

Si generamos una gran cantidad de residuos cítricos, como suele suceder en épocas invernales donde se consumen más este tipo de frutas, es conveniente no integrarlos en exceso a la mezcla a compostar, porque son restos con mucha acidez y requieren de mayor aireación.

Que NO se composta en un domicilio

A continuación, listaremos los residuos que NO recomendamos compostar:

- : Restos de maderas, aserrín o viruta que hayan sido tratados con productos químicos
- : Residuos orgánicos contaminados con productos químicos
- : Residuos no orgánicos
- : Tejidos sintéticos
- : Plásticos no compostables
- : Vidrios
- : Otros residuos no orgánicos (por ejemplo, metálicos)
- : Restos de carne o pescado
- : Estiércoles de animales carnívoros
- : Plantas enfermas o malezas (si no puedo asegurar la etapa termófila, que sanitiza el compost y elimina semillas y patógenos. Si no puedo asegurar que se cumpla, debo evitar incorporar malezas y plantas enfermas para no dispersar luego, semillas de malezas y patógenos vegetales. Las malezas son plantas que crecen en lugares donde no las queremos. Un rosal en un cultivo de lechugas, es una maleza y una lechuga en un vivero productor de rosas, también. Dicho esto, cuando uno no cumple la etapa termófila, luego tiene tomates en todas las macetas, por ejemplo... pero, al menos, no son plantas resistentes y difíciles de sacar que uno no quiere tener en ningún lugar del jardín, patio o balcón)

Todos los restos que contengan químicos pueden contaminar el suelo del sitio donde se acopian y la mezcla a compostar.

Las grasas, lácteos, comidas elaboradas en general, pan y restos de carnes y huesos son compostables (aunque algunos de ellos de difícil digestión) pero pueden atraer organismos no deseables para el compost: ratas, aves de carroña, perros, gatos, hormigas u otros, que pueden no solo invadir la mezcla sino también contaminarla con su materia fecal y actuar como vectores de enfermedades.

Los estiércoles de animales carnívoros pueden contener organismos peligrosos para la salud que no se eliminan fácilmente en el proceso de compostaje y dan como resultado un producto no inocuo.

Se recomienda no introducir: carnes, huesos ni otros restos animales. Comidas elaboradas, solo en pequeña proporción e incorporarlos rápidamente

Las plantas enfermas pueden contaminar la mezcla, es posible que, en un compost domiciliario, los organismos que la afectan no desaparezcan en el proceso, presentando un peligro para las plantas a las que se adicione la enmienda.

Las malezas suelen encontrar en la mezcla a compostar un lugar propicio donde reproducirse, por lo cual es conveniente evitar que estén presentes.

Proceso del compostaje

El compostaje implica la descomposición de material orgánico por acción de microorganismos aeróbicos. Los materiales a compostar se encuentran conformados por carbohidratos, grasas, ceras, ligninas, etc. Algunos de ellos son fácilmente degradables por los microorganismos y otros ofrecen más resistencia. El proceso de compostaje suele dividirse, según los autores, en 3, ya que es el adoptado por la resolución SENASA-Ambiente, 2019.



Compostar implica los realizar los siguientes pasos:

Paso 1

Elegir el lugar más propicio para colocar la compostera y armarla o comprarla. Si vamos a colocarlo en suelo, debemos considerar que el suelo donde se vaya a colocar tenga buen drenaje, sea parejo, y cuente con reparo del viento. No es necesario que este en oscuridad. La dificultad del sol directo radica en que, principalmente en verano y/o climas calurosos, no seque demasiado la capa exterior.

Paso 2

Separar y Acopiar los residuos orgánicos: es decir, por ejemplo, juntar los orgánicos generados en la cocina en un recipiente separado del resto de la basura y los restos de poda o jardinería en un lugar particular del jardín.

Paso 3

Armando de la pila o llenado de la compostera. Recordar incorporar tierra o compost sin terminar en caso de armar la compostera distante del suelo.

Paso 4

Mezcla. Un paso importante del proceso es la realización periódica de volteos, es decir “revolver” la mezcla para que el producto final sea homogéneo y la descomposición se produzca en toda la pila y no por sectores.

Paso 5

Riego. Otro paso primordial es el riego y el control de humedad de la mezcla. Este debe ser periódico pero no excesivo, sino solo cuando se requiera.

Paso 6

Incorporación de material fresco. Según el método de compostaje elegido se puede o no incorporar residuos orgánicos frescos a medida que se va llevando a cabo el proceso. En caso de realizarlo es importante mezclar bien.

