

## CONDICIONANTES DEL COMPOSTAJE

### VOLUMEN

Una pila grande de compost retiene el calor de su actividad microbiológica. Su centro será más cálido que sus bordes. Con menos de 50 cm habrá problemas para mantener el calor, mientras que más de 100 cm no permiten el paso de aire suficiente al centro para la vida de los microbios.

### GRADO DE TRITURACIÓN

La descomposición de la materia orgánica por los microorganismos tiene lugar, preferentemente, en la superficie en contacto con el aire. Cuanto mayor sea la superficie de los residuos en que deban trabajar los microorganismos, más rápidamente se descomponen los materiales. Es como un bloque de hielo en el sol, que tarda en derretirse cuando es grande, pero se derrite muy rápido si se tritura.

### pH

El nivel de iones de hidrógeno en una solución, una medida de su acidez relativa o alcalinidad, se expresa en un número llamado el pH. Un pH entre 5.5 y 8.0 es óptimo para los microorganismos de compost. Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5)

El pH varía a lo largo del proceso. En la primera fase, fase mesófila, puede bajar por la formación de ácidos, para volver a aumentar posteriormente. Aumentos fuertes de pH pueden facilitar la pérdida de nitrógeno en forma amoniacal.

Si se produce acidificación, se corrige con la adición de cal apagada, y, si por el contrario, se alcaliniza la masa, se añaden sales ácidas o azufre en polvo para la corrección. Es difícil manipular el pH del residuo a no ser que se incorpore algún residuo de pH complementario.

Cuando las bacterias y hongos digieren la materia orgánica sueltan los ácidos orgánicos. En las fases tempranas de compostaje, estos ácidos aumentan y favorecen el crecimiento de hongos y la degradación de lignina y celulosa. Por consiguiente es mejor no agregar la cal para ajustar el pH porque se rugulará a medida que avance el proceso. La agregación de cal también convierte el nitrógeno del amonio en gas del amoniacal, mientras creando un problema de olor.

Si el sistema se vuelve anaerobio, el pH puede bajar el pH a 4.5, limitando la actividad microbiana severamente. La aeración normalmente es suficiente devolver el pH de compost a los rangos aceptables.

### NUTRIENTES

Todos los organismos necesitan de nutrientes para crecer y reproducirse. Las cantidades varían de elemento a elemento, manteniendo una relación constante unos con respecto a otros. En el compostaje, el mantenimiento de esta relación es especialmente importante para el carbono y nitrógeno. Los microorganismos utilizan el carbón de los residuos como fuente de energía. El nitrógeno es el elemento necesario para formar las proteínas con que construir sus cuerpos.

### RELACIÓN CARBONO VS NITRÓGENO

El carbono y nitrógeno son necesarios para el crecimiento microbiano. El carbono orgánico (qué constituye aproximadamente 50 por ciento de la masa de células microbianas) proporciona una fuente de energía y un componente celular básico. El nitrógeno es el componente esencial de las proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos y enzimas necesario para el crecimiento y función celular.

**EMISON**

c/ Vallirana nº 67 ES 08006 - Barcelona  
Telf.: Voz: 932 115 093 Fax: 932 111 838  
Internet: [www.emison.com](http://www.emison.com) Mail: [braso@emison.com](mailto:braso@emison.com)

El carbón y el nitrógeno son los dos elementos fundamentales en el compost, y su relación de transformación (C:N) es significativa. La relación de carbón a nitrógeno de los residuos oscila desde 500 a 1 para el aserrín, a 15 a 1 para los residuos de cocina. Al inicio del proceso, la relación entre el contenido de carbono y nitrógeno debe estar alrededor de 30,

Generalmente se considera que la proporción de C/N ideal para el compostaje está alrededor de 30:1, o 30 partes de carbono para cada parte de nitrógeno, añadiéndose elementos nitrificantes o carbonatantes si fuera preciso, y al finalizar el proceso debe estar próxima a 10. El proceso del compostaje se retarda si no hay bastante nitrógeno, y demasiado nitrógeno puede causar la generación de amoníaco que puede crear olores desagradables.

Con el progreso del compostaje, la proporción de C/N gradualmente disminuye de 30:1 a 10:1-15:1 para el producto acabado. Esto ocurre porque a medida que los compuestos orgánicos son consumidos por los microorganismos, parte del carbono se emite como anhídrido carbónico. El resto se incorpora junto con el nitrógeno en las células microbianas.

