

CURSO ONLINE **COMPOSTAJE Y VERMICOMPOSTAJE**



OCTUBRE 2024

INDICE

1. La materia orgánica.	
➤ Actuaciones de la materia orgánica en el suelo.....	3
2. Los residuos orgánicos en las explotaciones agroganaderas ecológicas.	
➤ Residuos orgánicos vegetales.....	4
➤ Residuos orgánicos ganaderos.....	6
➤ Residuos orgánicos urbanos.....	21
3. El compostaje.	
➤ Etapas del compostaje.....	25
➤ Parámetros a tener en cuenta en el compostaje.....	30
➤ Precompostaje.....	40
➤ Proceso maduración.....	43
➤ Beneficios del compost.....	46
➤ Composición del compost.	47
➤ Dosificación del compost.....	53
➤ Algunos casos prácticos.	57
4. Lombricultura y vermicompostaje.	
➤ Compostaje VS vermicompostaje.	64
➤ Clasificación ecológica de las lombrices.	69
➤ Biología de la lombriz roja californiana.....	71
➤ Factores que afectan a la lombriz roja.....	77
5. Manejo de la lombriz roja californiana.	
➤ Sustrato o lecho para el cultivo de la lombriz.....	83
➤ Lechos.....	90
➤ Extracción de humus.....	95
➤ Características del humus de lombriz.....	97
➤ Utilización y dosis del humus de lombriz.....	100

1. LA MATERIA ORGÁNICA

Actuaciones de la Materia Orgánica en el suelo

FÍSICAS:

1. Aumento de la capacidad calórica.
2. Suelos más calientes en primavera.
3. Reduce las oscilaciones térmicas.
4. Agrega las partículas elementales.
5. Aligera suelos arcillosos y cohesion los arenosos.
6. Aumenta la estabilidad estructural.
7. Aumenta la permeabilidad hídrica y gaseosa.
8. Facilita el drenaje y las labores.
9. Reduce la erosión.
10. Aumenta la capacidad de retención hídrica.
11. Reduce la evaporación.
12. Mejora el balance hídrico.

QUÍMICAS:

1. Aumento del poder tampón.
2. Regula el pH.
3. Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
4. Mantiene los cationes de forma intercambiable.
5. Forma fosfomatos.
6. Forma quelatos.
7. Mantiene las reservas de nitrógeno.

BIOLÓGICAS:

1. Favorece la respiración radicular.
2. Favorece la germinación de las semillas.
3. Favorece el estado sanitario de organismos subterráneos.
4. Regula la actividad microbiana.
5. Fuente de energía para organismos heterótrofos.
6. El CO₂ desprendido favorece la solubilización mineral.
7. Contrarresta el efecto de algunas toxinas.
8. Modifica la actividad enzimática
9. Activa la rizogénesis.
10. Mejora la nutrición mineral de los cultivos.

2. Los residuos orgánicos en las explotaciones agroganaderas ecológicas.

Residuos orgánicos vegetales

Fracción o fracciones de un cultivo que no constituyen la cosecha propiamente dicha, así como a aquella parte de la cosecha que no cumple con los requisitos de calidad mínima para ser comercializada como tal.

Características y composición varían según el estadio de desarrollo de la especie cultivada, de la época de recolección, el órgano o parte vegetal de que se trate, y el origen y la naturaleza del residuo. ***Tienen que provenir de cultivos ecológicos.***

El **efecto perjudicial** que estos residuos causan sobre el medio ambiente viene ocasionado fundamentalmente por la acumulación de los mismos en las zonas de cultivo y cercanías de los invernaderos, convirtiéndose, debido a su depósito y abandono, en **fuentes de lixiviados y gases, focos de plagas y vectores de enfermedades**, así como fuente de **malos olores** (causados por procesos fermentativos), lo que hace necesaria la gestión adecuada de éstos con el fin de minimizar el impacto asociado a su producción.

Características y composición:

- ❖ Varían según el estadio de desarrollo de la especie cultivada, de la época de recolección, el órgano o parte vegetal de que se trate, y el origen y la naturaleza del residuo.
- ❖ *Tienen que provenir de **cultivos ecológicos**.*
- ❖ Presenten un contenido hídrico variable, alto contenido de materia orgánica, composición mineral también variable, y generalmente una elevada relación C/N; aunque con notables diferencias según el origen y la composición del residuo.
- ❖ La mayor producción de residuos agrícolas corresponde al sector cerealista seguido de los cultivos hortícolas.
- ❖ **Cereales:** estos residuos poseen baja humedad (10-15%), alto contenido en celulosa (30-50%), alrededor del 10% de lignina, y presentan además una relación C/N muy elevada (80-100).
- ❖ **Los residuos hortícolas:** al tratarse de residuos de cultivos que se cosechan antes de la senescencia vegetal, presentan alto contenido en humedad y generalmente son fácilmente biodegradables. Aunque tienen un elevado contenido de carbono, éstos presentan una relación C/N baja (15-30), debido a su alto contenido en nitrógeno; en general, el contenido de hemicelulosa oscila entre 5 y 15%, y el de celulosa entre 10 y 40%, siendo el contenido de lignina de estos residuos más bajo que el del resto de los residuos agrícolas.

Residuos orgánicos ganaderos

- El modelo ecológico prevé la existencia de actividades agrícolas sin ganadería: horticultura, fruticultura o cultivos extensivos.
- Para estos casos hay dos opciones:
 1. Aprovechar bien los residuos orgánicos vegetales de la explotación.
 2. Abastecerse de abonos orgánicos externos: comerciales o adquiriendo estiércol de ganaderos (SABER ORIGEN)

Es posible con una buena gestión mantener la fertilidad de la tierra sin utilizar estiércol.

- Manejo adecuado ganadería ecológica: (Reglamento Europeo 889/2008, de Agricultura y Ganadería ecológica)

Características y composición: Varían según la especie, edad del ganado, tipo de granja, alimentación, manejo, etc. También son muchas las posibilidades de almacenamiento, aplicación y tratamiento.

Ventajas del compostaje frente al uso de estiércoles

- 1) **Reduce el espacio necesario para el almacenamiento**, porque reduce la masa y el volumen.
- 2) En ocasiones resulta **menos costoso** que otras alternativas, especialmente si se considera todo el ciclo de la deyección ganadera, desde la granja hasta el campo.
- 3) El producto obtenido (compost) genera menos malos olores, tanto durante el almacenamiento como en la aplicación al campo, que el estiércol fresco. Esto implica **menos molestias al vecindario**.
- 4) Mejora el control de las moscas (mejora las **condiciones de higiene del ganado**).
- 5) Mejora el **control de las malas hierbas** (permite reducir el uso de pesticidas).
- 6) El compost es **más fácil de manejar y de distribuir**.
- 7) Permite **reducir la frecuencia de aplicación**, ya que el compost se comporta como un fertilizante de liberación lenta.
- 8) **Amplía el abanico de potenciales usuarios**.
- 9) **Admite el tratamiento conjunto con otros restos orgánicos de la misma explotación ganadera**.

Carga ganadera

- Según Reglamento Europeo 889/2008, de Agricultura y Ganadería ecológica, y para evitar acumulaciones excesivas de N, la ganadería ecológica se basa en los siguientes límites:

Nunca se deben superar los 170 kg N/ha/año

TIPO DE ANIMAL	Nº máx animales/ha/año
Becerras	2
Terneros engorde	5
Vacas de 1-2 años	3,3
Vacas lecheras	2
Ovejas y cabras	13,3
Cerdos de engorde	14
Cerdas madre	6,5
Pollos	580
Gallinas	230
Conejos	100

Metales pesados

Durante el compostaje, la **posible concentración de metales pesados**, provenientes de complementos incorporados a los piensos o determinados tratamientos sanitarios que se administran a los animales, **augmenta**. Permanecen inalterados durante el proceso de compostaje, mientras que la pila al final del proceso ha perdido gran parte de su peso y volumen.

- Los metales pesados mas habituales: **Zinc y Cobre**.
- **Niveles máximos de metales pesados:**

METAL PESADO	Límite legal (mg/kg materia seca)
Cadmio	0,7
Cobre	70
Níquel	25
Plomo	45
Zinc	200
Cromo total	Por debajo de los límites de detección de los métodos analíticos
Cromo (IV)	

Corresponden a los niveles del Compost Clase A

Origen de los abonos orgánicos en modelo ecológico

TIPO DE ABONO ORGÁNICO	Descripción, uso, condiciones
Estiércol	Mezcla de defecaciones animales y materia vegetal (cama de las cuadras). No se admite el uso de ganaderías intensivas.
Estiércol seco, gallinaza deshidratado	No se permite el uso de estiércoles de ganaderías intensivas.
Mantillo de estiércol o gallinaza compostada	No se permite el uso de estiércoles de ganaderías intensivas.
Purines	Después de realizada una fermentación adecuada; o diluido. No se permite el uso de estiércoles de ganaderías intensivas.
Residuos domésticos compostados o fermentados	Compostados de forma aerobia o fermentados de forma anaerobia. Solo residuos de origen vegetal o animal. El sistema de recogida deber de ser cerrado y controlado (puerta a puerta, de uno mismo, comedores colectivos controlados, contenedor orgánico...)

NO DESEABLE

- ❖ **Ganaderia intensiva.**
- ❖ **Agricultura no ecológica.**
- ❖ **Jardineria que emplea sustancias químicas.**
- ❖ **Lodos de depuradoras.**
- ❖ **Residuos domésticos de sistemas de recogida no selectivos.**

- Los **estercoleros** deben cumplir unas condiciones higienico-sanitarias y medioambientales mínimas en lo referente a su ubicación, tamaño, cubierta y estanqueidad. En el caso de Castilla y León, según **Decreto 4/2018 del 22 de Febrero**

Cuestionario a tener en cuenta para elegir uno u otro estiércol:

1. ¿**La ganadería es ecológica?**. En caso contrario, ¿Cumple con la condición de ganadería extensiva? **Necesario**
2. ¿La carga ganadera es menor de 2 unidades de Ganado Mayor por ha (**< 2 UGM/ha**)? **Necesario**
3. ¿Los animales disponen de **cama vegetal** en la cuadra? **Necesario**
4. ¿Los materiales utilizados en la cama están **libres de contaminantes**? No han sido sometidos a tratamietos químicos y son principalmente de paja o helecho. Debe evitarse en la medida de lo possible la viruta de pino y los absorbentes quimicos.
5. ¿El Ganado está **suelto en la cuadra**? **Necesario**: que no estén atados y dispongan sitio para moverse.
6. ¿Los animales disponen de **luz natural** en la cuadra? **Necesario**
7. ¿Se sigue un **modelo productivo ligado a la tierra**? La alimentación del Ganado se basa en el pastoreo, o en gran medida en forraje y piensos de producción propia

Composición de los estiércoles

- ❖ 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 actinomicetos, pero posteriormente aquéllas disminuyen a favor de éstos.
- ❖ La **composición de los estiércoles** son variables y muy influenciados por varios factores.
 - I. Especie animal.
 - II. Raza.
 - III. Edad.
 - IV. Alimentación (calidad y cantidad).
 - V. Tratamiento de la materia prima.

- ❖ De todos estos factores, quien provoca mayor variabilidad es la **cantidad y calidad de alimento**.
- ❖ Como 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 en campo.
- ❖ Los animales jóvenes aprovechan mejor el alimento, reteniendo cerca del **50% de lo ingerido**, produciendo un **estiércol más pobre**.
- ❖ 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, serrín, 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**.

