



## Compostando inocuidad para la producción de alimentos orgánicos

José Alfredo Guevara-Franco  
Emmanuel Junco-Carlón  
José Leonardo Ledea-Rodríguez \*

Departamento Académico de Ciencia Animal y Conservación del Hábitat. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur km. 5.5. CP. 23080. La Paz, Baja California Sur, México.

\*Autor para correspondencia: ledea1017@gmail.com

Es interés del presente escrito divulgar la utilidad, tecnología y consideraciones para el uso de estiércol compostado, práctica que se remonta al período Neolítico, hace 12,000 años. Sin embargo, con la revolución verde y el desarrollo de fertilizantes químicos, el uso del estiércol en la agricultura disminuyó considerablemente. Su elaboración se divide en fases denominadas mesófila, termófila, mesófila II, y maduración, caracterizadas por diferentes niveles de temperatura que conducen a la descomposición progresiva de la materia orgánica y la disminución del contenido de microorganismos patógenos y metales pesados. Esto último determina la inocuidad del producto final, o sea, del compost. La perspectiva del uso de composta en la fertilización hortícola es prometedora y respaldada por investigaciones científicas que sustentan sus beneficios agronómicos, medioambientales y económicos.



### Introducción

Las referencias del inicio de aplicación del compostaje no están claras, sin embargo, algunos estudios indican que se usaba desde el Neolítico, hace 12,000 años, y existen evidencias de su uso por las antiguas culturas egipcias, griegas y romanas que reconocieron los beneficios de utilizar los desechos animales para enriquecer el suelo. Sin embargo, fue en la Edad Media cuando el estiércol ganó mayor protagonismo como fuente de nutrientes para las plantas. La tecnología del compostaje ofrece muchos beneficios, desde la práctica es muy fácil de elaborar, ecológicamente enriquece el suelo y mejora su capacidad de nutrir las plantas, y permite obtener productos agrícolas de valor agregado.

Compostaje es la mezcla de materia orgánica constituida por desechos de alimentos domésticos, vegetales, ramas, excrementos de animales de granja, entre otras.



Algunas generalidades sobre los tipos de composta incluyen el compost express, que se realiza cortando los residuos orgánicos en trozos pequeños y agregando material seco a la compostera, aireándolo regularmente y esperando unos meses para obtener compost listo para cosechar; el compost de estiércol, que se realiza mezclando estiércol con agua para alcanzar altas temperaturas y contiene altos niveles de nitrógeno; la avicomposta, que se genera con la ayuda de gallinas y produce un compost de alta calidad; el compost de café, elaborado a partir de los restos de la producción de café y rico en nutrientes; y la turba, una mezcla de varios materiales que es versátil y útil en diferentes situaciones.

Todos estos tipos de composta ofrecen beneficios específicos para las plantas y el suelo, contribuyendo a mejorar la fertilidad de la tierra, controlar la erosión, mejorar la estructura del suelo y promover un crecimiento saludable de las plantas.

Es importante a la hora de referirnos a *Abono y Composta* tener algunas consideraciones sobre los conceptos que definen a estos dos productos, en este sentido, se debe comprender que abono y composta son dos términos relacionados con la fertilización y el enriquecimiento del suelo, pero tienen diferencias significativas en cuanto a su composición y proceso de formación. A continuación, se mencionan muy brevemente algunas de las diferencias entre ambos:

#### *Abono*

Se refiere a cualquier sustancia que se añade al suelo con el propósito de suministrar nutrientes a las plantas y mejorar su crecimiento estos pueden ser de origen orgánico o inorgánico. Los abonos inorgánicos son generalmente productos químicos sintéticos que contienen nutrientes específicos, como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en formas fácilmente asimilables por las plantas.

#### *Composta y sus derivados*

Ya se hizo referencia en párrafos anteriores al entendido del concepto de composta, pero nos es de interés compartir, además, algunos de los derivados de esta, que no son necesariamente composta.

*Vermicompost:* Utiliza lombrices o pre-inóculos de microorganismos.

