

BIOFERTILIZANTES, TIPOS Y USOS

Data de aceite: 01/12/2023

Eduardo Jahir Gutiérrez Alcántara

Facultad de Ciencias Químico Biológicas,
Universidad Autónoma de Campeche,
México

Betti Sarabia Alcocer

Facultad de Medicina, Universidad
Autónoma de Campeche, México

Tomas Joel López Gutiérrez

Facultad de Ciencias Químico Biológicas,
Universidad Autónoma de Campeche,
México

Baldemar Ake Canché

Facultad de Ciencias Químico Biológicas,
Universidad Autónoma de Campeche,
México

Carlos Armando Chan Keb

Facultad de Ciencias Químico Biológicas,
Universidad Autónoma de Campeche,
México

Román Alberto Pérez Balán

Facultad de Ciencias Químico Biológicas,
Universidad Autónoma de Campeche,
México

RESUMEN: Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes

del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos. Un fertilizante orgánico también llamado biofertilizante es un producto generado a partir de una mezcla de materiales orgánicos que contienen diversos microorganismos benéficos, tales como bacterias, hongos y levaduras. El humus de lombriz es conocido también como lombríhumus y es definido como el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra. El humus de lombriz se ha considerado uno de los sustratos más funcionales, puesto que cuando las lombrices se alimentan de los residuos orgánicos ingieren una amplia gama de microorganismos como lo son bacterias, hongos y levaduras.

INTRODUCCION

La importancia fundamental del uso de abonos orgánicos es que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y

permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos. De igual manera, favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico (Mosquera, 2010).

Fertilizante orgánico

Un fertilizante orgánico también llamado biofertilizante es un producto generado a partir de una mezcla de materiales orgánicos que contienen diversos microorganismos benéficos, tales como bacterias, hongos y levaduras los cuales se encargan de descomponer esta materia orgánica, proporcionando nutrientes que estimulan el crecimiento y la floración en cultivos generando una mayor productividad en diversas plantas (García, 2012).

Además, que son capaces de producir mecanismos que evitan daños de patógenos, que al mismo tiempo regeneran el suelo.

Sin embargo Restrepo y col., 2004 señalan que los microorganismos utilizados en los fertilizantes orgánicos se encuentran clasificados en dos grupos: donde el primer grupo incluye a microorganismos que tienen la capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico lo que permite incrementar la tolerancia al stress por sequía, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas, por parte de la planta. El segundo grupo incluye microorganismos los cuales son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos.

Fertilizante líquido

Es un fertilizante orgánico mineral, resultante de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufren los residuos sólidos orgánicos, durante el proceso de indigestión y digestión por parte de las lombrices californianas, más conocido como lixiviado de lombriz, dicho compuesto está comprobado que presenta una densidad más uniforme.

Este extracto líquido es obtenido a partir de la fermentación aeróbica de compost en agua; además que ha sido usado en fertirriego debido a su contenido de microorganismos, nutrientes solubles y compuestos benéficos para el desarrollo de plantas tales como: horatalizas, legumbres, vegetales y árboles frutales (Bautista Cruz, 2011).

Algunos de sus beneficios del fertilizante líquido:

- La aplicación de fertilizante líquido, permite un mayor intercambio catiónico en el suelo, de esta manera incrementa la disponibilidad de nutrientes, manteniendo así la humedad del suelo.
- Su efecto es más visible y rápido que el del sólido debido a que los microorganismos penetran con más facilidad en el suelo y estos mismos se reproducen con mayor rapidez.

Fertilizante sólido

Es un abono orgánico 100% natural, producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, aplicando residuos agrícolas, que provienen de excretas de ganado bovino, ovino, equino, restos de vegetales y materia seca, así como la combinación de humus de lombriz, utilizándolo como mejorador, recuperador o enmienda orgánica de suelos, puesto que favorece al brote de raíces, hojas, flores y frutos, permitiendo un buen desarrollo de la planta, así como la resistencia de sequías y heladas.