Paso 7

Fin del compostaje. Luego de varios meses (aproximadamente 6, dependiendo condiciones climáticas y material introducido), el proceso culmina y debe retirarse el compost maduro, dependiendo del método de compostaje aplicado.

Paso 8

Tamizado. Generalmente, el producto obtenido se tamiza para una mejor presentación y para que los restos sin descomponer (trozos visibles) vuelvan a ser compostados.

Paso 9

Utilización. Una vez que el compost está listo, es importante determinar que es apto para el uso y establecer la forma de utilización/dosificación más adecuada según el tipo de cultivo.

Teniendo en cuenta todos los pasos que debemos seguir, vamos a describir el proceso en sí, para que sea más fácil visualizar la importancia de cada uno de ellos en las distintas etapas del compostaje:

El proceso puede tardar entre 2-3 meses en una escala media (1m pequeña escala (ejemplo: un balde de 20 litros), con condiciones óptimas puede reducirse un ³ aprox, un bins). En una

poco, pero 10-15 menos nada más. A gran escala (pilas de 10m largo x 2m ancho x1.5m alto) tarda entre 3-6 meses o más, dependiendo del mantenimiento.

Como hablamos de compostaje domiciliario, que es entre mediana y pequeña escala, consideramos que un tiempo ideal sería 2-3 meses.

Las mosquitas son típicas en el compost y es normal que aparezcan. Son parte del proceso. Por lo general viene en las cascaras de las frutas, en su forma de pupa y eclosionan en el compost al encontrar las condiciones propicias. Ayudan a procesar un poco el material y a menos que sea continuo, en algún punto desaparecen (porque se quedan sin alimento). ACLARACIÓN: Echar insecticida sería contraproducente porque se corre riesgo de contaminar la mezcla con químicos tóxicos.



Etapas del proceso de compostaje

El proceso de compostaje consta básicamente de 3 etapas:

Mesófila y termófila, deben su nombre a los tipos de organismos que participan en cada etapa.

En la primera etapa, que es **mesófila**, tenemos presentes hongos y bacterias, la temperatura de la pila va de unos 10°C a unos 45°C como máximo. Es decir, en esta etapa la pila tiene una temperatura promedio ambiente (aprox. 20°C). La duración es de entre 2 a 20 días, dependiendo de las condiciones ambientales y de la mezcla.

En la segunda etapa, la única **termófila** del proceso, se da la presencia de bacterias hongos y actinomicetos todos resistentes a altas temperaturas. La pila puede alcanzar los 70°C. Lo ideal es que supere al menos los 45-50°C para sanitizar el material, eliminando los organismos patógenos y semillas viables presentes. Su duración se extiende de 2 a 10 días.



Figura 1. Esquema de la temperatura en función del tiempo

Hasta aquí hemos descrito brevemente qué sucede en cada etapa y quienes participan de ella sin excesivos detalles. Pero es importante que conozcamos las características y funciones de los ejecutores principales del compostaje. Nos adentraremos, brevemente, en el mundo de los microorganismos para conocer la mano de obra compostadora y entender su importancia.

Tengamos en cuenta, por un lado, que cada materia prima que utilicemos en la elaboración de compost trae su propia carga de microorganismos característica y por otro, que en un gramo de compost hay al menos más de 10 millones de microorganismos.

¿Dado a que hay 3 etapas en el proceso de compostaje, influye o altera el proceso el hecho de que agreguemos continuamente material?

Influye si cada vez que agregamos realizamos una mezcla, porque básicamente estaríamos enfriando la mezcla (o sea que la etapa que se vería complicada sería la termófila). Lo recomendable sería establecer una periodicidad de mezclado que puede o no coincidir con la de agregado. Si agrego diariamente puedo mezclar cada 15 días, o puedo agregar y mezclar cada 15 días, así le doy tiempo a la etapa termofila.

¿Por cuánto tiempo o hasta qué tamaño uno va arrojando desechos orgánicos al mismo compost?

En cuanto tiempo o hasta qué tamaño es una pregunta muy difícil de responder taxativamente. Depende de múltiples factores, tanto de los correctos manejos del compost (mezcla, oxigenación y humedad) como de externos como la temperatura. Si uno puede armar y una compostería de 1x1x 0.5-0.6 y llenarla, es muy bueno y ayuda a cumplir con una etapa termófila. Pero, en compost hogareños, a veces es difícil llegar a esa cantidad en un tiempo razonable.

¿Qué es un tiempo razonable?

