

## Microorganismos presentes en el compost. Importancia de su control sanitario

### Living microorganisms in the compost. Importance of their sanitary control.

Autores: Yamiris Teresa Gómez D'Angelo\*

María Isabel González González\*\*

Sergio Chiroles Rubalcaba\*\*\*

M Sc. Microbiología, Aspirante a Investigador

\*\*Dr. C. en Ciencias de la Salud, Investigador Auxiliar, Profesor Instructor

\*\*\*Lic. en Microbiología, Aspirante a Investigador

Laboratorio de Microbiología de Aguas, Vicedirección Salud Ambiental. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Infanta 1158 e/ Clavel y Llinás, Centro Habana, CIP 10 300, Cuba. Tel. (53-7) 870-5531-34 Ext.254, Fax. (53-7) 66-2404,

Email: [walber@infomed.sld.cu](mailto:walber@infomed.sld.cu)

### Resumen

La conversión en compost de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y segura, a partir de diferentes residuos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en los mismos. La aplicación del compost sin tratar o tratado inadecuadamente representa un peligro para el medio ambiente y para la salud pública, debido al movimiento y supervivencia en el suelo de bacterias patógenas presentes en estos biofertilizantes tales como: Salmonella, Shigella, Campylobacter, Vibrio cholerae, E. coli. En este trabajo se realizó una monografía donde se resaltan los aspectos anteriores así como la importancia de los análisis microbiológicos y del control sanitario de estos fertilizantes orgánicos.

### Abstract

The transformation of organic wastes into compost is an ancient technique and easy to do that allow to obtain a fertilizer by economic, rational and sure way. The application the compost to land without treatment or with inefficient treatment represents a risk to environment and to animal and humans health because of the movement and survival in the soil of bacterial pathogens present in the compost for example Salmonella, Shigella, Campylobacter, Vibrio cholerae, E. coli. The article shows these aspect and the importance of microbiologic analysis and the sanitary control of these fertilizers in the evaluation process of them.

**Palabras Clave:** MICROORGANISMOS; BIOFERTILIZANTES; SUELOS; AGRICULTURA

### INTRODUCCION

En la actualidad existe la tendencia mundial del uso de métodos de la agricultura sostenible, disminuyendo el empleo de agroquímicos lo que contribuye a la protección del medio ambiente y del hombre, siendo su evaluación agroecológica favorable a la naturaleza.

La compostización es tan vieja como el mundo aunque solo hace poco está siendo redescubierta y potenciada con nuevos aportes biotecnológicos. El desarrollo de esta técnica tiene su origen en la India con las experiencias hechas por el inglés Albert Howard en 1905. Su éxito consistió en combinar sus conocimientos científicos con los

tradicionales de los campesinos. El método llamado Indore se basaba en fermentar una mezcla de desechos vegetales y excrementos animales y humedecerlos cada cierto tiempo para posteriormente aplicarlos a la tierra como biofertilizante ( Raspeño y Cuniolo, 1996).

El compostaje o composting es el proceso biológico aeróbico mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia orgánica biodegradable (restos de cosechas, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener el compost, abono excelente para la agricultura (Aubert, 1998).

En Cuba, la utilización del compost ha ocupado un lugar importante en la agricultura. El proceso de compostaje se está llevando a cabo a nivel nacional, utilizando como materias primas una gran diversidad de compuestos orgánicos tales como: gallinaza, estiércol vacuno, estiércol porcino, restos de cosechas de plátano ( Musa spp.), tallos de boniato (Ipomoea batatas L.) y residuos urbanos, entre otros ( Morales et al., 2000). En los años 2000 al 2003, una de las actividades fundamentales del MINAZ dirigida a la preservación ambiental se concentró en la fabricación de compost.

Este abono orgánico se ha estado aplicando en nuestro país en diferentes cultivos como la siembra de pepino en la provincia de Guantánamo (López , 2002); en los policultivos de café, cacao orgánico, cítricos y frutas (Rodríguez, 2003), por citar algunos ejemplos.

Existe un importante aspecto de salud relacionado con la aplicación del compost, el cual está dado por la incidencia de enfermedades producidas por los microorganismos patógenos durante la disposición y utilización insalubre de estos productos. Unas buenas prácticas agrícolas y de higiene son necesarias para proteger los cultivos de la contaminación con los patógenos presentes en estos biofertilizantes, además de que se precisan de más investigaciones para determinar como se propagan en el campo estos microorganismos. La contaminación microbiológica derivada de la utilización de fertilizantes naturales y las medidas necesarias para abordarla deben ser orientadas a todo el personal de la agricultura.

El objetivo de este trabajo es realizar una reseña bibliográfica que refleje la importancia de obtener un biofertilizante (compost) en optimas condiciones sanitarias para ser aplicado a la tierra, así como analizar el impacto que puede tener sobre el medio ambiente y la salud pública el uso descontrolado de los mismos.