Humus de lombriz

El humus de lombriz es conocido también como lombrihumus y es definido como el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominada lombricultura (NMX-FF-109-SCFI-2008), por medio de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) o también conocido como vermicompostaje. Es capaz de transformar los desechos orgánicos en compuestos estables, por lo que es considerado una forma de compostaje, desde hace varios años; además que durante el proceso de reproducción presenta características de adaptación y producción de una manera rápida. Para la aceptación del uso del humus, este debe de contar con algunos parámetros microbiológicos según la NMX-FF-109-SCFI-2008 (Tabla 1).

Microorganismo	Tolerancia
<i>Escherichia Coli</i>	≤ 1000 NMP por g en base seca
<i>Salmonella Spp.</i>	3 NMP en 4 g en base seca
Huevos De Helmintos Viabiles	1 en 4 g en base seca
Hongos Fitopatógenos	Ausente

Tabla 1. Especificaciones microbiológicas para el humus de lombriz (NMX-FF-109- SCFI-2008).

El humus de lombriz se ha considerado uno de los sustratos más funcionales, puesto que cuando las lombrices se alimentan de los residuos orgánicos ingieren una amplia gama de microorganismos como lo son bacterias, hongos y levaduras. En un medio controlado la reproducción de las lombrices es rápida y su efectividad radica en que los microorganismos patógenos no sobreviven a este proceso ya que las vermi compostas contienen enzimas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas e impiden la proliferación de organismos patógenos (Mosquera, 2010).

Dentro de los biofertilizantes utilizados en la actualidad se encuentran principalmente aquellos que son realizados con abonos de plantas especiales, algas, minerales y purines, entre otros, utilizando diversas técnicas para su obtención, tales como compost de superficie,

fermentaciones aerobias y lombricompostas, (Torres, 2003). El humus de lombriz ha sido considerado en los últimos años el mejor fertilizante orgánico y puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas, pero es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%).

Características generales de la lombricomposta

La lombricultura consiste en el cuidado y crianza de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) teniendo como hábitat una composta, proporcionando la materia orgánica como base para que la lombriz pueda alimentarse y como resultado de su trabajo digestivo se obtienen dos productos principales: uno en fase sólida (humus o biomasa) y otro en fase líquida (lixiviado). Una de las ventajas de la lombricultura es que estas se multiplican más rápido que las lombrices comunes y silvestres, ya que las lombrices criadas en cautiverio y que cuenten con un vivero apropiado pueden llegar a multiplicarse hasta 516 veces, mientras que las lombrices silvestres pueden llegar a multiplicarse 5 o 6 veces (Rios, 1993).

En general la elaboración de la lombricomposta reconoce tres etapas, llevándose a cabo mediante una fermentación en condiciones aeróbicas en las dos primeras; la tercera etapa, llamada etapa de maduración, se desarrolla sin presencia de aire debido a la acción de microorganismos anaeróbicos. Durante el desarrollo de las tres etapas la composta debe tener una humedad suficiente, para que pueda llevarse a cabo la fermentación; sin embargo, la humedad no debe ser excesiva pues de lo contrario no habrá una adecuada circulación del aire y oxigenación en las dos primeras etapas y se disolverán los nitratos en la última etapa (Ferruzzi, 1987). Un manejo adecuado de la humedad y de la ventilación de la masa permite tener éxito en el proceso; de lo contrario, si los procesos de producción no se manejan adecuadamente se pueden reproducir microorganismos patógenos e insectos que pueden considerarse nocivos, se generan malos olores y la producción de gases y ácidos nocivos que queman las raíces de los cultivos (Duran, 2009).

Propiedades fisicoquímicas

Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad (García, 2006).

Humedad

La humedad es un parámetro importante vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos.

La humedad óptima se encuentra alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base (Ayres, 1970). Si la humedad se encuentra por debajo del rango se disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material.

pH

El pH de sustratos de crecimiento afecta la disponibilidad de nutrientes, especialmente micronutrientes.