Lo ideal, sería poder armar una pila de 1x1 (o más) en un día. Y lo que no debe suceder es que yo tenga la mitad del sustrato “casi listo” y le esté incorporando residuos nuevos. Entre esos extremos, nos manejamos lo mejor que podemos con los residuos que generamos. En general, se usa, en composteras comerciales incorporar continuamente hasta que dé la capacidad. Y si puedo definir yo el tamaño, Incorporar residuos durante 3 meses, aproximadamente en el invierno y 2 meses, aproximadamente, en verano.

Las variaciones de temperatura del proceso se deben a la actividad biológica y al proceso de descomposición de residuos que está sucediendo.

Los microorganismos están presentes a lo largo de todo el proceso y en cada etapa predominan los que son más afines a las condiciones de cada una de las etapas. Los termófilos, que son más afines a altas temperaturas, son aquellos que se desarrollan más y mejor a temperaturas mayores a 40°C. Esas condiciones son las óptimas para su crecimiento. Algo parecido pasa con los mesófilos, pero a menor temperatura. Ellos encuentran sus condiciones ideales en un rango de temperatura de 5-40°C.

Cuando las condiciones de la pila, son tales que no son óptimas para el desarrollo/crecimiento de un grupo en particular de microorganismos, el mismo entra como en estado de latencia hasta que se den nuevamente dichas condiciones. Lo mismo sucede si las condiciones son muy adversas. Los microorganismos van a "esperar" que se den las condiciones ideales (de temperatura, pH, humedad) para poder desarrollarse idealmente.

Microorganismos presentes en cada etapa

Los microorganismos conforman un universo amplio y diverso. Existen distintos criterios de clasificación pensados en simplificar la comprensión de este universo. Una clasificación de los microorganismos está dada por la temperatura a la cual viven:

- ♣ Psicrofilos: aquellos que viven en temperaturas menores a 15-18°C.
- ♣ Psicrotrofo: viven en temperaturas entre 7-20°C.
- ♣ Mesófilos: aquellos que viven entre 18°C y 45°C.
- ♣ Termófilos: aquellos que viven entre 40°C y 80°C.

Durante el proceso de compostaje es muy importante alcanzar condiciones termofílicas, es decir con temperaturas por encima de los 45°C ya que es en esta etapa donde se eliminan patógenos (microorganismos que producen enfermedad) y malezas indeseadas.

Los microorganismos involucrados en la elaboración de compost son los siguientes:

- ♣ Bacterias (termófilas y mesófilas).
- ♣ Actinomicetos termófilos.
- ♣ Hongos mesófilos y termófilos.

Características de estos microorganismos

Las bacterias son microorganismos unicelulares de formas muy diversas. Son los organismos más abundantes del planeta y es posible encontrarlos en cualquier hábitat. Hay bacterias benéficas que participan en distintos procesos de elaboración y sanitización naturales o sintéticos; y hay bacterias patógenas que son responsables de muchas enfermedades.

Los actinomicetos o actinobacterias son un grupo de bacterias de estructura particular compartiendo características de las bacterias y de los hongos. La mayoría de ellas se encuentran en la tierra y juegan un importante papel en la descomposición de materia orgánica. Estas bacterias son las encargadas de renovar las reservas de nutrientes en la tierra y son fundamentales en la formación de humus. Algunos de ellos son los responsables del típico "olor a tierra mojada".

Los hongos son organismos que incluyen desde las levaduras unicelulares a setas (hongos de gran tamaño). Son los descomponedores primarios de la materia muerta de plantas y de animales y como tales poseen un papel ecológico muy relevante en los ciclos biogeoquímicos.

Organismo	Tipo	Tamaño	Sistema de Desplazamiento	Hábitat
Bacteria	Unicelular	0.5 - 5 μm ³	Possible Flagelo	Cualquiera
Hongo	Unicelular	2 - 12 μm Hasta varios cm	No tiene	Diversos
Actinomicete	Unicelular	Largo muy variable ya que forman filamentos. 0.2-a 0.5 μm de diámetro		Suelo, aguas estancadas Barros

Tabla - Microorganismos Involucrados

FUENTE: Adaptado de <http://www.compostadores.com>

Los residuos o sustratos que nosotros compostamos son la comida de millones de microorganismos: Hongos, bacterias, actinomicetos. A medida que estos microorganismos se alimentan degradan los residuos; como consecuencia de este proceso, las características de los residuos van cambiando.

¿Recuerdan que dijimos que había compuestos más fáciles de degradar y otros más recalcitrantes? Bueno, los compuestos más fáciles de degradar son los primeros que se degradan por actividad de una comunidad microbiana determinada. A medida que estos compuestos fáciles de degradar se acaban, esta comunidad microbiana especializada en alimentarse de compuestos fácilmente degradables se encuentra en una situación desfavorable para obtener alimento y empiezan a verse favorecidas otras comunidades microbianas capaces de extraer alimento de compuestos un poco menos degradables. Cuando estos compuestos "un poco menos degradables" dejan de estar disponibles, los microorganismos que se alimentaban de ellos se encuentran desfavorecidos frente a otros microorganismos capaces de alimentarse de compuestos aún menos degradables y así van evolucionando las distintas comunidades de microorganismos a lo largo del proceso y van degradando los distintos tipos de compuestos.