Contenido en materia seca y fitonutrientes (expresado sobre materia húmeda) de deyecciones ganaderas de diferentes orígenes de la UE, (Menzi, Pain y Smith- 1998)

GANADO QUE ORIGINA LA DEYECCIÓN GANADERA		%ms	N total (g/kg)	N asimilable		P ₂ O ₅ (g/kg)	K ₂ O (g/kg)
				(g/kg)	% sobre N _{total}		
Vacuno	Media	22,3	4,8	1,3	26	3,0	5,7
	Rango	16-43	2,0-7,7	0,5-2,5	9-50	1,0-3,9	1,4-8,8
Equino	Media	32,1	6,1	1,5	28	2,7	5,9
	Rango	25-54	5,0-8,2	0,4-2,1	25-33	1,8-3,2	2,0-9,0
Ovino	Media	30,6	7,8	2,0	26	4,0	9,9
	Rango	25-48	6,1-8,6	1,3-2,6	23-31	2,3-5,2	5,7-16
Porcino	Media	23,8	6,8	2,4	26	6,3	4,9
	Rango	20-30	4-9	0,7-6,0	10-50	1,9-9,2	2,5-7,2
Avicultura de puesta	Media	40,6	23,6	10,9	49	16,6	10,7
	Rango	22-55	13-45	5,1-25,0	37-60	8-27	6-15
Avicultura de carne	Media	60,3	30,0	7,6	34	18,5	17,1
	Rango	45-85	18-40	2,0-15,0	24-50	6,9-25	6,7-23

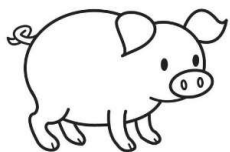
Cantidad de nutrientes contenida en los excrementos de diferentes orígenes

TIPO DE GANADO Y FASE PRODUCTIVA	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Purín	Estiércol	Densidad estiércol
GENERADORES DE LA DEYECCIÓN	(kg/plaza/año)			(m ³ /plaza/año)	(t/plaza/año)	(t/m ³)
Vacuno de leche	73,0	36,00	91,0	14,6	18,25	0,8
Vacas nodrizas	51,1	24,1	67,3	9	12	0,8
Terneras de reposición	36,5	17,2	48,1	5,84	6,93	0,8
Cría de bovino (animales de 1 a 4 meses en 3 ciclos/año/plaza)	7,7	3,7	7,3	0,5	0,7	0,8
Engorde de teneros/as	21,9	10,8	27,3	4,74	5,47	0,8
Cerda en ciclo cerrado	57,6	49,1	36,0	17,75	---	---
Cerda con lechones hasta el destete (0-6 kg)	15,0	12,8	9,4	5,1	---	---
Cerda con lechones hasta 20 kg	18,0	15,3	11,2	6,12	---	---
Cerda de reposición	8,5	7,2	5,3	2,5	---	---
Lechones de 6-20 kg	1,19	1,01	0,74	0,41	---	---
Cerdo de engorde (20-50 kg)	6,0	5,1	3,7	1,8	---	---
Cerdo de engorde (50-100 kg)	8,5	7,2	5,3	2,5	---	---

TIPO DE GANADO Y FASE PRODUCTIVA GENERADORES DE LA DEYECCIÓN	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Purín	Estiércol	Densidad estiércol
	(kg/plaza/año)			(m ³ /plaza/año)	(t/plaza/año)	(t/m ³)
Cerdo de recebo (20-100 kg)	7,2	6,2	4,5	2,15	---	---
Verraco	18,0	15,3	11,2	6,12	---	---
Avicultura de puesta (por plaza de gallina ponedora, comercial o selecta)	0,50	0,70	0,40	0,037	0,04	0,9
Polluelos de criar (2,5 ciclos/año/plaza. Animales de 100 días hasta 1,4 kg)	0,08	0,08	0,06	---	0,014	---
Engorde de pollos (5 ciclos/año/plaza. Duración del engorde de 48-50 días)	0,22	0,22	0,15	---	0,037	0,5
Engorde de patos (3,5 ciclos/año/plaza)	0,24	0,33	0,17	0,11	0,128	---
Producción de conejo	4,30	6,40	3,51	---	0,084	0,75
Ganado equino	63,80	24,9	70,5	---	10,95	0,8
Ovejas de reproducción	9,00	5,25	14,58	---	0,913	---
Ovino de engorde (2,0 ciclos/año/plaza) Conjunto corderos/corderas	3,00	1,75	4,86	---	0,219	---
Ovejas de reposición	4,50	2,63	7,29	---	0,45	---
Cabrío de reproducción (con o sin producción lechera)	7,20	4,20	11,67	---	0,73	---
Cabrío de reposición	3,60	2,10	5,83	---	0,365	---
Cabrío de sacrificio	2,40	1,4	3,85	---	0,244	---

Características de distintos tipo de estiércol

➤ **Porcino / Vacas de engorde:**



C/N=16

Necesario añadir fibra, aunque tenga incorporado el material seco de la cama.

Tendencia a la compactación

Compostaje lento:4-6 meses

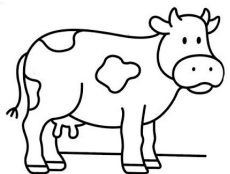
Requiere de varios volteos

Se denomina estiércol frío porque le cuesta arrancar el proceso.



Nota: En las vacas de engorde en producción convencional la dieta es muy rica en proteínas y los animales pasan mucho tiempo en los establos. El estiércol suele tener poca paja y muchos excrementos.

➤ **Vacuno de leche / novillas:**

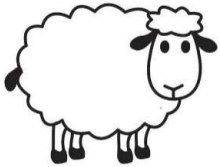


Estructura Buena

Mejora con incorporacion de fibra seca porque suele ser un estiércol bastante húmedo.

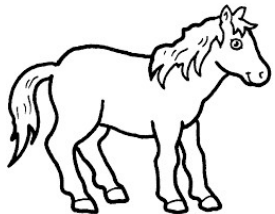
Compostaje.4-5 meses

➤ **Ovino / Caprino:**



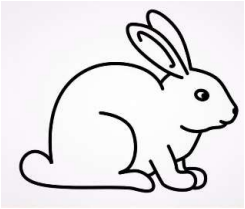
- Estructura Buena si se retira de la majada sin dejar que se acumule.
- Si se acumula mucho se suele compactar y será necesario un triturado (ej: esparcidora)
- No necesario añadir fibra, tiene una C/N=20-30
- Compostaje: 3-4 meses
- Contienes más cantidad de fósforo y potasio que el resto de estiércoles.

➤ **Equino / burro:**



- Estructura muy Buena, no necesita aporte fibra.
- C/N= 20-25
- Compostaje: 3-4 meses
- Estiércol caliente
- Rico en magnesio.

➤ **Conejo:**



- Estructura muy Buena por la cantidad de pelo y cama vegetal que tiene.
- C/N = 20-30
- Aireacion buena por la forma de los excrementos.
- Compostaje en 3 meses
- La alimenación de conejas madre suele incorporar medicamentos, lo que dificulta el compostaje.

➤ **Avícola:**



- Alto contenido en N.
- C/N=10-15
- Necesita adición de fibra, por lo menos una ¼ parte del volume final
- Necesita más volteos para evaporar el amoniaco producido.
- Compostaje: 4-6 meses
- El que más contenido en N tiene.

Cómo compostar estiércol

➤ **Pilas pequeñas:**

- Cantidades pequeñas para manejo manual.
- Altura: 0,6 – 1,2 m
- Higienización menor y más difícil.
- Volteos: Al cabo de 1 mes de iniciado. Capa externa para el núcleo.
- Compostaje: Mínimo 6 meses para conseguir higienización.

➤ **Pilas grandes:**

- Cantidades grandes y con capacidad mecanizada.
- Altura: 1,2 – 2 m
- Anchura: 2,5 – 4-5 m
- Higienización completa en 30 días.
- Compostaje: 3 meses
- Volteo: con uno es suficiente, realizado a los 7-15 días de haber construido la pila.
- Estiercol de vacuno de engorde, avícola y porcino: Requieren 2º volteo, a los 45 días de iniciar la pila. En este caso se necesitan 4-6 meses de compostaje

Residuos orgánicos urbanos



Generamos en nuestras casas **1 kg de residuos** cada **habitante y día** (SIN las fracciones recicladas)

Fuente: Junta de Castilla y León



Legislación aplicable para su utilización:

- ❑ R.D 506/2013 de 28 de Junio: Regula la enmiendas orgánicas elaboradas con residuos orgánicos
- ❑ R.D 865/2012 de Julio : Regula los sustratos de cultivo
- ❑ Ley 7/2022: De residuos y suelos contaminados



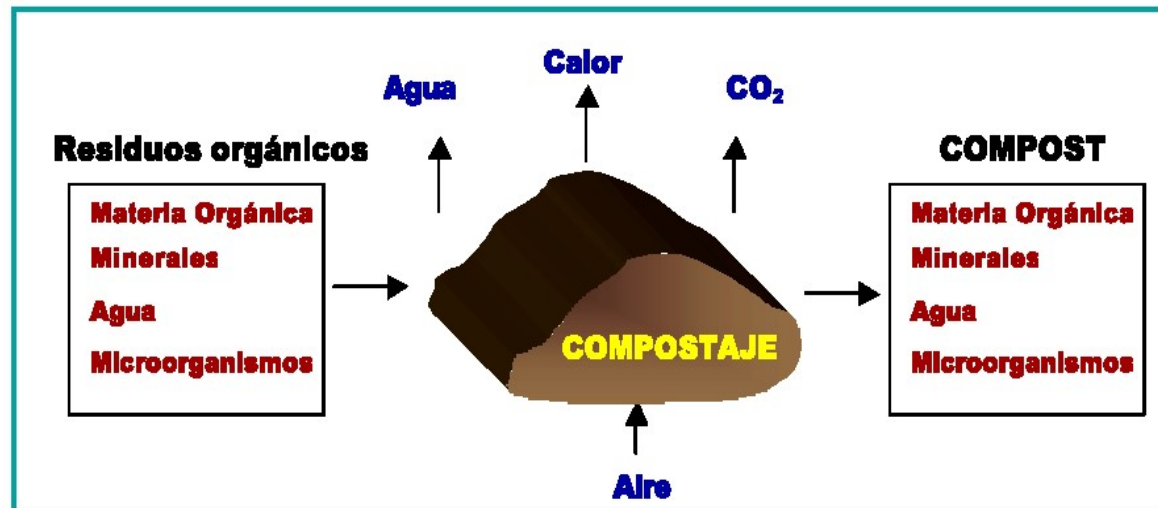
Se adjunta un Manual de elaboración propia para el autocompostaje de residuos orgánicos urbanos.

3. EL COMPOSTAJE

Etapas de compostaje

Definición de compostaje:

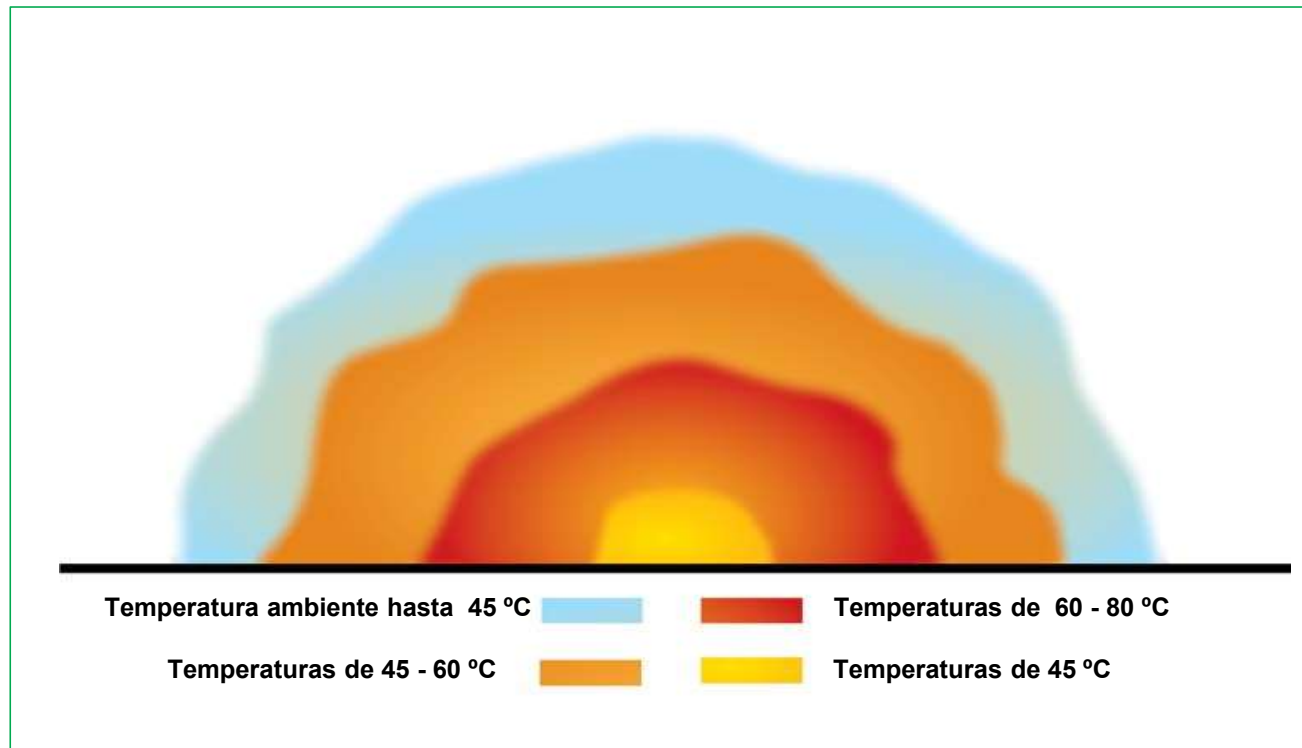
“Proceso **dirigido y controlado** de mineralización y pre-humificación de la materia orgánica, a través de un conjunto de técnicas que permiten el **manejo de las variables del proceso**; y que tienen como objetivo la obtención de un biofertilizante de características físico-químicas, biológicas y microbiológicas predeterminadas, conocido como Compost”



Zonas en la pila de compostaje

1. La **zona central** o núcleo de compostaje, que es la que está sujeta a los cambios térmicos más evidentes.
2. La **corteza** o zona cortical que es la zona que rodea al núcleo y cuyo espesor dependerá de la compactación y textura de los materiales utilizados.