*Té de composta:* Extracto soluble en agua a partir del compost.

*Lixiviado de composta:* Corresponde al agua que drena por el exceso de humedad del material, durante el proceso de compostaje.

*Extracto de composta:* Es el producto de hacer pasar el agua a través del compost.

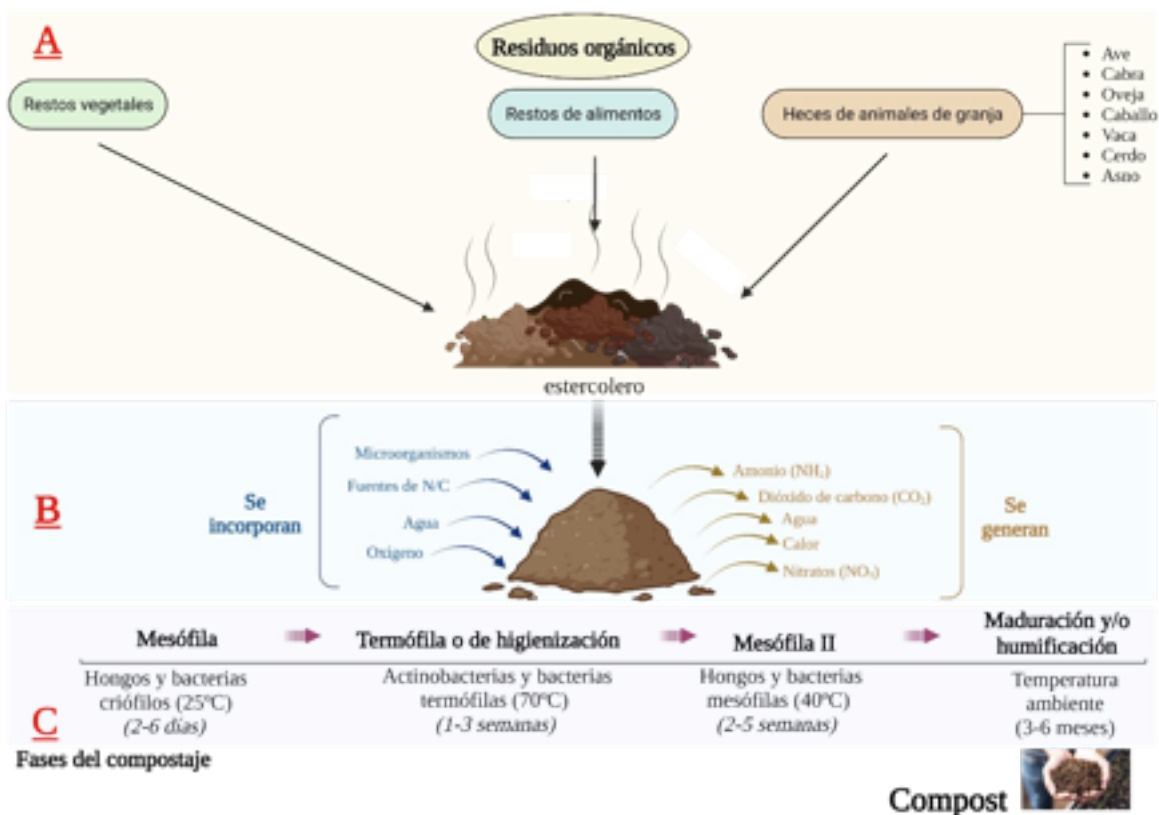
*Té de estiércol:* Extracto acuoso de estiércol.





## ¿Qué es el compostaje?

Se entiende por compostaje a la mezcla de materia orgánica constituida por desechos de alimentos domésticos, vegetales, ramas, excrementos de animales de granja (Figura 1 A), entre otras fuentes, con cierta composición que se descomponen en condiciones aerobias, o sea, en presencia de oxígeno (Figura 1 B), y el producto resultante que es el compost es de utilidad para la nutrición de plantas y mejora de la vida del suelo, así como sus propiedades físicas y químicas.