Teóricamente, una relación inicial C/N de 25-35 es la adecuada, si bien no todos los residuos tienen un mismo tipo de materia orgánica con la misma biodegradabilidad. Si la relación C:N es muy elevada, disminuye la actividad biológica; sin embargo, si la materia orgánica a compostar es poco biodegradable, la lentitud del proceso tendrá esta causa, y no la falta de nitrógeno. Una relación C:N muy baja no afecta al proceso de compostaje, pero se pierde el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Dado que uno de los objetivos del compostaje es la conservación de nutrientes, no podemos permitir esta pérdida. La mezcla de distintos residuos con diferentes relaciones C:N puede solucionar el problema.

En general, materiales verdes y húmedos tienden a ser altos en nitrógeno, y aquéllos que son marrones y secos son altos en carbono. Si nos alejamos de las proporciones apropiadas de estos dos elementos (carbono y nitrógeno), tendremos demoras en la etapa de compostaje, debido a una deficiente alimentación de los microorganismos.

No es práctico pesar los materiales que se añaden al montón. Se puede usar la regla simple que para compostar se necesita tanta cantidad de "castaños" como de "verdes" en volumen. Se puede ajustar esta proporción según la cantidad y calidad de los materiales disponibles. El compostaje se vuelve una materia de instinto, como el cocinero que cuece sin una receta, pronto. Si el montón no calienta, usted sabe no hay bastante "verduras" en la mezcla, mientras un medio de olor de amoníaco necesitan más "castaños."

<b>Materiales ricos en carbono</b>	<b>C/N</b>	<b>Materiales ricos en nitrógeno</b>	<b>C/N</b>
Hojas secas	30-80:1	trozos de verdura	15-20:1
paja	40-100:1	posos de café	20:1
Astillas de madera o serrín	100-500:1	recortes de césped	15-25:1
cortezas de árboles	100-130:1	estiercol	5-25:1
Papeles sucios	150-200:1	De equino	18/1
Periódicos o cartón	560:1	De vacuno	30/1
Broza forestal (hojas, ramas)	70-80/1	De porcino	16/1
Rastrojos, rollos y fardos viejos	65-80/1	De aves	20/1
Harina de carne	15/1	Excremento de ave	12/1
Harina de huesos	20/1	Vísceras de frigorífico	15/1
Harina de pescado	15/1	Suero de tambos	20/1
Residuos domiciliarios	15-35/1	Harina de sangre	10/1

## OXÍGENO

El oxígeno es necesario para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica. Debe ser suficiente para mantener la actividad microbiana sin que en ningún momento

**EMISON**

c/ Vallirana nº 67

ES 08006 - Barcelona

Telf.: Voz: 932 115 093

Fax: 932 111 838

Internet: [www.emison.com](http://www.emison.com)

Mail: [braso@emison.com](mailto:braso@emison.com)

aparezcan condiciones anaerobias, que, además de entorpecer el proceso, dan lugar a la aparición de olores y a un producto de inferior calidad. Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad adecuada en la masa.

Para conseguir un buen y rápido compostaje es necesario un buen aporte de O<sub>2</sub>. La base principal del proceso de fabricación del compost es una buena aireación de la masa. La demanda de aire está calculada en torno a 15-20 m<sup>3</sup>/Tm/día, y depende de muchos factores, como el material, la textura, la humedad, o la manera y frecuencia de voltear la pila.

El volteo, además, sirve para homogeneizar la mezcla y su temperatura. Después de cada volteo, la temperatura disminuye de 5 a 10°C, subiendo de nuevo si el proceso no ha acabado. Se puede forzar la aireación por métodos de succión, de presión o mecánicos.

## TEMPERATURA

Es el parámetro que mejor indica el desarrollo del proceso. Debe mantenerse entre 35 y 60 °C para eliminar elementos patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. Cada grupo de microorganismos tiene una temperatura óptima para realizar su actividad: criófilos, de 5 a 15 °C; mesófilos, de 15 a 45 °C; o termófilos, de 45 a 70 °C.

El grupo favorecido descompondrá la materia orgánica para obtener materia y energía, y en la operación se emitirá calor. Este calor puede hacer variar la temperatura de la pila de residuos, dependiendo del volumen de la pila y de las condiciones ambientales.