Todos los procesos que se dan en el núcleo, no alcanzan la totalidad del volumen de la corteza.



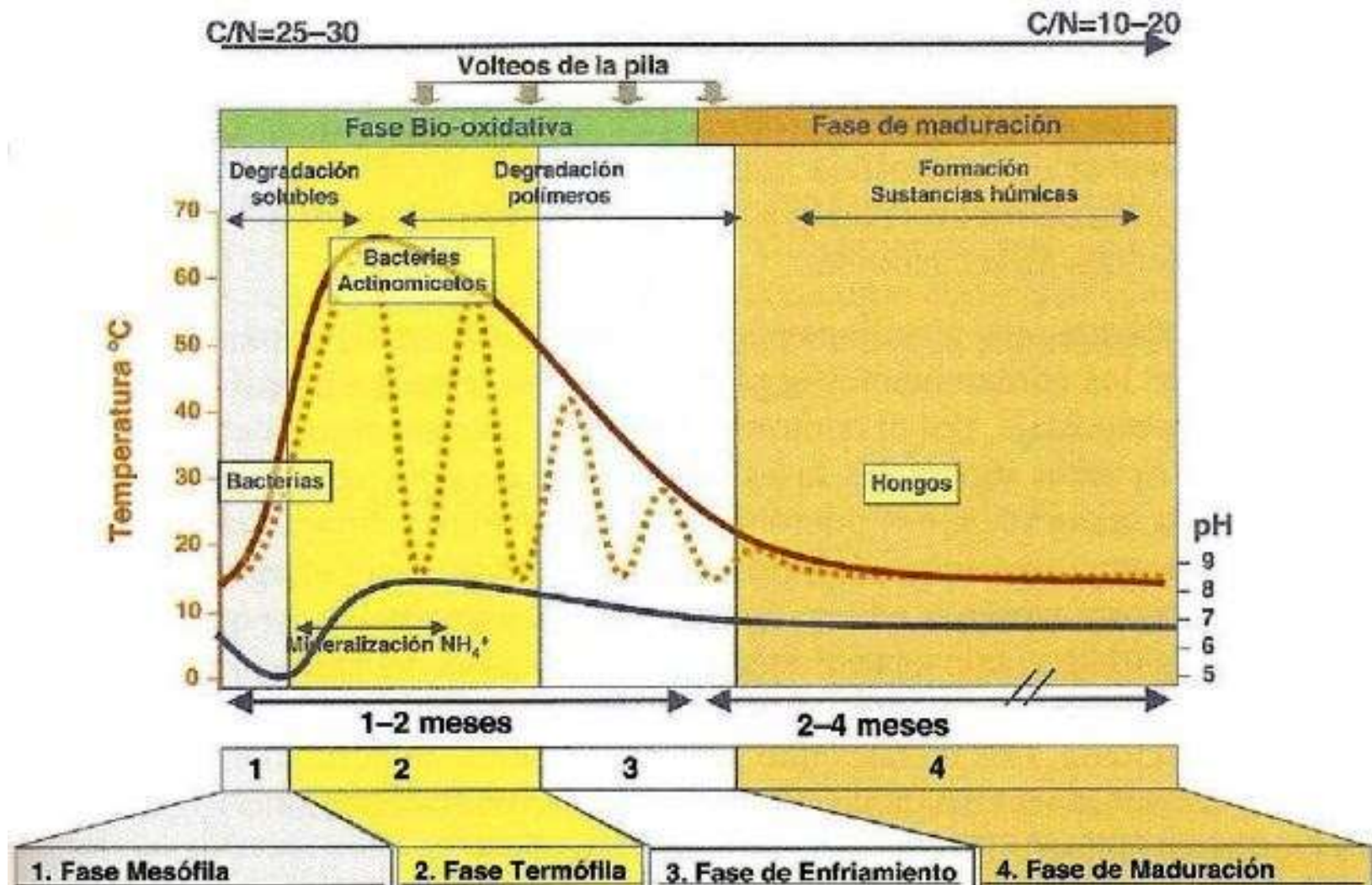
Etapas del compostaje

Utilizando como criterio las temperaturas alcanzadas en el núcleo, podemos diferenciar las siguientes etapas:

Etapas de latencia:

- Es la etapa inicial, considerada desde la conformación de la pila hasta que se constatan **incrementos de temperatura**, con respecto a la temperatura del material inicial.
- Esta etapa, es **notoria** cuando el **material ingresa fresco** al compostaje. Si el material tiene ya un tiempo de acopio puede pasar inadvertida.
- Si son correctos el balance C/N, el pH y la concentración parcial de oxígeno, entonces la **temperatura ambiente** y fundamentalmente la **carga de biomasa microbiana** que contiene el material, son los dos factores que definen la duración de esta etapa.
- La duración de esta etapa es muy variable, dependiendo de numerosos factores.

Ejemplo: Con temperatura ambiente entre los 10 y 12 °C, en pilas adecuadamente conformadas, esta etapa puede durar de 24 a 72 horas.



Etapa mesófila 1 (10-40°C):

- Fermentaciones de la microflora mesófila junto con oxidaciones aeróbicas (respiración aeróbica). Mientras se mantienen las condiciones de aerobiosis actúan Euactinomicetos (aerobios estrictos), de importancia por su capacidad de producir antibióticos.
- Se dan también procesos de **nitrificación y oxidación** de compuestos reducidos de azufre, fósforo, etc.
- La participación de **hongos** se da al inicio de esta etapa y al final del proceso, en áreas muy específicas de las pilas de compostaje.
- Particularmente sensible al binomio óptimo **humedad-aireación**.
- La actividad metabólica **incrementa paulatinamente la temperatura**. La falta de disipación del calor produce un incremento aún mayor y favorece el desarrollo de la microflora termófila que se encuentra en estado latente en los residuos.

Etapa termófila (40-75°C):

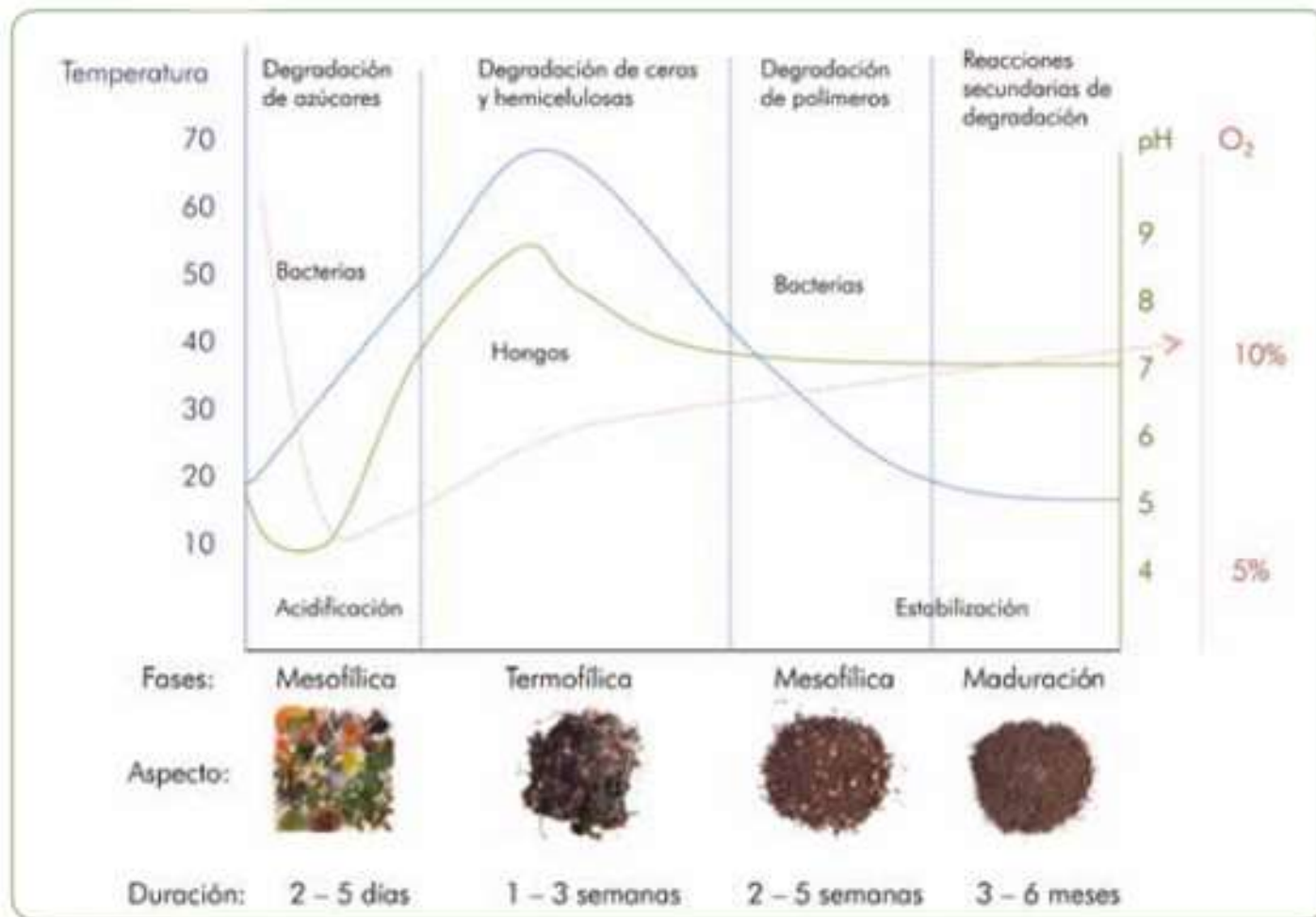
- La microflora mesófila es sustituida por la termófila debido a la acción de **Bacilos y Actinomicetos termófilos**.
- *Normalmente en esta etapa, se **eliminan todos los mesófilos patógenos, hongos, esporas, semillas y elementos biológicos indeseables**.*
- Si la compactación y ventilación son adecuadas, se producen visibles emanaciones de **vapor de agua**.
- El **CO₂** se produce en volúmenes importantes que difunden desde el núcleo a la corteza. Este gas, juega un papel fundamental en el control de larvas de insectos. La corteza y más en aquellos materiales ricos en proteínas, es una zona donde se produce la puesta de insectos. La concentración de CO₂ alcanzada resulta letal para las larvas.
- Como esta etapa es de gran interés para la **higienización** del material, es conveniente su prolongación hasta el agotamiento de nutrientes.

Etapa mesofila 2 o de enfriamiento:

- Con el agotamiento de los nutrientes, y la desaparición de los termófilos, comienza el **descenso de la temperatura**.
- Cuando la misma se sitúa aproximadamente a temperaturas iguales o **inferiores a los 40°C** se desarrollan nuevamente los microorganismos mesófilos que utilizarán como nutrientes los materiales más resistentes a la biodegradación, tales como la celulosa y lignina.
- Esta etapa se la conoce generalmente como **etapa de enfriamiento**.
- La temperatura descenderá paulatinamente hasta presentarse en valores muy cercanos a la temperatura ambiente. En estos momentos se dice que el material se presenta **estable biológicamente** y se da por culminado el proceso.

- Las etapas mencionadas, no se cumplen en la totalidad de la masa en compostaje.
- Puede ser recomendable **remover las pilas de material** en proceso, de forma tal que el material que se presenta en la corteza, pase a formar parte del núcleo. Estas remociones y reorganizaciones de las pilas se realizan en momentos puntuales del proceso, y permiten además airear el material, lo que provoca que la secuencia de etapas descrita se presenta por lo general más de una vez.
- Desde el punto de vista microbiológico la finalización del proceso de compostaje se tipifica por **la ausencia de actividad metabólica**. Las poblaciones microbianas se presentan en fase de **muerte por agotamiento de nutrientes**. La biomasa puede permanecer constante por un cierto período aún cuando la gran mayoría de la población se haya hecho no viable.





Parámetros a tener en cuenta en el compostaje

Relación Carbono-Nitrógeno (C/N)

El Carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el Nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción.

- **C/N inicial de 20 a 30:** Se considera como adecuada para iniciar un proceso de compostaje.
 - **C/N superior a 30:** Requerirá para su biodegradación un mayor número de generaciones de microorganismos.
 - **C/N inferior a 20:** Producirán pérdidas importantes de nitrógeno
 - **C/N final entre 12-15** (considerada apropiada para uso agronómico)
-
- Los residuos de origen vegetal, presentan por lo general una relación C/N elevada.
 - Las plantas y montes, contienen más nitrógeno cuando son jóvenes y menos en su madurez.
 - Los residuos de origen animal presentan por lo general una baja relación C/N.