**Figura 1.** Niveles del compostaje. A) Materias primas; B) Productos de entrada y salida dentro del proceso de elaboración del compost; C) Fases termófilas por rangos de temperatura y representatividad de microorganismos por fase.

No a todos los materiales que se han transformado aeróbicamente se les considera compost, ya que el proceso de elaboración incluye diferentes etapas que no se deben omitir, alterar o traslapar para poder obtener un compost de calidad (Figura 1 C).

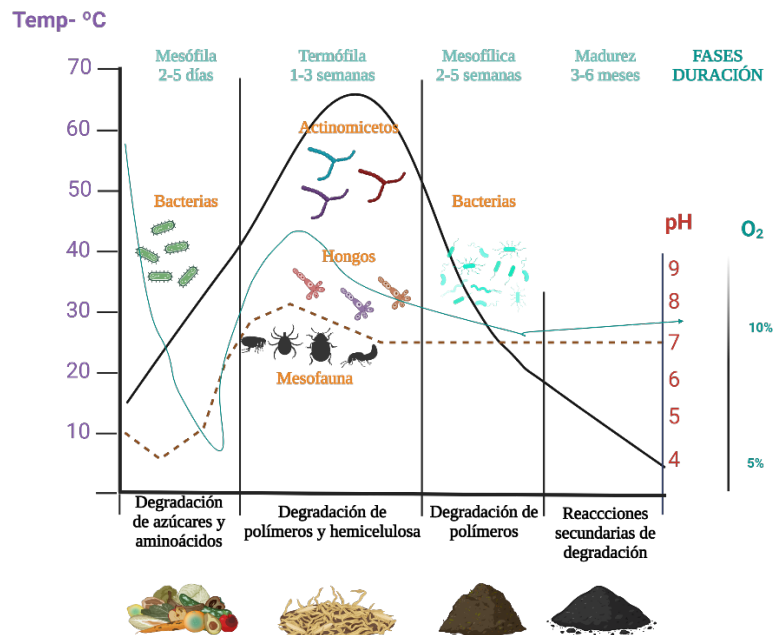


## Tecnología

La humanidad de forma estructurada y organizada desarrolló una herramienta que se basa en el aprovechamiento de la actividad microbiana remanente en las heces y restos orgánicos, para acelerar el proceso de descomposición de la materia orgánica contenida en éstos, utilizando a su favor el incremento de la temperatura y variaciones de pH que acompaña la descomposición de la materia orgánica por parte de los microorganismos.

El consecuente incremento de la temperatura desde valores de 25°, 40°, 70° y nuevamente 40°C estimula forzosamente la renovación de diferentes grupos de microorganismos a la vez que promueve las condiciones ideales de temperatura y humedad para que los microorganismos dentro de cada nicho condicionado por la temperatura manifiesten su actividad microbiana (Figura 1 C).

De esta manera, dentro de cada rango de temperatura se producirán productos que servirán de sustrato a la masa microbiana existente, y a hasta el agotamiento de este sustrato no se generará de forma espontánea la siguiente fase, con nuevas características de temperatura, pH y humedad que definirán la nueva población microbiana (Figura 2), y así de forma cíclica hasta obtenerse como producto final un material orgánico enriquecido con compuestos nutritivos, libre de toxinas y de microorganismos patógenos. A esta herramienta se le conoce como Biotecnología, y al proceso compostaje.



**Figura 2.** Población de organismos (macro y micro), variaciones de pH y temperatura en la transformación de materia orgánica a compost.



## Perspectivas

La humanidad a través del tiempo ha venido perfeccionando la tecnología del compostaje. Dentro de las innovaciones se señala la incorporación de otros organismos que generan nuevos subproductos que enriquecen el compost, entre los que se encuentran las lombrices de tierra e insectos; incluso se piensa en el compostaje como una de las herramientas más importantes que permitirá el reciclaje para la producción de alimento en el establecimiento de la primera colonia de humanos en el espacio, por lo que, cada vez que veas a un animal defecando, o tú mismo lo estés haciendo, la idea que debe venir a la mente es que se está generando un valioso recurso.