Con temperaturas demasiado elevadas, mueren determinadas especies buenas para el compostaje, mientras que otras no actúan por estar en forma de espora. Cuanto más caliente es la pila, más rápido es el compostaje.

## POBLACIÓN MICROBIANA

La pila de compost es, realmente, una granja microbiológica. Las bacterias comienzan el proceso de fermentar la materia orgánica. A los hongos y bacterias, pronto se unen los actinomicetos, y después miriápodos, insectos y gusanos de tierra hacen su trabajo.

En la primera etapa del compostaje aparecen las bacterias y hongos mesófilos, con predominio de las primeras. Cuando la temperatura llega alrededor de los 40 °C, aparecen las bacterias, los hongos termófilos y los primeros actinomicetos. Por encima de los 75 °C cesa la actividad microbiana. A lo largo del proceso van apareciendo formas resistentes de los microorganismos cuando las condiciones de temperatura hacen imposible su actividad. Al bajar de nuevo la temperatura, reaparecen las formas activas, detectándose también la actividad de protozoos, nemátodos, miriápodos, etc.

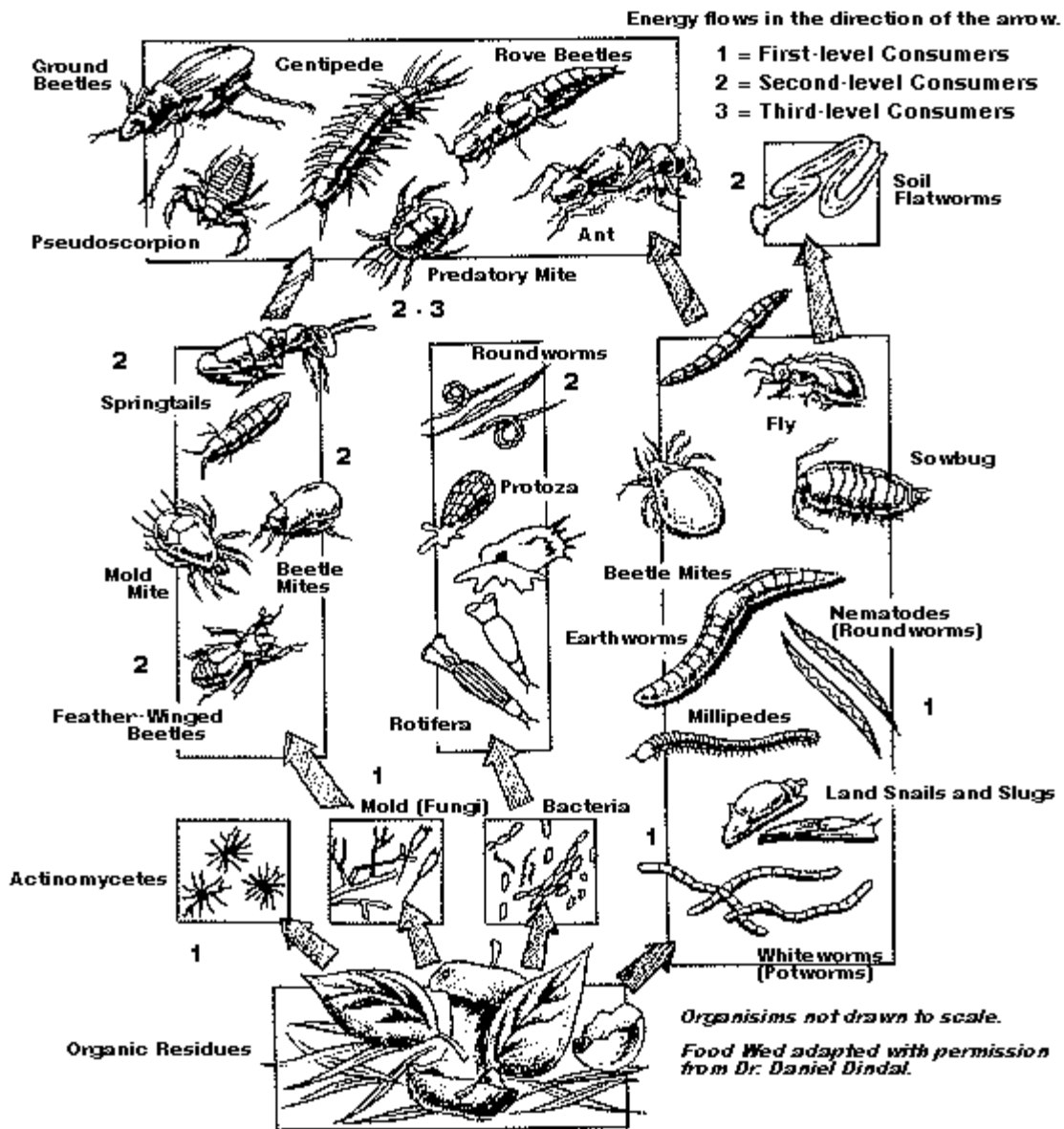
Las diferentes especies de microorganismos pueden sucederse o coincidir en el tiempo; su procedencia puede ser a través de la atmósfera, del agua, del suelo o de los mismos residuos. Y por eso, una población comienza a aparecer mientras otros están en su máximo o ya están desapareciendo, complementándose las actividades de los diferentes grupos.