Composición media y relación C/N de algunos materiales utilizados en el compostaje

Material	Humedad (%)	nitrógeno (%)	Relación C/N
Residuos de fruta	80	1.4	40
Huesos de aceitunas	8-10	1.2-1.5	30-35
Residuos de vegetales	-	2.5-4	11-13
Residuos de maíz	12	0.6-0.8	56-123
Residuos de tomate	62	4.5	11
Residuos de frutas	80	1.4	40
Residuos matadero	10-78	13-14	3-3.5
Residuos de pescado	76	10.6	3.6
Estiércol de gallina	37	2.7	14
Estiércol de vacuno	81	2.4	19
Estiércol ovino	69	2.7	2.7
Estiércol de caballo	72	1.2	41
Purines	80	3.1	3.1
Maíz de ensilado	65-68	1.2-1.4	38-43
Heno	8-10	2.1	15-32
Paja cereales	12	0.7	80
Residuos papel periódico	3-8	0.06-0.14	398-852
Serrín	39	0.24	442
Cortes de pastos	82	3.4	17
Hojas	38	0.9	54
Poda de árboles	70	3.1	235-496

Fuente: adaptado de Rynk *et al.*, 1992

Niveles altos de Nitrógeno	
Materia orgánica	Relación C/N
Orines	1
Estiércol de aves y deyecciones animales frescas	5-15
Purín de cerdo	13
Purín de ortiga y ortigas frescas	3-15
Césped recién cortado	10-15
Plantas leguminosas recién cortadas	10-20
Abonos verdes antes de floración	10-20
Restos vegetales frescos	10-20
Posos de café	20
Restos de cocina	15-25
Niveles equilibrados en Carbono y Nitrógeno	
Materia orgánica	Relación C/N
Estiércol de oveja o caballo con cama de paja	20-30
Hierbas al final de su ciclo vegetativo	20-30
Hojas de árboles frutales y de arbustos	20-35
Ramas de podas primaverales, finas o medianas trituradas	25-40
Niveles altos de Carbono	
Materia orgánica	Relación C/N
Serrín	500-1.000
Serrín de caducifolios	150-200
Papel y cartón	150-300
Cañas de maíz secas	100-150
Caña de maíz verde	50-60
Paja de trigo	100-130
Turbas	40-100
Agujas de pino frescas	30
Agujas de pino secas	150
Ramas de podas otoñales y las muy gruesas	30-80
Paja de avena, centeno y cebada	50-60
Hojas de haya, roble y frondosas	50-60

Estructura y Tamaño de lo Residuos

- Numerosos materiales **pierden rápidamente su estructura física** cuando ingresan al proceso de compostaje, como los estiércoles.
- Otros son **muy resistentes a los cambios**: Materiales leñosos y fibras vegetales en general. En este caso la superficie de contacto entre el microorganismo y los desechos es pobre.

Ante el caso de no disponer, de estiércol u otro material de diferente estructura física, debemos recurrir al procesamiento del mismo, para lograr un tamaño adecuado y un proceso rápido. Las alternativas para este tipo de materiales leñosos y de gran tamaño es la utilización de **tritadoras**.

❑ **Diámetro aconsejable:** 10 mm a 20 mm
<3 mm : Se compacta

❑ **Longitud residuos:** 5 cm -30 cm

- Cuando las partículas son más pequeñas hay más superficie específica para ponerse en contacto con los microorganismos, lo cual facilita el acceso al sustrato.
- La **densidad** del material y por tanto la aireación o la retención de la pila aumenta según avanza el proceso del compostaje.

Ideal inicio: 150-250 kg/m³.

Final proceso: 600-700 kg/m³

Humedad

Ideal: **40-60 %** (si se puede mantener Buena aireación)

> **60%**: Hacer perder humedad al material antes de formar la pila:

- Secándolo en capas delgadas por evaporación natural
- Mezclando con materiales secos, manteniendo C/N

< **10%**: Desciende al actividad biológica y el proceso se hace extremadamente lento.

La humedad adecuada para cada etapa, depende de la naturaleza, compactación y textura de los materiales de la pila. Los materiales fibrosos y finos retienen mayor humedad y aumentan la superficie específica de contacto



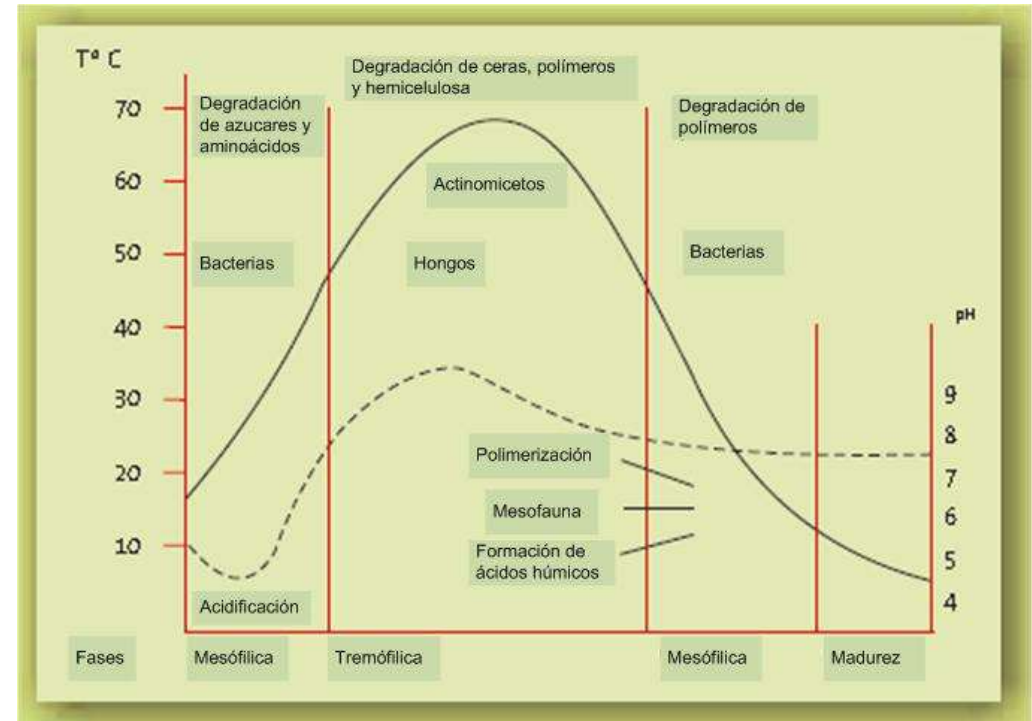
El pH

Ideal: 6,5 - 7,5

< 5,5 (ácidos): inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos.

> 8 (alcalinos): Haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos.

➤ Durante el proceso de compostaje se produce una variación natural del pH, que es necesaria para el proceso y que es acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos.



Algunos residuos provenientes de **actividades agroindustriales** se caracterizan por su estabilidad (resistencia a la biodegradación), y en general se trata de desechos con pH marcadamente ácido. Se debería hacer una **neutralización** mediante la adición de Piedra Caliza, Calcáreo o Carbonato de Calcio de uso agronómico.

La aireación

- La aireación es conjuntamente con la relación C/N uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de compostaje aeróbico. Nuestro objetivo es **favorecer los metabolismos de respiración aerobia**.
- Cuando como consecuencia de una mala aireación la concentración de oxígeno alrededor de las partículas baja a **valores inferiores al 20%** (concentración normal en el aire), se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas.
- En la práctica, esta situación **se diagnostica** por:
 - Aparición de olores nauseabundos, producto de respiraciones anaeróbicas (degradación por la vía de putrefacción, generación de dihidruro de azufre SH₂)
 - Fuerte olor a amoníaco, producto de la amonificación.

En una masa en compostaje con una adecuada C/N, estas condiciones de anaerobiosis se producen por **exceso de humedad** o bien por una **excesiva compactación** del material.

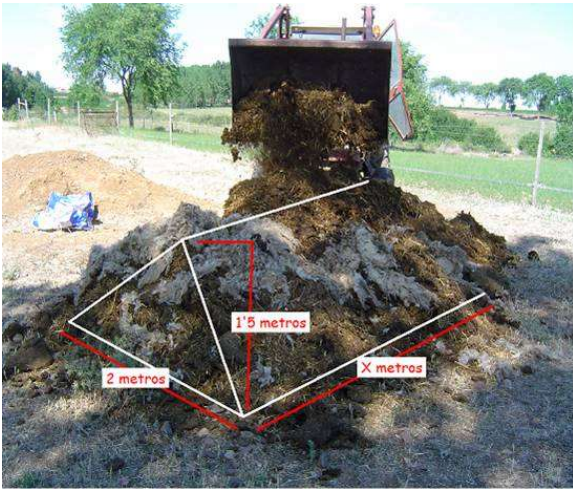
En estas situaciones, se debe proceder de inmediato a **suspender los riegos** y a la **remoción del material** y a la **reconformación de las pilas**.

Pilas con volteo

- Es uno de los sistemas más sencillos y más económicos.
- Esta técnica de compostaje se caracteriza por el hecho de que la pila **se remueve periódicamente** para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de **eliminar el excesivo calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación.**
- Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado. La frecuencia del volteo depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días.
- Normalmente se realizan controles automáticos de temperatura, humedad y oxígeno para determinar el momento óptimo para efectuar el volteo.



Si disponemos solo de restos orgánicos de la cocina y algunos restos de cosechas de un huerto de pequeñas dimensiones (< 100 m²) o un pequeño jardín, tal vez debamos decantarnos por **compostadores**, ya que difícilmente podremos disponer de golpe de un **metro cúbico** de materia orgánica, **cantidad mínima necesaria para iniciar un compostaje en el que se produzca una fase termófila** (elevación de la temperatura a 60-65 °C).



OCTUBRE 2024

Curso compostaje y vermicompostaje

37



Diseño de las pilas:

- **No es aconsejable la conformación de pilas de pequeños volúmenes**, ya que las fluctuaciones de temperatura en estos pequeños volúmenes son muy bruscas.
- No conforme pilas con base inferior a los 1,5 - 2 m. Como regla general, tome como **altura la mitad de la base**, los que nos permitirá obtener una buena relación Superficie/Volumen.



Precompostaje

Residuos con poca carga biológica o masa microbiana.

- Frecuente en residuos frescos de origen agroindustrial que han sido sometidos en el proceso industrial a altas temperaturas.
- Conveniente aplicar **Técnicas de Bioaugmentación**: Inocular artificialmente los desechos con una carga de microorganismos.
- Algunas alternativas ampliamente probadas:

→ **Inóculo con suelo fértil**: Extender en área los residuos en **capas no superiores a los 20 cm**, y posteriormente distribuir sobre ellos a razón de **0,5 kg/m²** suelo fértil. Luego **se mezcla** y se procede a conformar la pila.

Aconsejado para **materiales con exceso de humedad**.

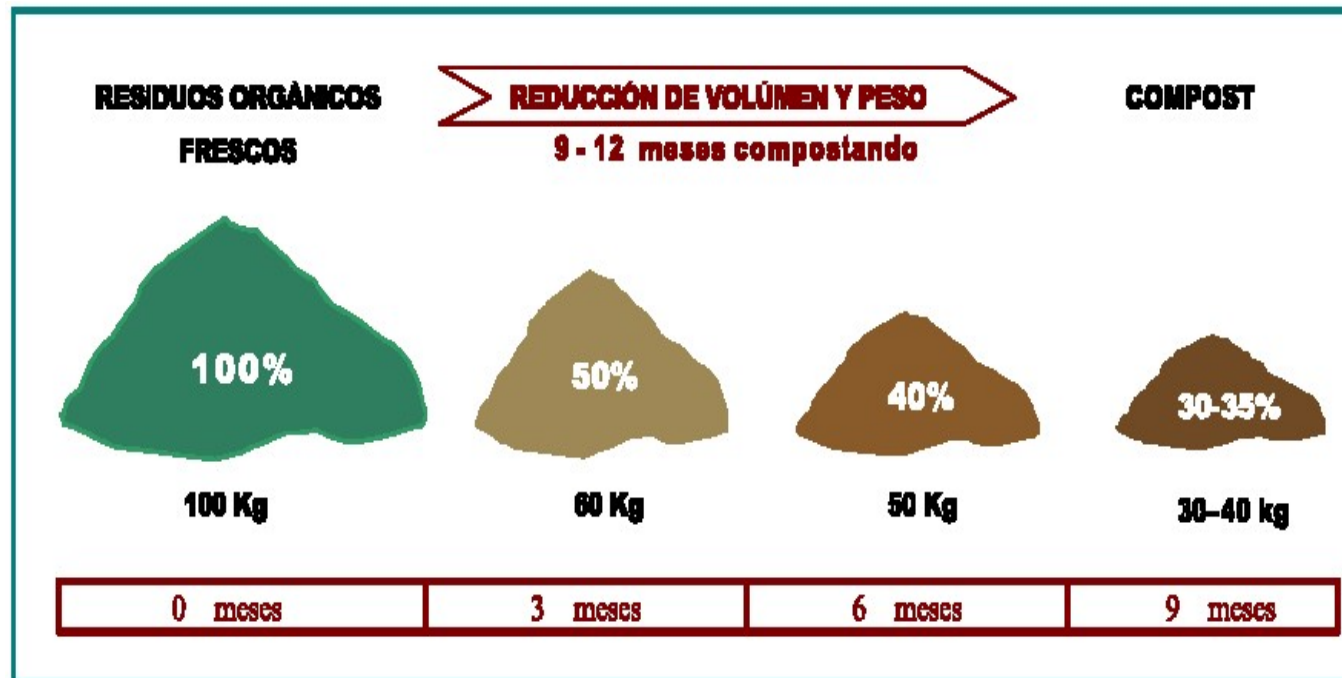
→ **Inóculo por trasplante**: Se **extienden** los residuos. De una pila en compostaje en etapa *mesotérmica 1* se extrae de su núcleo una cantidad de material suficiente para aplicar sobre el material extendido **100 g/m²**. Luego **se mezcla** y se procede a conformar la pila.