Probablemente el pH del sustrato no es un indicador importante de la madurez o estabilidad de un lombricompost (compost), pero si es determinante para el normal desarrollo de las lombrices dentro del sustrato. Según, (Muñoz, 2010) , las lombrices son capaces de digerir la mayoría de los desechos orgánicos y por la presencia de la glándulas de Morren, pueden regular un poco el pH el sustrato (Cruz, 2004).

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro.

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0- 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2.

Temperatura

Durante el proceso de compostaje la temperatura varía dependiendo de la actividad metabólica de los microorganismos. De acuerdo a este parámetro el proceso de compostaje se puede dividir en cuatro etapas: mesófila, termófila, enfriamiento y maduración.

La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente.

Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización.

La tabla siguiente muestra las condiciones anteriormente descritas para el correcto control de la lombricomposta.

Humedad	70%-80%
Temperatura	20-30 °C
PH	5-8,5
Luz	Ambientes oscuros

Tabla 2. Parámetros a considerar en el manejo de la lombricomposta.

Fases de compostaje

Según (García, 2006) son cuatro las fases en que se lleva a cabo el proceso de la lombricomposta, mismas que se definirán a continuación.

Fase mesófila I

El proceso de compostaje se inicia a temperatura ambiente y debido a la actividad microbiana aumenta hasta los 45°C en cuestión de pocos días e incluso en horas. El calor es generado debido a que los microorganismos mesófilos presentes en esta etapa utilizan las fuentes sencillas de C y N, llevando a cabo la descomposición de compuestos solubles, como los azúcares, produciendo ácidos orgánicos; debido a esto el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura entre dos y ocho días.

Fase Termófila o de Higienización

Debido al incremento en la temperatura, los microorganismos mesófilos presentes en la primer etapa son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias termófilas, los cuales se encargan de facilitar la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. De igual manera, estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube.

El calor que se genera en esta fase destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, así como las esporas de hongos fitopatógenos que pueden estar presentes en el material utilizado como base para la lombricomposta. Debido a esta eliminación de microorganismos patógenos, a esta fase también se le conoce como higienización. De acuerdo a diversos factores como las condiciones climáticas y del lugar, entre otros, esta fase puede durar desde unos días hasta meses.

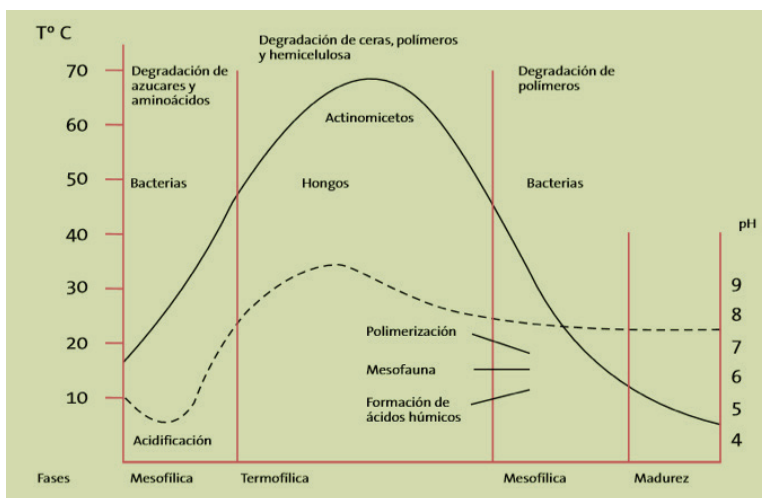
Fase de Enfriamiento o mesófila II

Una vez que las fuentes de C y N se agotan, la temperatura desciende hasta los 40-45°C, reiniciando la actividad de los microorganismos mesófilos provocando un leve descenso del pH del medio, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas.

Fase de Maduración

Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

Las fases anteriormente descritas se encuentran representadas en la figura 1.