Los organismos de la descomposición son los implicados en la subdivisión del material orgánico. Las bacterias son el microorganismo primario de la descomposición. Llegan con los residuos, y comienzan el proceso descomponiendo el material orgánico para su propio alimento. Las bacterias crecen y se multiplican en condiciones favorables, y mueren cuando se crean las condiciones más favorables para otras. Las bacterias, los actinomicetos y los hongos consumen los residuos directamente y se conocen como compostadores de primer nivel son ayudados por organismos más grandes (gusanos, ácaros, escarabajos, larvas y moscas), que también consumen residuos directamente.

Los microorganismos de primer nivel de la descomposición son comidos por los del segundo nivel tales como tijeretas, ácaros, escarabajos, protozoos y rotíferos. Los del tercer nivel comen a los del primer y segundo nivel e incluyen ciempiés, escarabajos, hormigas y ácaros.

## EMISON

Las bacterias son abundantes. Puede haber millones en un gramo, e invaden los residuos comiéndolos y digiriéndolos, rompiéndolos en formas más simples para que otras bacterias y organismos los consuman. Como grupo, las bacterias pueden comer casi cualquier cosa.



La temperatura es una variable importante en el compost, pues en función de la temperatura diferentes especies bacterianas serán más o menos activas. Los micro organismos criófilos, mesófilos y termófilos funcionan mejor dentro de gamas de temperaturas específicas.

Los criófilos son los primeros a ir a trabajar. Pueden trabajar en temperaturas debajo de 0 °C (tan bajo como -18 °C), pero son muy activos alrededor 13 °C. Frecuentemente generan calor suficiente para crear condiciones óptimas para el próximo grupo de bacterias llamado mesófilos

Esta es la gama de bacterias que operan en temperaturas entre 15 y 40° C. El calor generado como un subproducto del trabajo de las mesófilas levantará la temperatura en la pila aún más, creando condiciones apropiadas para el compostaje termófilico.

Ellos comienzan a asumir la dirección cuando las temperaturas alcanzan 40 a 45 ° C y continúan trabajando hasta los 70° C, cuando comienzan a declinar. Las termófilas trabajan rápidamente y no viven

mucho tiempo, de tres a cinco días a la mayoría. Remover la pila proveerá oxígeno y permite a las bacterias termófilas continuar su actividad. Cuando las temperaturas bajan y mueren, reaparecen los otros grupos.

Los actinomicetos son una forma parecida a hongos, y siguen en número a las bacterias. Asumen la dirección durante las etapas finales de descomposición, y son frecuentemente productores de antibióticos que inhiben crecimiento bacteriológico. Son especialmente importantes en la formación de humus, liberando carbón, nitrógeno de nitrato y amonio, haciendo alimentos disponibles a plantas.

Los hongos son menores en número que las bacterias o actinomicetos, pero con mayor masa. Los hongos son los organismos simples que carecen de pigmento fotosintético (clorofila). Las células individuales tienen un núcleo rodeado por una membrana y pueden agruparse en filamentos largos, llamados hifas. Los hongos viven sobre el material muerto y obtienen energía degradando el material orgánico.

Los macro organismos son los organismos visibles involucrados en transformar material orgánico en compost. Son más activos en las etapas maduras de compostaje, cuando las temperaturas descienden pero la descomposición no es completa. Los micro organismos descomponen la materia orgánica químicamente, y los macro organismos, que están más arriba en la cadena alimentaria, descomponen excavando, moliendo, masticando, digiriendo, mamando y batiendo.