## Consideraciones de uso según el tipo de estiércol

El estiércol tiene diferentes constituyentes determinados por el tipo de dieta que consuman los animales, por ejemplo, los desechos orgánicos del hombre y carnívoros en general son ricos en compuestos nitrogenados, azufrados, agua y minerales, y esto se debe a que la dieta está basada de forma general en el consumo de proteínas, carbohidratos, lípidos, grasas y agua, por lo cual, desprende un olor desagradablemente característico. Además de estas particularidades, posee dos limitaciones muy importantes para su uso como compost.

La primera limitación es que el proceso de descomposición hasta composta es excesivamente prolongado, hasta dos años, mientras que la segunda limitación radica en que no llega a alcanzar temperaturas superiores a los 60°C, aunque esto está ligado al volumen del compostaje, al ser menor a un metro cúbico la temperatura es inferior a 60°C y se habla de un semi compostaje, ante estas condiciones un número importante de bacterias patógenas sobreviven con lo cual se compromete su inocuidad y no puede utilizarse en la agricultura.



Otros animales como los herbívoros, las heces están constituidas por un bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de fibra. En estado fresco las heces desprenden un olor tenue, muy diferente a cuando están interviniendo procesos de fermentación que acompañan su descomposición. Los estiércoles compostados más empleados son los obtenidos de animales de granja, como vaca, caballo, aves, conejo, asno, cerdo, oveja, cabra entre otros, debido a que puede usarse en casi toda clase de suelos y cultivos (Tabla 1), pero las características y composición química de la composta obtenida se deben a varios factores, entre los que se encuentra la especie animal, tipo de alimentación, edad del estiércol, condiciones de compostaje, relación carbono:nitrógeno y el proceso utilizado.

**Tabla 1.** Valores estimados sobre las características químicas del compost de diferentes especies de animales de corral.

Especie animal	Nitrógeno, %	Fósforo, %	Potasio, %	Carbono/Nitrógeno
Caballo	0.5-1.5	0.3-0.8	0.5-1.5	25:1-40:1
Vaca	0.5-2	0.2-1	0.5-1.5	20:1-30:1
Pollo/pavo	2-4	1-3	1-2	10:1-20:1
Conejo	2-4	1-2	1-2	15:1-20:1
Cerdo	0.5-1.5	0.3-0.8	0.5-1.5	10:1-20:1
Asno	0.5-1.5	0.2-0.8	0.5-1.5	20:1-30:1
Oveja	0.8-1.5	0.3-0.8	0.8-1.5	15:1-25:1
Cabra	1-3	0.5-1.5	1-2.5	20:1-30:1

No se recomienda el uso directo de estiércol en cultivos, ya que inherentemente de la actividad humana, este se descompondrá siguiendo el mismo proceso que se mencionó en párrafos anteriores, y los subproductos intermedios e incremento de la temperatura provocarán la muerte de cultivos, también pueden contener semillas, virus, bacterias patógenas que pueden transferirse a los cultivos y de forma paulatina a las personas, incluso al compost obtenido es recomendable un análisis para descartar el riesgo de transmisión de enfermedades mediante microorganismos patógenos.





### Riesgos de usar un compost deficientemente elaborado

- *Fitotoxicidad*

Las plantas pueden ser intoxicadas por la presencia de elementos intermedios del proceso de fermentación que acompaña la descomposición de la materia orgánica, como lo constituyen el amonio ( $\text{NH}_2$ ) y los nitratos ( $\text{NO}_3$ ). El  $\text{NH}_2$  en condiciones de calor y humedad se transforma en amoníaco, un gas tóxico incluso para el hombre.