Una pila de compostaje, suele atraer otros organismos: Anélidos, insectos, mamíferos, aves.

Algunos de ellos se alimentan del sustrato aún no degradado reduciendo así el tamaño de las partículas y facilitan el accionar de los microorganismos. Otros, como los anélidos, encuentran su situación óptima cuando el sustrato está pre-degradado y otros se alimentan de los organismos que habitan en la pila. A pesar de esta diversidad de seres vivos, los responsables del compostaje son los microorganismos aeróbicos y la clave de un compost exitoso se esconde en poder satisfacer sus necesidades y condiciones de crecimiento.

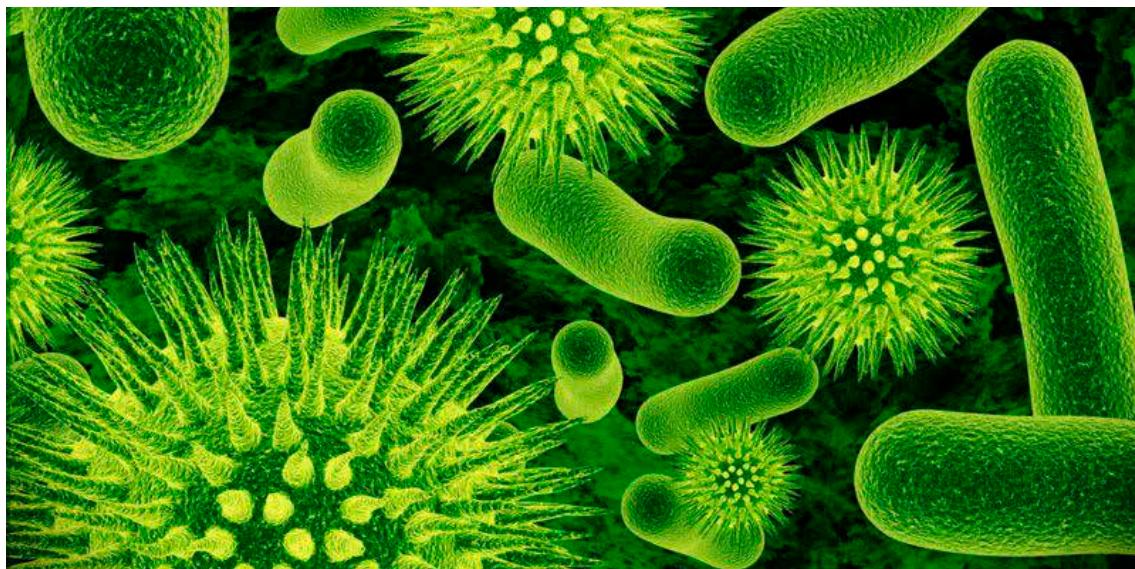
Los microorganismos necesitan, mayoritariamente, carbono, nitrógeno, agua y oxígeno si son aeróbicos. El carbono es la fuente de energía y el nitrógeno les sirve para formar las proteínas que requiere su cuerpo en formación.

Algunos microorganismos en criptobiosis, muchos en espora y otros, simplemente están en poca cantidad y baja actividad metabólica; incrementan su población cuando las condiciones son propicias. De todas formas, lo que se recomienda es incorporar material de pilas de compostaje no terminadas, donde aún tienen una alta carga microbólica en cantidad y diversidad de comunidades.

Los residuos se van degradando "en orden" de acuerdo a su dificultad de degradación de menor a mayor. Es decir, los fácilmente degradables son los primeros (días), luego los un poco menos degradables (semanas) en este momento, y como consecuencia de esta alta actividad microbiana sube la temperatura. Luego se degradan los que son menos lábiles (meses) y la actividad microbiana es más lenta (por lo tanto, baja la temperatura).

El no lograr etapa termófila implica que no podemos garantizar inocuidad del compuesto. Con fines comerciales está prohibido. De hecho, la definición incluye el cumplimiento de la etapa termófila. Si no la cumple, no puede llamarse compost (legalmente hablando). La degradación se da igual, aunque más lenta quizás.

A los fines prácticos, entre los microorganismos que incorporamos con los residuos (que los traen naturalmente) y los que puedes incorporar de una pila en proceso (aunque tenga meses), el proceso funciona muy bien.