Aconsejado para **materiales con exceso de humedad**.

→ Inóculo con caldo de cultivo:

Consiste en preparar un caldo de cultivo.

- Tanque de aproximadamente **200 litros**.
- Introducimos:
 - **5 litros de excreta de aves** de corral (frescas),
 - **20 l de estiércol bovino (fresco)**
 - **5 l de suelo fértil** o bien 5 l de material proveniente del **núcleo de una pila en etapa mesotérmica 1**.
- A continuación **llenamos con agua** el tanque hasta los 200 l y **agitamos**. El recipiente debe ser instalado en un lugar donde este sujeto a las mínimas variaciones térmicas.
- Luego de **48 horas** , el inóculo puede ser aplicado.
- **Cada vez que se retira un volumen** de inóculo debe ser repuesto por un volumen igual de agua más **0,25 kg de suelo fértil** o bien **5 l de material proveniente del núcleo** de una pila en etapa mesotérmica1.
- El contenido del recipiente debe ser **agitado y homogeneizado por lo menos una vez al día**, tratando de remover el material sedimentado en el fondo. Según las condiciones climáticas, un preparado de acuerdo a las proporciones citadas puede rendir unos **600 a 700 l de Inóculo**.
- El **material extendido** en las dimensiones de los ejemplos anteriores es **regado abundantemente** con el preparado. Luego se conforman las pilas.
- Este tipo de inóculo es aconsejado para **residuos deficitarios en humedad**.



Proceso de maduración

- Luego de la fase activa del compostaje se requiere de un periodo mayor a un mes (entre 2-4 meses) para que el proceso termine y el compost desarrolle las características deseadas para sus aplicaciones posteriores. En este proceso **se sintetizan las sustancias húmicas**.
- Un **compost inmaduro** puede interferir con el crecimiento de la plantas ya que se produce **inmovilización de nitrógeno**, lo que causa competencia por este nutriente entre las raíces de las plantas y los microorganismos que habitan en el suelo, además puede **incorporar fitotoxinas** que se producen en las primeras etapas del proceso que **inhiben el crecimiento de las plantas y la germinación de las semillas**.
- En la etapa de maduración **no se requiere de volteos** si las pilas tienen un tamaño suficientemente pequeño para permitir un adecuado intercambio gaseoso, sino se realizaría uno cada mes o mes y medio.

Al final de esta fase:

- I. **Los materiales iniciales no se deben reconocer,**
- II. **Mezcla homogénea de color café oscuro a negro.**
- III. **Aroma a tierra de hojas**

Para **evaluar la madurez del compost** se pueden utilizar una serie de test fáciles de realizar en terreno y otros que requieren de un laboratorio especializado.

Dentro de los **test** posibles de ser realizados **en terreno** se encuentran:

Pruebas de germinación:

Estas pruebas determinan la **concentración de compuestos fitotóxicos, principalmente ácidos**. Para realizarlas se requiere de varias muestras del material, las que son utilizadas como sustrato donde se harán germinar semillas. Si el porcentaje de **germinación es mayor o igual al 80%** significa que el compost presenta **una baja o nula fitotoxicidad**.

<i>% Inhibición de plantas</i>	<i>Clasificación de toxicidad</i>
81-100	Extremadamente tóxico
61-80	Altamente tóxico
41-60	Tóxico
21-40	Moderadamente tóxico
0-20	Ligera toxicidad – No tóxico

Olor luego de ser almacenado:

- Para este método se debe colocar una muestra de compost levemente mojado en una **bolsa plástica**. El compost maduro emitirá un suave olor a tierra al abrir la bolsa después de **una semana** de almacenamiento a temperatura de **20 a 30°C**.
- Si el compost está inmaduro se producirá fermentación anaeróbica, lo que provocará un fuerte olor.

Métodos de observación:

Olor: Un compost maduro presenta olor a tierra de hojas.

Temperatura estable: La temperatura se estabiliza y es similar a la ambiental.

Color: El compost se oscurece con la madurez, llegando a un color café oscuro o negro.

Métodos de análisis químicos:

Determinación de pH: Un compost maduro posee un pH entre 7 y 8.

Relación C/N: Un compost maduro presenta una relación C/N menor de 20 y lo más cercana a 15.

Determinación de NH_4 : Un compost maduro no debe poseer más de un 0,04%.

Beneficios compost

1. El compost produce **efectos positivos en el suelo** tanto en sus propiedades físicas, químicas como biológicas.
2. Su incorporación en el suelo permite **mejorar su estructura**, reduciendo los problemas de compactación y susceptibilidad a la erosión, además aumenta la capacidad de retención de agua y el intercambio gaseoso, favoreciendo así el desarrollo radical.
3. Mejora además la **actividad biológica** del suelo ya que provee de alimento a los microorganismos que habitan en él y se alimentan de humus.
4. Su uso como fertilizante está relacionado con su capacidad de entregar **nutrientes de forma lenta**, de acuerdo a la mineralización causada por los microorganismos quienes en términos simples liberan los nutrientes contenidos en el humus y materia orgánica.
5. Además el compost actúa como **supresor de enfermedades**, a través de mecanismos biológicos como competencia entre microorganismos benéficos y patógenos, parasitismo y antibiosis.

Composición del compost

- La calidad de los compost dependerán del **origen de los materiales y de todo el proceso de compostaje posterior.**
- La legislación que regula los productos fertilizantes es el **R.D 506/2013**, del 28 de junio, que adapta la disposición europea: [Reglamento \(CE\) Nº 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003, relativo a los abonos](#)).
- En el caso del compost se recogen en el **Grupo 6. Enmiendas orgánicas.**
- Recoge una lista de **residuos orgánicos biodegradables que están autorizados para elaborar composts** de uso comercial y que podemos utilizar para la elaboración de composts de calidad.

- Según este R.D distinguiendo 4 tipos de compost:
 - I. **Compost:** A partir de diversos materiales biodegradables (desperdicios de cocina, restos agroindustriales, de cosecha y lodos de depuradora)
 - II. **Compost vegetal:** Restos de hojas, podas y hierba cortada.
 - III. **Compost de estiércol**
 - IV. **Vermicompost:** Obtenido de la digestión de las lombrices.

Enmienda orgánica compost:

- A. Producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), bajo condiciones controladas, de materiales orgánicos biodegradables del Anexo IV, recogidos separadamente
- B. Materia orgánica total: 35%
- C. Humedad máxima: 40%
- D. COT/NT<20
- E. No podrá contener impurezas ni inertes de ningún tipo tales como piedras, gravas, metales, vidrios o plásticos
- F. El 90% de las partículas pasarán por la malla de 25 mm

Enmienda orgánica Compost vegetal:

- A. Producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), exclusivamente de hojas, hierba cortada y restos vegetales o de poda, bajo condiciones controladas
- B. Materia orgánica total: 40%
- C. Humedad máxima: 40%
- D. COT/NT<15
- E. No podrá contener impurezas ni inertes de ningún tipo tales como piedras, gravas, metales, vidrios o plásticos

Enmienda orgánica Compost de estiércol:

- A. Producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), exclusivamente de estiércol, bajo condiciones controladas
- B. Materia orgánica total: 35%
- C. Humedad máxima: 40%
- D. COT/NT<20
- E. No podrá contener impurezas ni inertes de ningún tipo tales como piedras, gravas, metales, vidrios o plásticos

Enmienda orgánica Vermicompost:

- A. Producto estabilizado obtenido a partir de materiales orgánicos, por digestión con lombrices, bajo condiciones controladas
- B. Materia orgánica total: 30%
- C. Humedad máxima: 40%
- D. COT/NT<20
- E. El 90% de las partículas pasarán por la malla de 25 mm

Alperujo desecado: Producto procedente de almazaras con un proceso posterior de secado para reducir su fitotoxicidad

Compost de alperujo: Producto obtenido por descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica procedente del alperujo, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termofílicas

Materia orgánica total	Humedad	Capacidad de retención de agua	Densidad aparente	Salinidad CE 1:5, 25°C (mS/cm)	pH	Relación C/N	CIC (meq/100 g)
35-50%	30-40 %	40-50%	0,4-0,7 g/cc	4-6	7-7,5	< 15-20	23-32

Fósforo (%P₂O₅)	Potasio (%K₂O)	Calcio (%CaO)	Magnesio (%MgO)	Sodio (%Na)	Hierro (%Fe)	Manganeso ppm	Boro ppm
1-2	0,2-0,8	6-15	0,2-0,5	0,04-0,24	1,4-2,6	100-500	25-57

*Fuente: RD 824/2005 de 8 de julio y datos propios.

N %	N orgánico %	N amoniacal %	N nítrico %
1,5-2,5 %	0,89	0,55	0,14

Cantidad de metales pesados (ppm o mg/kg)	Límites máximos de concentración de metales pesados		
	Clase A	Clase B	Clase C
Cadmio (Cd)	0,7	2	3
Cobre (Cu)	70	300	400
Níquel (Ni)	25	90	100
Plomo (Pb)	45	150	200
Cinc (Zn)	200	500	1.000
Mercurio (Hg)	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr) (total)	70	250	300
Cromo (Cr) (VI)	0	0	0

Los productos tipo C solo podrá utilizarse en suelos agrícolas en una cantidad de **5 t/ha**

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
Olor a podrido	Falta de oxígeno. Demasiada humedad. Material compactado.	Aírear mediante volteos. Añadir materiales secos . Mezclar con materiales estructurantes (serrín, paja...)
Olor a amoníaco	Sobrecarga de nitrógeno. Demasiada humedad.	Añadir materiales ricos en C. Añadir materiales secos.
Pila muy húmeda	Incorporación de agua de lluvia. Presencia de materiales demasiado húmedos.	Voltear el compost y/o añadir materiales secos.
Pila seca	Materiales iniciales secos. Evaporación del agua por altas temperaturas.	Regar material.
Temperaturas bajas	Incorrecta relación C/N. Pila demasiado pequeña. Humedad insuficiente. Insuficiente aeración. Tiempo frío.	Añadir materiales ricos en N o C Aumentar el tamaño de la pila Añadir agua. Voltear. Aumentar tamaño de la pila y protegerla con plástico perforado.
Coloración blanquecina	Proliferación de hongos por pila seca	Regar material.
Presencia ratones	Compost con materiales secos y pajosos, poco frecuentado	Remover y mezclar

El compost fresco

- **Parcialmente descompuestos.** Se reconocen restos
- No tiene por qué desprender malos olores.
- Puede ser **parcialmente aprovechado** por las raíces pero hemos de evitar que sus partes no descompuestas entren en contacto con las raíces pues contienen aún sustancias inhibitoras y además si se entierran pueden producir putrefacciones y elementos tóxicos por falta de oxígeno.
- Debe ser utilizado **exclusivamente en superficie**, tiene un valor fertilizante elevado y favorece a los microorganismos del suelo.
- Ojo su utilización si tienen los restos **patógenos vegetales** que puedan ser foco para mis cultivos



El compost maduro.

- Puede tener de entre **varios meses** a un par de años.
- Apenas se apreciará presencia de lombrices y los **restos orgánicos ya no son reconocibles** porque están perfectamente descompuestos.
- Tiene una estructura homogénea, un olor agradable y un color prácticamente negro. Se puede utilizar en cualquier tipo de planta **sin riesgo** a producir inhibiciones u otro tipo de efectos negativos en su crecimiento.
- Puede emplearse en cobertura o ligeramente mezclado con las capas más superficiales de la tierra.



El purín de compost

USO: Para usos puntuales de fertilización de algunas plantas o activación del propio compost.

METODO:

- 1) **Macerar** una proporción de compost maduro y agua en relación de peso y volumen de compost y agua de 1/10 o de 3/10, dependiendo de la fuerza que pretendamos obtener.
- 2) Se deja macerar durante un mínimo de **una semana**, revolviendo al menos una vez al día.
- 3) Después se **filtra** y el agua con los nutrientes se utiliza en forma de riego en la base de las plantas cuidando de no mojar las hojas ni los tallos. Los sólidos sobrantes se pueden echar al compostaje o distribuirlos en cobertura.



JOSE LUIS MORAN DIEZ

COMPOST FRESCO

- Acolchado: Esparcido en capas de 5 cm alrededor de la planta.
- Abono verde: Capa de 2-5 cm.
Enterrada superficialmente (barbecho).