Las hormigas son insectos y se alimentan sobre una variedad de materiales en el compost. Pueden traer hongos y minerales tal como potasio y fósforo al compost. Un milpiés es grueso, con segmentos rojos oscuros. Hay muchos segmentos, cada uno con dos de pares de patas, pero no los mil que su nombre indica. Comen vegetación en descomposición y se enrollarán en una pelota cuando están en peligro.

Los caracoles y los limacos son moluscos. Los caracoles tienen una concha espiral con una cabeza distinta y un pie retráctil. Los limacos no tienen concha. Ambos viven de vegetales vivos, pero se les encuentra con frecuencia en el montón de compost.

Los nematodos son los invertebrados más abundantes en el suelo. Algunos viven sobre la materia orgánica en descomposición, mientras otros son predadores sobre otros nematodos, bacterias, algas, protozoos y esporas de hongos.

Los ácaros de fermentación, también llamados ácaros de molde, son transparentes, y se alimentan sobre levaduras de materia orgánica. Estos ácaros son capaces de resistir las condiciones anaerobias por períodos moderados de tiempo, y pueden ser un indicador bueno de estas condiciones en el compost.

Insectos pequeños, distinguibles por su capacidad para saltar cuando se les perturba son principalmente comedores de hongos, aunque también comen nematodos y plantas.

Las arañas se alimentan de insectos e invertebrados pequeños. Los ciempiés tienen cuerpos aplanados y segmentados con un par de patas en cada segmento, en total 15 o más pares son consumidores terciarios, alimentándose de invertebrados de su tamaño o mayores. Esto significa que son indeseables en un arca de vermicompostaje, pues pueden atacar y matar los gusanos.

Las moscas son insectos que alimentan sobre casi cualquier tipo de material orgánico. También actúan como aero-transportadores de bacterias. Adondequiera que aterricen, depositan bacterias. Ventile su compost una vez una semana para controlarlas.

Los gusanos de tierra son macro organismos más importantes, y los mayores compostadores en la pila de compost. Consumen bacterias, hongos, protozoos y materia orgánica. Digieren la materia orgánica, transformándola en vermicompost.

**EMISON**

c/ Vallirana nº 67

ES 08006 - Barcelona

Telf.: Voz: 932 115 093

Fax: 932 111 838

Internet: [www.emison.com](http://www.emison.com)

Mail: [braso@emison.com](mailto:braso@emison.com)

Como ya hemos comentado, el compostaje es un proceso dinámico debido a las actividades combinadas de una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos, ligados a una sucesión de ambientes.

Las bacterias se encuentran distribuidas por toda la pila, mientras que los hongos y los actinomicetos están situados a 5-15 cm de la superficie, dándole un aspecto grisáceo característico.

Un compost bien fermentado produce una esterilización de todo el residuo, tanto por la elevación de la temperatura como por la propia producción de fermentos (antibióticos) y la competencia por los nutrientes, que llegan a eliminar los microorganismos patógenos llegados con los residuos.

## **HUMEDAD**

Los microorganismos necesitan agua. En teoría, los valores de humedad para que pueda darse una fermentación aeróbica están entre el 30 y el 70%, siempre que se asegure una buena aireación. En la práctica, se deben evitar valores altos, pues se desplazaría el aire de los espacios entre partículas del residuo, y el proceso pasaría a anaerobio. Si, al contrario, la humedad es demasiado baja, bajará la actividad de los microorganismos.

Los valores óptimos están entre el 40 y el 60%, dependiendo de la textura del material: para materiales fibrosos, la humedad máxima es del 75%, mientras que para residuos con papel o materia vegetal fresca está entre el 50 y el 60%.

Toda vida sobre la Tierra necesita calor, agua y aire. Los microbios en la pila de compost no son diferentes: funcionan mejor cuando los materiales a compostar están calientes, húmedos y se pueden proveer con suficiente aire.

Para conseguir la humedad adecuada, se pueden mezclar distintos tipos de residuos y triturar o desfibrar los materiales. La humedad adecuada es esencial para la actividad microbiológica. Una pila de compost seca no favorecerá para nada la descomposición, por eso se debe mojar periódicamente.