## DESARROLLO

### 1. Control sanitario del compost.

El compost no tratado o tratado de manera inadecuada y utilizado como biofertilizante o nutriente del suelo, ya sea en la agricultura orgánica o no orgánica, puede dar lugar a la contaminación de los productos y/o de las fuentes de aguas, por lo que su aplicación descontrolada constituye un peligro para la salud pública y una amenaza para el medio ambiente por la exposición a microorganismos patógenos que esto representa.

Una gran parte de los estudios realizados sobre la preparación del compost y la aplicación del estiércol a los cultivos sobre el terreno se han centrado en los efectos de la fertilidad de los suelos y la calidad de los cultivos; sin embargo es necesario aumentar las investigaciones acerca de la sobrevivencia de los patógenos en el compost y de los tratamientos para reducir los niveles de estos microorganismos.

Uno de los métodos propuestos para el control de estos biofertilizantes es el empleo de elevadas temperaturas. Cuando el compost es calentado a temperaturas de 38 oC durante 15 días tiene lugar una disminución considerable del número de microorganismos patógenos, a la vez que está ocurriendo la digestión mesófila de los compuestos orgánicos obteniéndose como producto CO<sub>2</sub>, metano y amonio. Esta etapa mesófila destruye el 99.9 % de los patógenos. En la fase termófila (55oC) se logra eliminar el 99.999% de los mismos y de esta forma se pasteuriza el material (The Biosolids Report, 2000).

Yanko (1988) demostró que temperaturas por encima de 53 0C durante el compostaje elimina totalmente las bacterias patógenas, los virus y los huevos de Ascaris pierden la viabilidad, encontrándose en estas condiciones una sobrevivencia limitada de microorganismos indicadores y formas enquistadas de protozoos.

En experimentos de compostificación en China, se demostró que los coliformes y otros organismos fecales son destruidos en el propio proceso, si las temperaturas en el rango termofílico se mantienen por un tiempo suficiente y todo el material es sujeto a dichas temperaturas. Las bacterias patógenas se destruyen rápidamente cuando todas las partes de la pila de compost están sujetas a temperaturas de 60 0 C durante 30 a 60 minutos (Cantanhede et al., 2002).

Un importante factor en la transmisión de enfermedades son las moscas, las cuales se pueden controlar si las pilas de compost se voltean con frecuencia suficiente, para someter a los huevos a elevadas temperaturas antes de que tengan la oportunidad de desarrollarse.

Sin embargo no podemos confiar ciegamente en que el propio proceso elimina la totalidad de los patógenos, puesto que investigaciones realizadas recientemente indican que algunos patógenos tienen un umbral térmico más alto que otros como por ejemplo el virus de la Hepatitis A. Además el tiempo y la temperatura necesaria para eliminar o reducir los peligros microbianos en el compost u otras materias orgánicas puede variar según el clima de la región y las prácticas concretas de gestión ambiental aplicadas en cada caso (FAO, 2000). Lyon (2000) planteó que los organismos patógenos pueden sobrevivir hasta 60 días en el compost.

Teniendo en cuenta estos aspectos, los análisis microbiológicos constituyen un elemento importante para determinar la calidad sanitaria de estos productos. La densidad de coliformes fecales es utilizada como un indicador de la presencia potencial de bacterias patógenas (EPA; 1992). Las muestras que contengan menos de 1000 coliformes fecales por gramo de peso seco de compost indica que todos los microorganismos patógenos han sido destruidos (Yanko, 1988).

Se ha demostrado que el tratamiento térmico provoca la reducción de los indicadores fecales a niveles comparables a muchos patógenos, particularmente bacterias patógenas, pero la concentración inicial de los indicadores es normalmente mayor en factores de 10 que la de los patógenos, por lo que aunque su número disminuya siempre sobrevivirá una cantidad apreciable de estos microorganismos (EPA, 1992).

## 2. Microorganismos patógenos.

El contacto con los microorganismos patógenos presentes en el compost ocurre por dos vías fundamentales:

- Contacto directo
- Contacto indirecto

El contacto directo tiene lugar al caminar a través del área donde ha sido aplicado el compost, al tocar con las manos la tierra tratada y por inhalación de las bacterias durante la aplicación y diseminación de estos productos (Whitmore y Robertson, 1995).

El contacto indirecto puede ocurrir de las siguientes formas (Whitmore y Robertson, 1995):

- por ingestión de alimentos cultivados en las áreas fertilizadas con el compost
- por consumir productos lácteos obtenidos a partir de la leche de animales que se alimentan en estos suelos.
- por tomar agua contaminada con los microorganismos patógenos producto del escurrimiento de la tierra fertilizada con estos compuestos.
- por ingerir pescado cocinado inadecuadamente proveniente de estas aguas contaminadas.

En la tabla 1 se muestran los microorganismos patógenos que pueden encontrarse en el compost tratado inadecuadamente y las enfermedades causadas por cada uno de ellos.

Tabla1. Microorganismos patógenos aislados del compost y las enfermedades y/o síntomas causadas por los mismos./ Pathogens microorganisms isolated from compost related with the diseases and/or symptoms.