COMPOST MADURO

Huerto/Jardín

Mezclado con los primeros 15 cm de capa de suelo.
(0.5-4 kg por m²).

Semillero

Mezclado a partes iguales con tierra y arena

Macetas

Mezclado: Compost, tierra vegetal y vermiculita o perlita a partes iguales.

Césped

En primavera esparcir una fina capa de 2 cm en superficie.

Dosificación compost

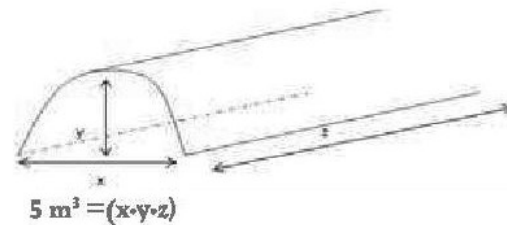
Ejemplo 4: Cálculo de las dimensiones de una pila de compostaje a partir de la cantidad de material a compostar

Un agricultor familiar tiene un total de 100 kg a la semana de restos vegetales de su huerto y de la cocina. Decide hacer una pila con los 100 kg semanales*. Si se considera ** una densidad de 250kg/m³, entonces el volumen de la pila será:

$$250 \text{ kg/m}^3 = \frac{100\text{kg}}{\text{m}^3}, \text{ x es } 0,40\text{m}^3$$

Este volumen es insuficiente para hacer la pila (volumen mínimo de 1m³), por lo que se necesitarían, al menos, 250 kg para alcanzar los valores mínimos de base y altura de la pila.

En la situación de que varios vecinos se unen y consiguen 1.250 kg a la semana se obtienen 5 m³. Las dimensiones de la pila serían:



En este caso, se utiliza la fórmula del volumen de un paralelepípedo como medida aproximada del volumen de una pila:

$$\text{Volumen}_{\text{paralelepípedo}} = x \cdot y \cdot z$$




Suponiendo una altura (y) de 1,5 m y un ancho (x) de 1,5 m, entonces la longitud (z) de la pila será: 5 m³ = (1,5·1,5·z) => longitud = 2,2 m

*Cada semana se aconseja hacer una pila nueva, o una continuación del largo de una misma pila. Esto es así para evitar añadir material fresco a material que ya está en la fase termófila/higienización e interrumpir el proceso.

** Para calcular la densidad del material: se toma un cubo o cubeta de volumen conocido, se pesa el cubo lleno de material sin compactar y se resta el peso del cubo. Por último, se divide este peso del material entre el volumen conocido y así se obtiene la densidad del material.

Ejemplo: Una cubeta con un volumen de 10 litros (0,01 m³) pesa 3,27 kg (siendo 270 g el peso de la cubeta).

$$\text{Densidad} = \frac{3\text{kg}}{0,01\text{m}^3} = 300 \text{ kg/m}^3$$

SECCIÓN	FORMA DEL APILAMIENTO	SUPERFICIE DE LA SECCIÓN
Trapezoidal		$S = (B + b)/2 \cdot h$
Triangular		$S = (B \cdot h)/2$
Rectangular		$S = (B \cdot h)$
Semicircular		$S = \frac{(B/2)^2}{2}$

Ejemplo 5: Cálculo de las dimensiones de una pila de compostaje a partir de la necesidad de compost final

Una familia tiene un huerto de 100 m² al que quieren añadir compost. La cantidad media recomendada es 4-5 kg de compost por cada m² de huerto, por lo que se necesitarán 400-500 kg de compost.

Teniendo en cuenta que durante el proceso de descomposición se pierde hasta un 50% de material (ver apartado Tamaño de la pila o volumen en compostaje), se calcula que el material de partida debería ser el doble del material final. Para este ejemplo, se requieren 800-1000 kg de material inicial.

Partiendo de este valor, se aplican los mismos pasos que en el ejemplo anterior:

Se calcula el volumen a partir de la densidad:
1000 kg => 4 m³ (densidad de 250 kg/m³)

Se calcula el área a partir del volúmen (la pila de la Figura 15 tiene una forma más piramidal, por lo que se utiliza la fórmula del volúmen de una pirámide en lugar que un paralelepípedo, que es más apropiada para este caso)

$$4 \text{ m}^3 = \text{área triángulo} \cdot \text{longitud} = \frac{b \cdot h}{2} \times \text{longitud} \Rightarrow 4 = \frac{1,7 \times 1,2}{2} \times \text{longitud}$$

Longitud de la pila = 3,9m

Figura 15 Pila de compostaje



Fuente: CDC de Agricultura Urbana de Ciudad Sandino. Managua.

Ejemplo 6: Cálculo de las dimensiones de una pila de compostaje a partir del área disponible para realizar el compostaje

Si el limitante es el área donde realizar el compostaje, entonces el valor fijo es el área base (la longitud y ancho de la pila).

Una familia puede dedicar un área de 3 m² de su patio para hacer compost. Ésa es el área límite. Se suele dejar un 15% de área de contingencia, ya que parte del material suele rodar de la pila (por viento, lluvia, pequeños animales) y caer a los lados.

Figura 16 Área disponible para pila de compostaje

Área Patio 3m² (1,5m x 2m)



Si, por ejemplo, se estima una altura máxima de 1,5m, entonces:

$$\text{Volumen m}^3 = (1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,7) = > 3\text{m}^3$$

3m³ (Densidad: 250 kg/m³) corresponde aproximadamente a 750kg de material de partida para compostar.

Cálculo de las proporciones de la mezcla para obtener una relación C/N adecuada

Si se quiere compostar:

<p><u>Paja de trigo:</u> Humedad de 15%, C/N= 128 % de N= 0,3%,</p>	<p><u>Estiercol de pollo:</u> Humedad de 70%, C/N= 10 % de N= 6 %,</p>
--	---

Paja de trigo

$$\text{Materia seca} = 1 - \%H/100 = 0,85 \text{ Kg}$$

$$\text{Kg N} = \text{MS} \times \% \text{ N} = (0,85 \times 0,003) = 0,0026$$

$$\text{Kg C} = (0,0026 \times 128) = 0,33$$

C/N=128, C=N x 128

Estiercol de pollo

$$\text{Materia seca} = 1 - \%H/100 = 0,30 \text{ Kg}$$

$$\text{Kg N} = (0,3 \times 0,06) = 0,018$$

$$\text{Kg C} = (10 \times 0,018) = 0,18$$

Para obtener una relación **C/N= 25**, por **cada Kg** de estiercol de **pollo** se debe agregar:

$$\text{C/N} = \frac{(\text{kg C en A}) + (\text{kg C en B}) + (\text{kg C en C}) + \dots}{(\text{kg N en A} + \text{kg N en B} + \text{kg N en C} + \dots)}$$

$$C/N = 25 = \frac{(0,18 \times 1 \text{ kg}) + (Y \times 0,33)}{(0,018 \times 1 \text{ kg}) + (Y \times 0,0026)}$$

Y= 1 Kg de paja de trigo

El contenido de humedad de una mezcla sería:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(\text{kg agua en A}) + (\text{kg agua en B}) + (\text{kg agua en c}) + \dots \text{ Humedad}}{(\text{kg de A} + \text{kg de B} + \text{kg de C} + \dots)}$$

$$\% \text{ Humedad} = \frac{0,7 + (1 \times 0,15)}{1+1} = 0,425 = 42,5\%$$

De acuerdo a lo anterior, el contenido de humedad de esta mezcla es bajo para iniciar el proceso de compostaje por lo que habría que añadir agua directamente a la mezcla.

¿Si quisiera un 60% de Humedad y parto de una cantidad fija de estiércol de pollo (1 kg) qué cantidad de paja necesitaría?

$$0,6 = \frac{0,7 \times 1 + 0,15 \times Y}{1+Y}$$

$$Y = 0,22$$

4. LOMBRICULTURA Y VERMICOMPOSTAJE

La **lombricultura** es el cultivo o desarrollo de poblaciones de lombrices. Un proceso limpio y de fácil aplicación para reciclar una amplia y variada gama de residuos biodegradables (restos orgánicos), produciendo un abono orgánico denominado humus de lombriz o vermicompost.

El **vermicompostaje** es un proceso de bio-oxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica por la acción combinada de lombrices y microorganismos, mediante el cual se obtiene un producto final estabilizado, homogéneo y de granulometría fina denominado vermicompost.

Compostaje VS Vermicompostaje

Compostaje:

Ventajas:

1. Permite la transformación de **grandes cantidades de materiales en un área más pequeña**.
2. En condiciones ideales la materia se transforma en un tiempo **relativamente rápido**.
3. Puede **eliminar semillas de malas hierbas y agentes patógenos**.

Inconvenientes:

1. Necesita mano de obra (amontonando residuos, removiendo el montón, etc.) y requieren una mayor atención.
2. El calor producido **puede matar muchos microorganismos beneficiosos**.
3. Es **necesaria una cantidad de residuos mínima** para poder hacer una pila y comience el proceso con fase termófila.
4. El calentamiento de los restos puede dar lugar a una **considerable pérdida de nitrógeno**.

☐ Vermicompostaje.

Ventajas:

1. Tiende a necesitar algo menos de mano de obra, **no es necesario el volteo para airear** (la actividad de los gusanos ayuda a mezclar, airear y fragmentar los materiales)
2. Como trabajan en temperaturas más frías ayudan a **conservar el nitrógeno**.
3. La **relación C/N** de la materia orgánica a procesar es **importante, pero no tanto** como en el proceso del compostaje, donde se debe tener más cuidado en conseguir el equilibrio óptimo.
4. El **contenido de humedad superior no constituye un problema** (y en realidad es preferible).
5. **Los materiales pueden añadirse constantemente** (sin necesidad de un "pre-almacenaje" a la espera de la creación de una nueva pila de compostaje).
6. El **tamaño del sistema carece de importancia**, es ideal tanto para interiores y como al aire libre, aguantando perfectamente las temperaturas más frías de cualquier invierno.

7. El **vermicompost o humus de lombriz** tiene **propiedades físico-químicas y biológicas superiores al compost**.
8. En condiciones ideales, los desechos se pueden procesar muy rápidamente.

Inconvenientes:

1. **No se eliminan las semillas de malas hierbas**, si aparecieran, por no alcanzarse altas temperaturas.
2. Se necesita **más espacio para procesar cantidades similares al compostaje**.
3. Necesidad de ser **cuidadosos con el manejo de las lombrices** y su alimentación , un aumento de la temperatura por el mal aporte de alimento puede matarlas.
4. Los **sistemas al aire libre durante los meses más fríos sufren una ralentización del proceso**.
5. Las lombrices deben ser separadas del humus, aunque es sencillo utilizando cebos.
6. Las lombrices (aunque bastante resistentes) **requieren cierta atención y cuidado adecuado**.



Por lo que respecta a cuál de estos dos procesos es "mejor", depende totalmente de la situación. Un enfoque óptimo (cuando sea posible) es **combinar ambos métodos**. Con un "pre-compostaje" y a continuación vermicompostaje de los materiales de desecho puede obtenerse lo mejor de ambos mundos. Destrucción de los patógenos y las semillas de la maleza mediante el compostaje en caliente (sin demasiada pérdida de nitrógeno), seguido de un rápido procesamiento por las lombrices y produciendo una alta calidad del vermicompost.

Clasificación ecológica de las lombrices

Las lombrices se encuentran entre los seres con mayor éxito adaptativo. Su origen se sitúa en el precámbrico, hace 700 millones de años. Existe un gran número de familias, especies y subespecies que han ido ocupando mares, lechos lodosos de lagunas y las capas superiores de casi todos los suelos del planeta.

Desde el punto de vista ecológico, las lombrices de tierra pueden dividirse en tres grandes grupos:

□ **Epígeas: Viven sobre la superficie del suelo.**

Los peligros a las que están expuestas (depredación, inundaciones, frío, incendios, escasez de comida) les hizo desarrollar una serie de adaptaciones para sobrevivir: **alta reproducción** para compensar las pérdidas poblacionales, **buen apetito** para aprovechar al máximo las ocasionales fuentes de comida (hojas secas, estiércol); **capullos resistentes** para preservar los huevos del desecamiento; **homocromía** o capacidad para adoptar el color del entorno.

Ejemplo: **Eisenia foétida**, (Lombriz roja californiana)

Con una provisión regular de alimento y en un ambiente protegido, **come diariamente 1 gramo de residuos orgánicos** (el equivalente al peso de un individuo adulto), **60%** del cual se convierte en un excelente abono biológico llamado vermicompost o humus de lombriz.

En las condiciones ideales del criadero disminuye el letargo (período de descanso para soportar las sequías y carencias alimentarias) y también aumenta la longevidad (de unos pocos meses en estado silvestre a 16 años en cautiverio).

