.: 02355-430888 Email: guillermos2001@yahoo.com
Buenos Aires	<u>Cañuelombriz - José Osvaldo Gabetta:</u> Dirección: French 293 - Barrio Peluffo. Ruta 3 Km. 56 - Cañuelas.c.p. 1816 Tel.: (02226) 497093 -cel (011) 15-4425-3305 Email: josegabetta@yahoo.com.ar
Buenos Aires	<u>Lombrirap:</u> Dirección: Maipu 2065 - Villa Maipu - San Martin Tel.: (011) 4755-8376 Email: lombrirap@sinectis.com.ar
Buenos Aires	<u>Andres Morando:</u> Dirección: Asamblea del Año XIII 392 – Hurlingham - Tel.: 4452-0930 Email: andresmorando@yahoo.com

Provincia	Datos del productor
Córdoba	<u>Sandra Abal:</u> Dirección: Ituzaingó 446 Río Cuarto Tel.: (0358)-4647397 Email: sabalr@hotmail.com
Córdoba	<u>Cooperativa Lombricultores de Córdoba:</u> Dirección: Av. Santa Ana 2196 - Alto Alberdi - (5000) Córdoba Tel.: (0351) 4881562 Email: lombricoop@acrux.org
Córdoba	<u>Graciela Veneciano:</u> Dirección: Roca 136 General Levalle Tel.: (03385)-480245 Email: gveneciano@levacoop.com.ar
Santa Fe	<u>Cracogna Mariano:</u> Dirección: J. B. Alberdi 1449 - Tel.: 03482 467314 Email: craco@vocampo.com.ar
Santa Fe	<u>Lic. Julio C. Macagno:</u> Dirección: Gorriti 3196- 3000 - Santa Fe Tel.: 342 4896285 / 03404 156 35208 Email: bioinsumos68@uol.com.ar
Santa Fe	<u>Perrachione Daniel:</u> Dirección: Cochabamba 4948 - Santa Fe Tel.: 0342-155496456 Email: perrachione@ciudad.com.ar
Santa Fe	<u>Daniela Rinaldi:</u> Dirección: Ruta 8, km 338 - Santa Isabel Tel.: 03462-15667989 Email: danirinaldi@yahoo.com.ar

Buenos Aires	<u>Omar Munafo:</u> Dirección: Santiago del Estero 1348 7° B - Capital Tel.: (54-11)4-304-1244 Email: garciamunafo@netizen.com.ar	Santa Fe	<u>Orlando Daniel Robert:</u> Dirección: Bolívar 1620 - Reconquista Tel.: (03482) 425 974 Email: orobert@arnet.com.ar
Buenos Aires	<u>Edgardo Klapputh:</u> Dirección: Boliva r5096 - Villa Ballester Tel.: 011-47686873 Email: edgardok@movi.com.ar	Santiago del Estero	<u>Lombricultura Argentina:</u> Dirección: San Carlos 68 - La Banda Tel.: 0385-156974882 Email: lombricar@yupimail.com
Buenos Aires	<u>Julio Pelazzo:</u> Dirección: H. J. Cámpora 1541 - Merlo Tel.: 0220-4829035/ 15-49930330 Email: julio_pelazzo@hotmail.com	Santiago del Estero	<u>Cesar Montenegro:</u> Dirección: 11 de Septiembre y Belgrano - (Garza) Tel.: 0381 4249954 o 03855 494002 Email: ssanamtg@uol.com.ar
Buenos Aires	<u>Roberto Prato:</u> Dirección: Ruta 5 Km 166 - Chivilcoy Tel.: 02346-434898 Email: rprato@infovia.com.ar	San Juan	<u>Monica De Oro:</u> Dirección: General Paz 281 Este - San Juan Tel.: 0264-4221702 Email: exploro@infovia.com.ar
Buenos Aires	<u>Daniel Marincak:</u> Dirección: Las Catonas Edif. 207 A Dpto. 8 - Moreno Tel.: (0237)481 7095 Email: suslomb@topmail.com.ar	Santa Cruz	<u>Carlos S. Sanchez:</u> Dirección: Mariano Moreno 1119 - Rio Gallegos (9400) Tel.: (02966) 15551982 Email: lombrisur@ciudad.com.ar
Buenos Aires	<u>Alberto Manuel Echeveste:</u> Dirección: Hipólito Yrigoyen 710 - 2° piso - Capital Tel.: 4343-0177 / 78 Email: amecheveste@velocom.com.ar	Entre Ríos	<u>Gabriel Laureano Andrian:</u> Dirección: Belisario Roldan 2610 - Paraná Tel.: 0343_4351928 Email: andrian@radar.com.ar
Buenos Aires	<u>Santana Roberto:</u> Dirección: Ruta 2 Km 41. Comunidad agricola El Pato - Berazategui Tel.: 4206-4569 o (15)4477-5128 Email: agroworm@uol.com.ar	Misiones	<u>Francisco de Haro:</u> Dirección: Lucas Braulio Areco 1052 - Posadas Tel.: 425399 Email: franciscodeharo@yahoo.com.ar
Buenos Aires	<u>Dr. Miguel Schuldt:</u> Dirección: 407 N°2516 - (1894) Villa Elisa Tel.: (54-221)4730682 Email: miguel_schuldt@hotmail.com	La Pampa	<u>Municipalidad de Intendente Alvear:</u> Dirección: 25 de Mayo 972 - Intendente Alvear Tel.: 02302-481007/091/097 fax 02302-481484 Email: munialvear@coserianet.com.ar