SUSTRATOS EMPLEADOS EN LA LOMBRICOMPOSTA

Estiércol

La aplicación de estiércoles en la agricultura ha sido favorecedor conforme a los rendimientos de cultivos, puesto que se ha observado que se han obtenido rendimientos de 8-10 veces mayor, esto es debido que mejoran la estructura del suelo generando una mayor porosidad, lo que permite aumentar la aireación y por consiguiente incrementa la capacidad de retención de agua, así la planta es capaz de absorber los nutrientes con menor complejidad.

Los suelos con excelentes contenidos de materia orgánica, fertilidad y capacidad productiva (Restrepo, 1996).

El uso de estiércol de diferentes animales, puede proporcionar más de un solo beneficio tales como:

- Elevan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, evitando que los nutrientes se pierdan por lixiviación.
- Liberan bióxido de carbono durante su descomposición que forma ácido carbónico, el cual solubiliza nutrimentos de otras fuentes.
- Favorecen una mayor resistencia de los agregados del suelo, a ser dispersados por el impacto de las gotas de lluvia.

Considerando el contenido total de nutrimentos, aún es muy variable, puesto que esto depende de la especie que lo produce, así como la edad del animal, su eficiencia digestiva, el tipo de alimentación que recibe y el manejo que ha sido sometido el estiércol desde su recolección, maduración y almacenamiento (FAO, 2002).

Residuos orgánicos

Es el material vegetativo que se descompone durante el proceso aportando materia orgánica para el desarrollo de los diferentes microorganismos presentes.

Residuos de florería

Son residuos de materia orgánica que se obtienen a diario de las plantas y flores presentes en las florerías. Estudios han demostrado que los pétalos de rosa poseen almidón y compuestos que se acumulan en este tipo de material como son ésteres grasos (terpenil), alcoholes así como una posible actividad promotora de desarrollo vegetal como propiedades antimicrobianas (Muñoz, 2010).

REFERENCIAS

Mosquera B. 2010. Abonos orgánicos protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. FONAG-USAID, 6, 5.

Mónica Candelaria García, Martha Guadalupe Navarro Espinosa, Claudia Nayeli Velázquez López, Judith Velázquez López (2012). Elaboración de abono orgánico a base de lombriz roja californiana.

Estudios agrarios. VOL. 19. 53-54

Restrepo, J. 1996. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de Agricultores de Centroamérica y Brasil. OIT, PSST-AcyP; CEDECE. 51 P

Bautista-Cruz A, Etchevers-Barra J, del Castillo F, Gutiérrez C. 2004. La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas. 13(2): 90-97.

Ferruzzi C. 1987. Manual de Lombricultura. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. 130 pp.

Ariana P. Torres, Roberto G. Lopez, y Michael V. Mickelbar (2003). Produccion Comercial de Cultivos Bajo Invernadero y viveros. Purdue Extension. P 1-4.

Ríos, O.; Salas, S.; Sanchez, M. 1993. Manual de Lombricultura en el Trópico Húmedo. CRI-IIAP-Ucayali. Lima, Perú. 85 pp. Navarro, F. (1987). Manual de Lombricultura. Ediciones Mundi-Prensa.

Duran, L. H. (2009). Crecimiento y reproducción de la lombriz roja. Agronomía Costarricense. vol. 33, núm. 2, 2009, pp. 275-281

García-Carreón JS, Martínez-Menez MR. 2006. Abonos verdes en Sistema de Agronegocios Agrícolas. Ed. Colegio de Posgraduados, SAGARPA, 1.

Ayres, G. H. 1970. Análisis Químico Cualitativo. Ed. Harper y Row Latinoamericana. Ciudad de México. 640 pp.

Carvajal-Muñoz JS, Mera-Benavides AC. 2010. Fertilización biológica: técnicas de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible. Producción + Limpia. 5(2): 77-96. lizante .

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2002. Los Fertilizantes y su Uso: Roma: FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.