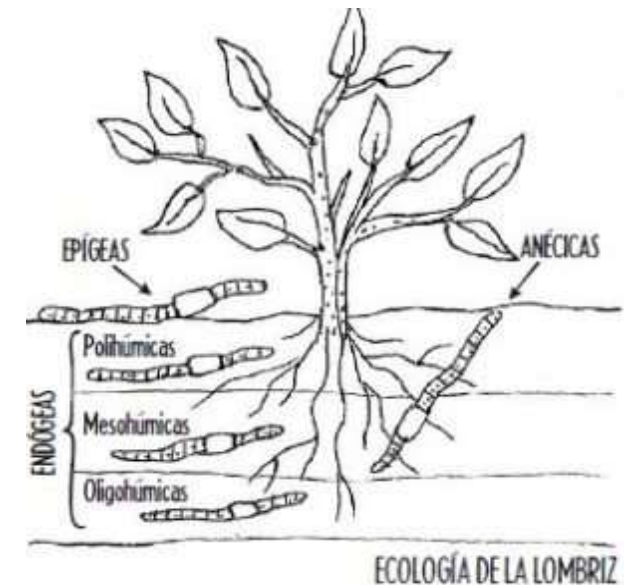
❑ **Endógeas:** Pasan toda su vida en el interior del suelo.

Se alimentan de productos que eliminan las raíces y materia orgánica arrastrada hacia la profundidad por las lluvias o por otros gusanos e insectos. Al evolucionar en un medio más estable su tasa de reproducción es baja y no desarrollaron pigmentos protectores. Constituyen el **20% de la biomasa**.

❑ **Anécicos:** Viviendo entre la superficie y la profundidad.

Uno de cuyos exponentes, la lombriz de tierra, es sin duda la más conocida y estudiada (*Lumbricus terrestris*). Cava galerías en forma de “U” donde pasa la mayor parte del tiempo. Por las noches se asoma a morder restos vegetales arrastrándolos al fondo para devorarlos junto con partículas de tierra. Por eso, si se quiere tener abundantes lombrices grises, siempre debe haber una capa de pasto seco sobre la tierra desnuda.

Los anécicos cumplen un papel muy importante en la aireación y acondicionamiento del suelo (desmenuzamiento, neutralización del pH, aporte de bacterias), dejando esos típicos montículos que muchos confunden con hormigueros. **Suministran el 80% de la biomasa**.



Estos tres grupos se reparten los recursos disponibles. La mayor parte de lo que ingieren los **endogeos es mineral**, con los **epigeos** la relación se invierte, su alimentación es casi exclusivamente **orgánica**. Los **anécicos** tienen una **dieta combinada**.

NOTA: En el caso de las lombrices emiten unas **secreciones específicas** que hacen que individuos de la misma especie se reconozcan **para acoplarse y reproducirse**. Si este mecanismo no funcionara, casi con toda seguridad no resultaría un embrión viable, y aún habiendo descendencia, la probabilidad de reproducirse a su vez tiende a cero.

Biología de la Lombriz roja californiana

Taxonomía:
Reino: Animal.
División: Anélidos.
Clase: Clitelados.
Orden: Oligoquetos.
Familia: Lombrícidos.
Género: Eisenia.
Especie: foetida.



La familia de las lombrícidos tiene unas 220 especies con tamaños que oscilan entre 2 y 20 cm.

La Eisenia foetida es la especie más utilizada a nivel mundial por los lombricultores, especialmente motivado por estas características:

1. **Adaptación a todo tipo de climas.**
2. Elevada tasa de reproducción, autorregulándose según el alimento y el espacio disponible.
3. **Gran longevidad.**
4. **Docilidad para la cría** en ambientes reducidos.
5. **Gran voracidad**, lo que hace junto con la capacidad de soportar grandes concentraciones de lombriz que generen de forma rápida vermicompost.
6. **Ausencia de plagas y enfermedades importantes.**

- ❑ En estado adulto, la longitud media de la lombriz roja californiana está comprendida entre **5 y 9 cm** con un **diámetro de 3 a 5 mm**, tamaño que alcanza a los 7 meses de edad.
- ❑ El peso es de un gramo aproximadamente. Una lombriz **consume diariamente** una cantidad de residuos orgánicos **equivalente a su peso o a la mitad**, según las condiciones de vida. El 60% de lo que ingiere se convierte en abono y lo restante lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos corporales.
- ❑ La lombriz de tierra vive alrededor de 4 años, la roja puede llegar en condiciones muy favorables a 16 años. La fecundación de la terrestre es cada 45 días mientras que la roja cada 7 días. También hay más nacimientos entre las lombrices rojas, 2-20 lombrices por cocón, contra 1 a 4 entre las terrestres.
- ❑ A diferencia de la lombriz de tierra que se escapa con facilidad de las instalaciones de cría, la lombriz californiana permanece en su alojamiento siempre que no le falte comida o que las condiciones de su medio se tornen desfavorables.
- ❑ Las lombrices son **micrófagas**, se alimentan con bacterias, protozoos, microalgas, hongos, rotíferos, etc que se desarrollan en la materia orgánica e ingieren con el sustrato.

Reproduccion de la Lombriz roja californiana

- ❖ 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 cada una de las dos lombrices depositan en el lugar donde se alimentan 3 cápsulas de paredes resistentes (llamadas cocones) conteniendo cada una de 3 a 10 lombrices pequeñas, con una media de **3 nacidos/cocón**.
- ❖ Lombrices recién nacidas: color blanco y más pequeñas, están sometidas a peligros que pueden ser mortales para su delicada contextura como: falta de comida, presencia de algún producto tóxico, enemigos naturales etc.
- ❖ Tasa de supervivencia: **50%**
- ❖ Cuando alcanzan la **madurez se aparean una vez a la semana**. Cada lombriz coloca los espermatozoides (que salen de sus vesículas seminales) en las espermatecas de la compañera. Una vez terminado el intercambio se separan. Los espermatozoides recibidos quedan latentes hasta el momento de la fertilización.

- ❖ Cada capullo (cocón) contiene albúmina que alimenta a los huevos durante la incubación, periodo que dura entre 14 y 44 días según la temperatura del medio, tardando la lombriz entre **60 y 90 días en lograr su maduración** y estar en condiciones de acoplarse. Las puestas recientes son amarillo-verdosas tornándose parduscas con el tiempo.
- ❖ Los cocones abandonados persisten en el medio aún después de la eclosión de las crías, siendo reconocibles hasta 6 meses después de la puesta.
- ❖ La actividad sexual de las lombrices rojas disminuye durante los meses muy calurosos o fríos, siendo la temperatura óptima para el apareamiento los **20º C**.
- ❖ La lombriz roja se despoja de la cápsula en un sitio favorable (por lo general cerca de un depósito de alimento), pero si las condiciones ambientales se tornaran inapropiadas, por ejemplo una reducción drástica de la humedad circundante, la eclosión puede demorarse varios meses sin mengua de la fertilidad, siempre que la humedad no se aparte demasiado del 60%

Ciclo de la lombriz



- ❖ El apiñamiento de la población de lombrices incide negativamente en la frecuencia de acoplamiento.
- ❖ Para el encuentro de los sexos **interesa más la superficie que el volumen del lecho.**

- ❖ Con condiciones óptimas de humedad y temperatura (*80% de humedad y unos 20 °C*) su población se multiplica por **10 cada ciclo de tres meses en fases de expansión.**
- ❖ Según se alejan esas condiciones óptimas se reduce su capacidad reproductiva, pero no mueren las existentes.

- ❖ **Condiciones letales ambientales** de las lombrices rojas:
 - **Humedad inferior al 40%**
 - **Temperatura en el interior del lecho superior a los 35°C**
 - **Temperatura inferior a 1 ó 2 °C.**

Factores que afectan la cría de la lombriz roja

Humedad

- ❖ La humedad del sustrato: **80-90 %**.
- ❖ <50% de humedad puede la lombriz permanecer aletargada en periodos prologados.
- ❖ 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.
- ❖ El alimento debe presentarse **poroso y húmedo, no compactado ni anegado**.
- ❖ **Los canales o galerías por donde se desliza la lombriz deben estar llenas 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.
- ❖ 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.

Algunas **orientaciones de riego** de sustrato una vez introducidas las lombrices:

- 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 con mangueras: el primero al inicio, el segundo a los 10 días, el tercero a los 20 días y los siguientes cada 15

días.

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.

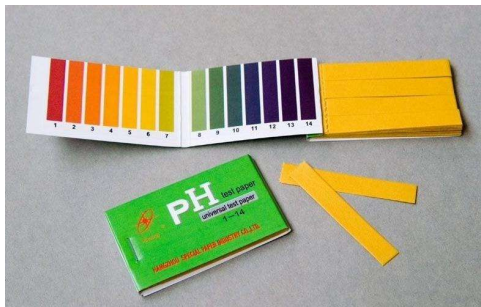
- ❖ Lo que interesa regar son los 10-15 cm superiores de la cuna ya que allí se encuentran la mayor parte de las lombrices alimentándose, pero no importa que un cm de la parte superior este seco.
- ❖ **La lluvia no afecta**, salvo que se produzcan inundaciones.

Aireacion

- ❖ 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,
- ❖ 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.**
- ❖ La necesidad de realizar aireaciones dependerá de la estructura del sustrato, no siendo necesario hacerlo si se mantiene una aireación correcta.
- ❖ En caso de tener que hacer aireaciones lo haremos por medio de **horquillas de punta redondeada**, la primera 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.**

ph

- ❖ pH ideal sustrato: **6 y 7**
- ❖ Soportan: **5 - 8**
- ❖ Se pueden usar tiras reactivas peachimetros de medición directa.



Temperatura

- ❖ La temperatura del medio o sustrato de las lombrices **no debe ser inferior a 0 °C ni superior a los 35 °C**
- ❖ Temperatura óptima: **14-27 °C.**
- ❖ Las determinaciones se efectúan con un termómetro largo, mínimo de 25 cm, para tomarlas a distintas profundidades.



CONTROL MATERIA ORGÁNICA COMO ALIMENTO

LOTE	ORIGEN	EDAD	CONDICIONES ALMACEN	C/N	C/N MEZCLA	OBSERV.

CONTROL COMPOSTAJE

Comienzo del compostaje: / /

Lote	PH		HUMEDAD	TEMPERATURA		Volteo pila	C/N final	Observaciones
	INICIO	FINAL		Fecha	° C			

CONTROL DE LECHOS (alimentación sucesiva)

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

Fecha de siembra: / /

Lote	Lombrices			Altura pila inicio	Ritmo suministro	T ^a	pH	Riego	Muestreo	Observ.
	Siembra	Subdiv.	Extracción							

COSECHA:

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.)

MANEJO DE LA LOMBRIZ ROJA CALIFORNIANA

Sustrato o lecho para el cultivo de las lombrices

- ❖ Es el medio en el que se cultivan las lombrices y con el que se las alimenta.
- ❖ Las lombrices son **micrófagas**, se alimentan con bacterias, protozoos, microalgas, hongos, rotíferos, etc que se desarrollan en la materia orgánica e ingieren con el sustrato. Este medio puede constituirse con una gran diversidad de materia orgánica y que experimenta un proceso de compostación más o menos avanzado
- ❖ El **vermicompostaje debe acoplarse al compostaje lo antes posible**, cuando tenga bastantes microorganismos, pero antes de estabilizarse la materia orgánica como compost.
- ❖ El conglomerado de microorganismos que abunda en los **estiércoles** animales constituyen el **medio básico por excelencia para iniciar un cultivo de lombrices**. No obstante, **cualquier sustancia orgánica**, ya sean pastos cortados, rastrojos varios, desperdicios vegetales o animales, con cierto grado de compostación, se prestan para albergar y nutrir a las lombrices.

- ❖ La **falta de alimento o disminución de su calidad** hace que decaiga la frecuencia de las puestas, al tiempo que los animales adultos pierdan el clitelo que los identifica como reproductores. Este se desarrolla de nuevo cuando se les alimenta correctamente.
- ❖ Las lombrices que manejamos son tan rústicas que prosperarán a pesar de la inexperiencia.

Características principales de un buen compost para las lombrices:

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

Criterios generales para selección de sustrato

Si interesa obtener un **humus de buena calidad**, la MO (materia orgánica) que servirá de alimento a las lombrices debe poseer:

1. Una **maduración** después de su generación en torno a **45-60 días**, excepto las camas de pollos parrilleros y estiércoles de cerdos que requerirán de al menos 90 días.
2. Se evitará la elevación de la temperatura más allá de los **50-55 °C** y consecuentemente deberá amontonarse la MO en **pilas bajas**, de unos 40-55 cm de alto, **descartándose MO con riesgo sanitario**.
3. La pila baja permite una buena oxigenación, requisito que se puede complementar con volteos periódicos, aunque no es necesario con pilas bajas en torno a 40 cm de alto.
4. La fase acuosa debe ser abundante y superar poco el 60%.
5. Tras cumplir estos requisitos la MO puede suministrarse a las lombrices, aunque la **humedad se debe elevar al 85-90%**

6. El progreso del proceso de compostaje, desde la generación de la MO, su posterior inoculación con lombrices y su transformación en humus, puede evaluarse sobre la base de la evolución de la **relación C/N**.