- *Hambre de nitrógeno*

Materiales que no han culminado el proceso de transformación, no poseen una adecuada relación carbono/nitrógeno recomendada en 25:1, sin embargo, no es una norma general, recordando que las bacterias utilizan el carbono como sustrato y el nitrógeno para multiplicarse, por lo que cuando son depositados en el suelo, el carbono incrementará el número de bacterias y el nitrógeno presente en el “compost” no supe las necesidades de estas bacterias, por lo que éstas consumen el nitrógeno del suelo, agotándolo lo suficiente para que no quede disponible para las plantas.

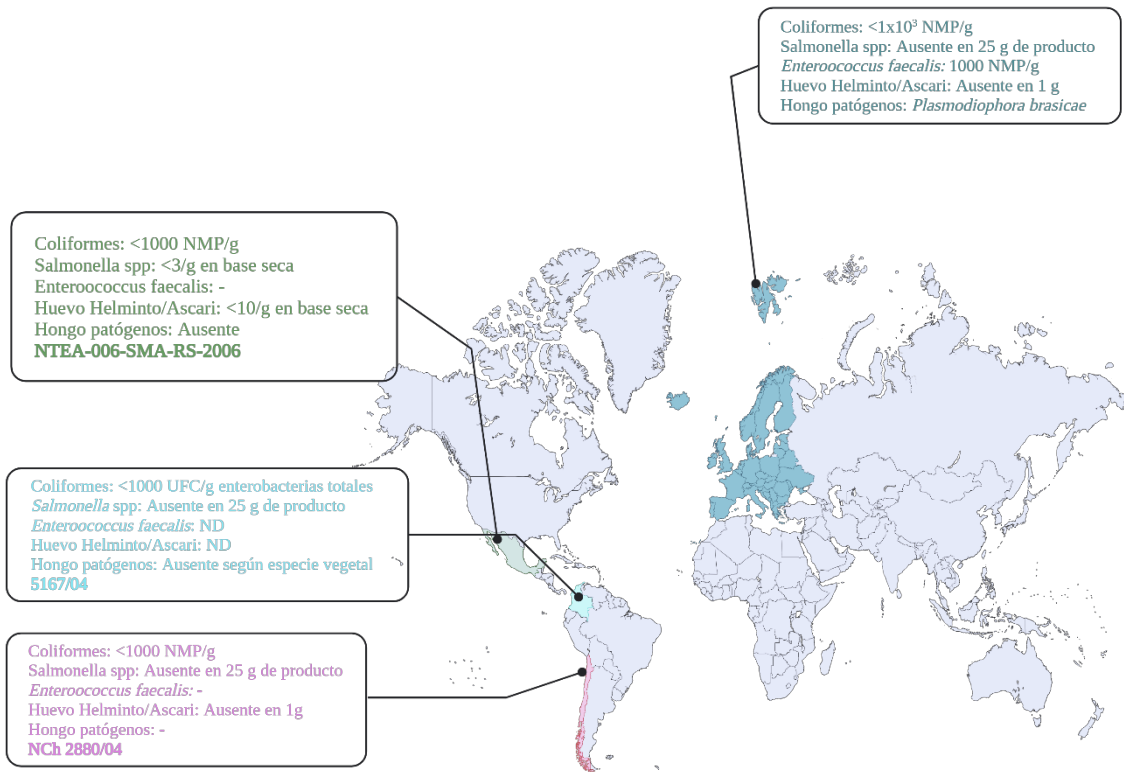
- *Raíces sin oxígeno*

Cuando se aplica al suelo un material sin culminar el proceso de descomposición, los microorganismos utilizan el oxígeno del suelo para continuar el proceso de transformación de la materia orgánica contenida en el compost, agotándolo para las plantas (Punto compost, 2023).

### ¿Cuáles son los efectos adversos que puede provocar el uso de un compost deficientemente preparado?

Desde la concepción para la obtención del compostaje se debe considerar como parte del proceso de elaboración de este, su inocuidad, sin embargo, hay circunstancias que pueden pasar por alto en la elaboración del compost, por ejemplo, si se alcanzaron las temperaturas requeridas, pero por períodos de tiempo muy cortos, o se presentó una contaminación posterior con agua durante las etapas de enfriamiento, estas condicionantes pueden promover la supervivencia de microorganismos patógenos. Si bien a nivel internacional hay un entendido sobre lo que se considera un patógeno, el número de ellos para considerar un producto inocuo varía entre países (Figura 3).