Requisitos

Como mencionamos anteriormente, la práctica del compostaje radica en satisfacer las necesidades de los microorganismos:

- ♣ **Humedad.** Todos los organismos que participan del compostaje son seres vivos y, por lo tanto, necesitan agua.
- ♣ **Oxígeno.** No todos los microorganismos requieren oxígeno para vivir. Pero, los responsables del compostaje, sí. Sin oxígeno se produce degradación anaeróbica y es un proceso diferente al compostaje.
- ♣ **Temperatura.** La temperatura en la pila de compostaje aumenta por acción de la actividad microbiana. Pero si el exterior es muy frío (temperaturas por debajo de los 10-15°C), la actividad de los microorganismos se aletarga y la degradación se ver perjudicada.
- ♣ **Correcta relación C/N.** La proporción entre la cantidad de Carbono (C) y la cantidad de (N) de los residuos óptima para arrancar el proceso de compostaje varía entre 30:1 (30) y 40:1 (40), es decir, 30 o 40 partes de carbono cada 1 parte de nitrógeno ($30 < C/N < 40$).

Humedad	Si es poca el proceso se detiene o relentiza y si es mucha se produce podredumbres
Oxígeno	El compostaje es un proceso de degradación aeróbico y, por lo tanto, el oxígeno es indispensable. Si no se producen otro tipo de descomposiciones
Temperatura	Si bien la temperatura se incrementa por acción de los microorganismos, en lugares muy frios o muy calurosos debe protegerse la pila o la compostera
Carbono/Nitrógeno	La relación es de suma importancia para tener un proceso más eficiente y evitar perdida de nutrientes.

Relación entre carbono y nitrógeno

El carbono es la fuente de energía de los microorganismos y el nitrógeno les sirve para formar las proteínas que conforman su estructura. Esta relación, generalmente denotada como C/N, es la indicadora del balance entre los dos nutrientes. Se busca que sea la óptima para favorecer el crecimiento y la reproducción de los microorganismos que operan en la mezcla.

En la pila, una relación C/N muy baja, es decir la concentración de Nitrógeno (N) es poco menor que la de Carbono (C), implica que los microorganismos van a tener mucho N para generar estructuras celulares, pero no la suficiente energía para realizarlo. Al haber poco C, la reproducción disminuye y no se consumirá todo el N, por lo cual el exceso del mismo puede perderse en otras formas. Esto hace que el proceso pierda efectividad. En cambio, si tenemos un valor de C/N muy alto la actividad biológica disminuye. Los microorganismos tienen una gran fuente de energía, pero no la suficiente cantidad de N para continuar reproduciéndose. Tampoco resulta efectivo el proceso en estas condiciones.

Los valores de C/N se obtienen mediante la determinación en laboratorio de ambos nutrientes.

Los valores para sustratos o materias primas más utilizados en el compostaje ya están tabulados. A continuación, mostramos algunas tablas que nos pueden resultar útiles para estimar estos valores antes de arrancar con nuestro compost.

En la tabla 1 se muestran los datos de porcentaje de Nitrógeno y relaciones C/N para los sustratos comúnmente utilizados:

Material	Relación C/N
Residuos	20 - 49
Residuos de vegetales	11 - 13
Papel	127 - 178
Hojas	40 - 80
Resto de poda de árboles	16
Residuos de madera	212 - 1313
Residuos de jardinería	9 - 25
Paja	48 - 150

Tabla 1 - Relación C/N de residuos.

FUENTE: adaptado de Rynk, 1992

Otra forma simple y sencilla de estimar las proporciones a utilizar es a partir de la clasificación de los sustratos entre marrones o secos (es decir ricos en C) y verdes o húmedos (ricos en N). En la siguiente tabla mostramos esta clasificación para los sustratos más habituales:

Residuos Marrones SECOS	Residuos Verdes HÚMEDOS
<ul style="list-style-type: none"> ■ Hojas secas ■ Aserrín o viruta ■ Paja y heno ■ Pasto cortado y seco ■ Restos de madera de poda ■ Papel, cartón 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Cáscaras de frutas y verduras ■ Desechos de café y té (saquitos) ■ Residuos de jardín: pasto recien cortado, malezas, etc.

Tabla 2 - Residuos Marrones y Verdes.

FUENTE: Adaptado de Rodriguez Salina y Cordoba y Vázquez, 2006

La relación C/N óptima para arrancar el proceso de compostaje varía entre 30:1 (30) y 40:1 (40), es decir, 30 o 40 partes de carbono cada 1 parte de nitrógeno ($30 < \text{C/N} < 40$).