7. Es deseable que la MO recién generada posea una relación **C/N: 25-40**, que conducirá rápidamente a un humus con una relación 10/1. Si la relación es 40/1 la humificación será más lenta, cociente que baja rápidamente con el aporte de lombrices dado que estas favorecen el desarrollo de bacterias vinculadas al ciclo del nitrógeno.

8. Un indicador de **exceso proteico** durante el acondicionamiento del material para los lechos, es la presencia **de fuertes olores amoniacales**, que pueden ser letales si superan el mg/g de sustrato y que deriva de pérdidas de N a la atmósfera. Esto se contrarresta mediante la adicción de paja en la base del lecho y riego.



Es posible iniciar un cultivo de lombriz roja californiana con **Estiércol fresco** (bovino, equino, ovino y conejo), pero tiene sus inconvenientes:

- ❖ Riesgo de producirse elevaciones térmicas, sobre todo cuando comienzan las épocas cálidas.
- ❖ Estar al límite en factores tan importantes como la temperatura, ph, humedad, concentración de oxígeno...
- ❖ Contenido bajo de ácidos húmicos.
- ❖ Puede contener semillas de malas hierbas.
- ❖ Posibilidad de presencia de contaminantes.

Distintos tipos de residuos como sustrato

a) Todos los estiércoles de herbívoros (puros o mezclados):

- ❖ Particularmente adecuados los provenientes de rumiantes (**bovinos, ovinos, caprinos, camélidos..**) pues se hayan bien provistos de una adecuada flora y fauna.
- ❖ Los estiércoles de **equinos y conejos**, es especial el último, son un excelente medio de cultivo, aún fresco y puro, con escaso riesgo de elevación térmica.

b) Estiércoles porcinos y aviares: No se recomiendan suministrar frescas. Suelen requerir aporte de paja o rastrojo para elevar la relación C/N.

c) Camas de los anteriores animales a) y b). Si se usa viruta o serrín evitar las provenientes de maderas oscuras, contienen taninos.

d) Remanentes del ensilado: Particularmente del silo de maíz y todos aquellos restos de comidas, inherentes a la preparación de alimentos, provenientes de la cocina... Los residuos domésticos suelen ser pastosos y húmedos, una opción es mezclarlos con viruta de madera, un poco de humus o cama de caballo

e) Restos provenientes de **podas** (tallos delgados), **cortes de césped** (pasto), **rastrojos, hojas**: Conviene evitar las plantas aromáticas y evitar la prevalencia de hojas de nogal, roble y castaño por el alto contenido en taninos, tóxicos para las lombrices.

El **pasto y las hojas** son muy difíciles de degradar porque necesitan mucho oxígeno. Es preferible hacer una pila y manejarla con la técnica de compostaje tradicional.

f) **Papeles y cartones no impresos, serrín y viruta de madera blanca y no resinosa.**

g) **Residuos provenientes del ámbito agroindustrial** (orujos, sólidos de industria láctea y papelera, de la industria frigorífica...

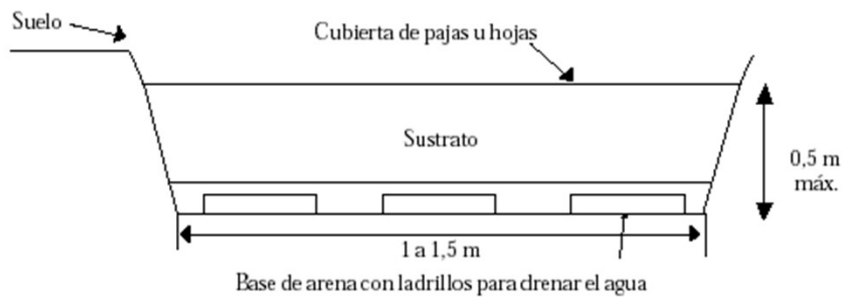
h) Residuos vinculados con la gestión de **residuos urbanos**

Lechos

- ❖ **Lecho (L), cuna o cama:** Constituye una unidad espacial, un módulo de 2 x 1 metro (2 m²) y de espesor variable.
- ❖ Los lechos suelen ser simples montículos alargados o pueden estar construidas con alambre tejido, placas metálicas, maderas... para una mayor protección contra posibles predadores y facilitar su manejo.
- ❖ En los lugares de **muy bajas temperaturas** y donde la lluvia no constituye un peligro se hacen los lechos bajo tierra, cavando un pozo de más de 1m de ancho por 50 cm de profundidad.
- ❖ Las dimensiones de las cunas varían de acuerdo al tipo de explotación: desde 1 por 3 m cuando se usa una carretilla en instalaciones pequeñas, hasta 1,80 por 3,60 en granjas más importantes donde se emplea un tractor con pala mecánica.

Para facilitar el trabajo, las cunas deben estar en líneas **no mayores de 30 metros de largo**.

Vermicompostaje en explotaciones





OCTUBRE 2024

Curso compostaje y vermicompostaje

92

Vermicompostaje en el Hogar

EL LOMBRICULTIVO EN EL HOGAR

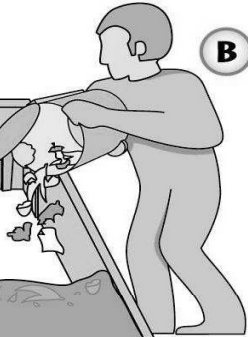
Armado del lombricario

A



B

Volcado de los desperdicios domésticos en el lombricultivo 2 veces por día

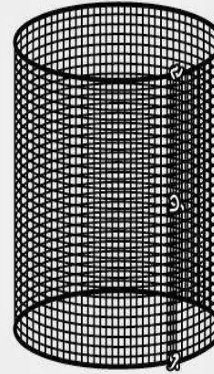


Recolección del humus 6 meses después de haber depositado la basura en el lombricario

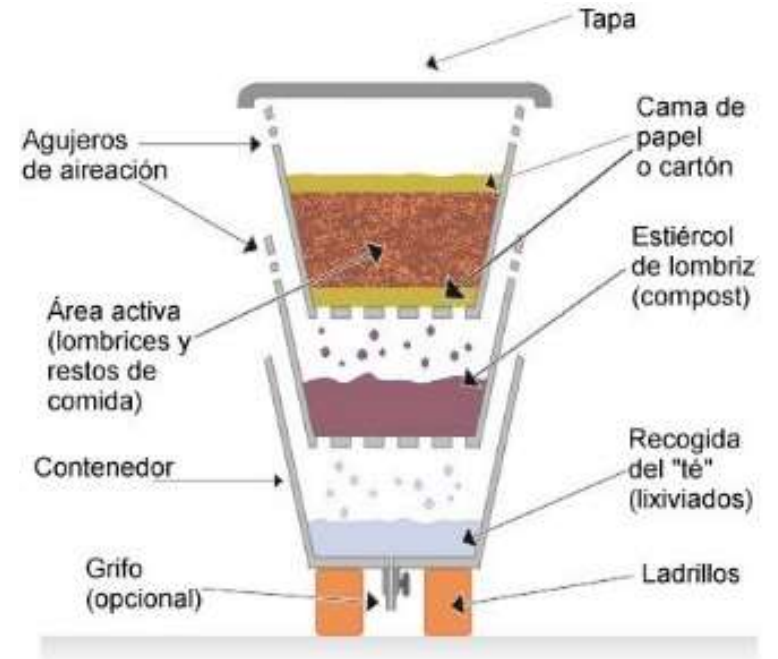
C



VARIANTE DE LOMBRICULTIVO (cuando carecemos de espacio)



Los residuos se vuelcan por la parte superior y tras una descomposición de 2 semanas se siembran con 2000 a 5000 lombrices. Colmado el recipiente se extrae la capa superior con lombrices y se reinicia el proceso con ellas en otro cilindro o se rearma el mismo después de sacar el humus



Extracción del humus

- ❖ Una vez retirada la mayor parte de la población de lombrices del lecho, **se extrae el humus inmediatamente**.
- ❖ Es importante tener presente que para que la actividad sea rentable **los lechos deben manejarse como unidades de producción de humus con un ciclo de tres meses**, al cabo del cual el humus es extraído rápidamente aunque no esté totalmente listo.
- ❖ El **proceso de homogenización** se completa en **3-4 meses** por acción de las **bacterias**, y de **las lombrices que no fueron extraídas** al realizar la cosecha.
- ❖ Este tiempo es demasiado breve para que eclosionen los cocones inmaduros y para permitir que la totalidad de las lombrices rezagadas puedan retirarse antes de pasar por el proceso de desterronado y tamizado del material. Las **pérdidas** pueden rondar el **20%** o más.
- ❖ Estas pueden disminuir si se tiene la precaución de colocar junto a la pila de post-elaboración una **franja de estiércol** para atraer con su olor a las lombrices rezagadas.

- ❖ La pila de post-elaboración **se puede dejar a la intemperie durante algunos meses** lo cual mejora progresivamente la calidad del producto.
- ❖ En un envase que deje entrar un poco de **aire** y con un **40 % de humedad**, el humus mantiene sus cualidades durante muchos años (**hasta 4 años**)
- ❖ Para tener sólo una referencia orientativa, por cada tonelada de alimento que se coloca en una cuna en el período productivo, se extrae media tonelada de humus en tres meses de actividad. En el período de expansión este resultado lleva más tiempo.
- ❖ Un metro cúbico de humus pesa unos 500 Kg Su peso específico es de **0,5-0,6 kg/l**. Si supera estos valores puede contener tierra.
- ❖ Respecto a la separación de las lombrices del humus, el mejor método para no lesionarlas es con la **extracción manual** ayudándose de una horca, nunca una pala, pues las puede cortar.

Características del humus de lombriz

- ❖ Es el **fertilizante orgánico** por excelencia. Se trata del producto que sale del tubo digestor de la lombriz.
- ❖ Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- ❖ Es limpio, suave al tacto y su **gran bioestabilidad** evita su fermentación o putrefacción.
- ❖ Contiene una **elevada carga enzimática y bacteriana** que aumenta la **solubilización de los nutrientes** haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- ❖ Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantones. El humus de lombriz **aumenta notablemente el porte de plantas**, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el estrés por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos.
- ❖ Favorece la formación de **micorrizas**.
- ❖ Aumenta la **resistencia de las plantas** a las plagas y agentes patógenos.

- ❖ **Inhíbe el desarrollo de bacterias y hongos** que afectan a las plantas.
- ❖ Su **pH neutro** lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- ❖ Debido a su pH neutro y otras cualidades favorables aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo y **diversificación de la microflora y microfauna** del suelo.
- ❖ **Favorece la absorción radicular.**
- ❖ Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
- ❖ **Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.** La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- ❖ Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- ❖ **Protege al suelo de la erosión.**
- ❖ Aporta e incrementa la **disponibilidad** de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los **libera gradualmente**, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- ❖ El humus de lombriz resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en **fertilidad 5 a 6 veces más que con el estiércol común.**

- ❖ Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- ❖ **Mejora las características estructurales del terreno**, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- ❖ **Aumenta la porosidad** de los suelos aumentando la aireación.
- ❖ Su color oscuro contribuye a la **absorción de energía calórica**.
- ❖ **Neutraliza eventuales presencias contaminadoras**, (herbicidas, ésteres fosfóricos) debido a su capacidad de absorción.
- ❖ **Evita y combate la clorosis férrica**.
- ❖ Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- ❖ Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos **mejora las características químicas del suelo**.
- ❖ Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- ❖ **Aumenta la resistencia a las heladas**.
- ❖ Aumenta la permeabilidad y la retención hídrica de los suelos disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

Utilización y dosis del humus de lombriz

- ❖ El humus, como todo abono orgánico, se usa en **primavera y otoño**.
- ❖ **Nunca se debe enterrar en profundidad** porque sus bacterias requieren oxígeno.
- ❖ Si se aplica en el **momento de la plantación favorece el desarrollo radicular**.
- ❖ Conveniente **terreno húmedo** o regar después de su aplicación.
- ❖ El humus puede almacenarse por mucho tiempo (**máximo de 4 años**) sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad (**óptima del 40%**) y una buena **oxigenación**.
- ❖ Los nutrientes que los ácidos húmicos tienden a retener, se relacionan con la granulometría del vermicompost. Si interesa que **aporte los nutrientes rápido a la planta interesa granulometría fina**, si se busca un **suministro continuo y lento, como para árboles, conviene una granulometría gruesa**.

Hortalizas	1-2 kg/m ² por ciclo 200 g/planta
Frutales y árboles	1-3 kg/árbol (según tamaño)
Arbustos	0,5-2 kg/arbusto (2 veces al año)
pastos	0,5-1 kg/m ² (2 veces al año)
Césped	0,5-1 kg/m ²
Semilleros y sustratos	10-20% en volumen
Cultivos extensivos	1-3 t/ha

MANUAL ELABORADO POR:

*Jose Luis Morán Díez
(Ingeniero Agrícola y del Medio Rural)
León. España
Octubre 2024*

Todos los derechos reservados