**Figura 3.** Límites microbiológicos según normas oficiales de diferentes países.

Otro grupo menos abordado y que no se relaciona con la presencia de microorganismos patógenos puede comprometer la calidad del compost, aun cuando este se considere inocuo, se trata de la presencia de metales pesados. Los metales pesados constituyen un grupo de elementos químicos que pueden llegar al compost mediante el agua de riego o el suelo utilizado para la confección de este. Éstos no se descomponen y tienen efectos nocivos en la salud humana y de los microorganismos. Como normativa de referencia se utiliza la propuesta por la Unión Europea, aunque cada país se rige por su propia normatividad, en el caso de México es la norma NOM-117-SSA1-199





## Conclusiones

El uso de compostaje se remonta a la aparición del hombre moderno y sus beneficios al suelo y microbiota que en el reside le otorgan mucha confianza para la producción de alimentos orgánicos, siempre y cuando se respete la tecnología de producción del compost, misma que ha venido evolucionando con el de cursar del tiempo y ha logrado incrementar la calidad del compostaje a la vez que reduce los tiempos de preparación de este y diversifica las moléculas presentes en el mismo. Aún quedan varias alternativas y nuevas fuentes, residuos y desechos orgánicos por probar para la producción de composta de calidad para el mejoramiento del suelo, incremento de la productividad de los cultivos agrícolas con un enfoque inocuo y apoyo a la transición a una agricultura basada en la producción de alimentos orgánicos.

## Literatura recomendada

DOF (Diario de la Federación). 1994. Norma Oficial Mexicana (NOM-117-SSA11-1994). "Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por absorción atómica". Disponible en [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4869827&fecha=23/02/1995#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4869827&fecha=23/02/1995#gsc.tab=0)

Román P, Martínez M, Pantoja A. 2013. Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América latina. Santiago de Chile: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. ("Cambio climático, inseguridad alimentaria y obesidad infantil") ISBN. 978-92-5-307844-8. Publisher. FAO

Puntocompost (2023, abril 3). Guía de compostaje. Puntocompost. <https://puntocompost.wordpress.com/productos/>

## Semblanza de los autores

**Dr. José Alfredo Guevara-Franco.** Profesor-Investigador de tiempo completo definitivo, titular "C" del Departamento de Académico de Ciencia Animal y Conservación del Hábitat de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). Ingeniero Zootecnista por la UABCS, Maestro en Ciencias en sistemas de producción animal con área mayor en ciencia de la carne por la Universidad Autónoma de Chihuahua, Diploma de Estudios avanzados en Nutrición y Bromatología y Doctor por la Universidad de León, España, en el programa doctoral Estrategias para la mejora y control de calidad de los alimentos de origen animal.

**Dr. Emmanuel Junco-Carlón.** Ingeniero en Producción Animal por la UABCS, Maestro en Ciencias Zootécnicas con especialidad en Nutrición Animal, Doctor en Manejo de Recursos Naturales en la Facultad de Ciencias Forestales. Actualmente, formo parte del sistema estatal de investigadores COSCYT y soy miembro del Sistema Nacional de Investigadores como Candidato a partir del año 2023.

**Dr. José Leonardo Ledea-Rodríguez.** Profesor-Investigador por tiempo determinado del Departamento Académico de Ciencia Animal y Conservación del Hábitat de la UABCS. Enfoca su línea de investigación a la producción de alimentos funcionales con principios nutraceuticos para la alimentación humana y animal a partir del uso de Bio-insumos, Biofertilizantes, Bio-estimulantes e intercambiadores de cationes. SNII y Consejo Sudcaliforniano de Ciencia y Tecnología.