Microorganismos patógenos	Enfermedades/ Síntomas
<b>Bacterias</b>	
Salmonella sp.	Salmonelosis, gastroenteritis, fiebre tifoidea
Shigella sp.	Disentería bacilar
Yersinia sp.	Gastroeneteritis
Vibrio cholerae	Cólera
Campylobacter jejuni	Gastroenteritis
Escherichia coli	Gastroenteritis
<b>Virus Entéricos</b>	
Hepatitis A	Hepatitis infecciosa
Rotavirus	Gastroenteritis epidémica con diarreas severas
Enterovirus	Gastroenteritis con diarreas severas
<b>Poliovirus</b>	
Virus poliometilitis Coxsackie	Meningitis, neumonía, hepatitis, fiebre, entre otros
Reovirus	Infecciones respiratorias, gastroenteritis
Astrovirus	Gastroenteritis epidémica
Calicivirus	Gastroenteritis epidémica
<b>Protozoos</b>	
Cryptosporidium	Gastroenteritis
Entamoeba histolytica	Gastroenteritis aguda
Giardia lamblia	Giardiasis (diarrea, dolor abdominal, pérdida de peso)
Balantidium coli	Diarrea y disentería
Toxoplasma gondii	Toxoplasmosis

## Helmintos

Ascaris lumbricoides	Trastornos digestivos y nutricionales, dolor abdominal, vómitos
Ascaris suum	
Trichuris trichiura	Dolor abdominal, fiebre, entre otros
Toxocara canis	Dolor abdominal, diarrea, anemia y pérdida de peso
Taenia saginata	Fiebre, síntomas neurológicos
Taenia solium	Insomnio, anorexia, dolor abdominal, problemas digestivos
Necator americanus	Insomnio, anorexia, dolor abdominal, problemas digestivos
Hymenolepis nana	Insomnio, anorexia, dolor abdominal, problemas digestivos
	Enfermedad de Hookworm
	Taeniasis

En el presente trabajo le prestaremos especial atención al estudio de las bacterias patógenas.

### 2.1. Bacterias patógenas en el compost.

El tratamiento realizado al compost para su aplicación como biofertilizante va dirigido a destruir las bacterias patógenas y mantener las condiciones desfavorables para su crecimiento. El incremento de estos patógenos es limitado ya que las condiciones ambientales no son óptimas para su desarrollo y ellos son incapaces de competir por los nutrientes con la microbiota autóctona del suelo, aunque su vigilancia y control es de vital importancia.

A continuación estudiaremos los principales patógenos bacterianos:

- Salmonella: Es uno de los patógenos entéricos más estudiados encontrados en el compost. Es conocido que la temperatura de 55 o C por 1 hora es letal para los miembros de este grupo (Sorber y Moore, 1998).
- Shigella: La incidencia de Shigella en la población está relacionada con la calidad sanitaria del agua. La destrucción de este género microbiano tiene lugar en un período de tiempo más corto que la destrucción de Salmonella y de los coliformes fecales (Feachem et al., 1983). La reducción del número de Salmonella y coliformes fecales a determinados valores estipulados por la regulación Standard, en el proceso de tratamiento, nos indica que los miembros del género Shigella han sido destruidos.
- Campylobacter jejuni: No presenta buenos niveles de sobrevivencia en el compost (Jones et al., 1990) debido a su elevada susceptibilidad al calor. La exposición a temperaturas de 60 oC durante 5 minutos es letal, así como el tratamiento a 55 0C en un período de 20 a 30 días es muy efectivo en la destrucción de este patógeno. Se ha comprobado que la sobrevivencia de Campylobacter en el proceso de compostaje es prácticamente nula (Yanko, 1988).
- Vibrio cholerae: Es relativamente susceptible al calor. La exposición a temperaturas de 60 0C por 5 minutos o el tratamiento a 55 0C durante 20 a 30 días destruye totalmente a la bacteria. Estudios realizados por Feachem et al. (1983) demostraron que no existe ningún reporte hasta el momento de la ocurrencia de Vibrio cholerae en el compost, posterior al tratamiento.
- Escherichia coli: El análisis de Escherichia coli en el compost debe realizarse solamente si se cumplen determinadas condiciones, tales como (Díaz-Ravina et al., 1997) :

1. Presencia de molasas en la materia prima utilizada para la fabricación del compost.
2. Aplicación a la tierra transcurrida 1 hora después de su producción.
3. Aplicación sobre cultivos destinados a la alimentación humana o animal, que van a ser utilizados en menos de 90 días después de su aplicación.

El compost estabilizado y maduro está apto sanitariamente cuando la concentración de E. coli es menor de 127 UFC por 100 gramos de peso seco ( Díaz-Ravina et al., 1997).

### 3. Sobrevivencia y movimiento de las bacterias en el suelo.

Pepper et al. (1991) estudiaron el transporte de los coliformes fecales a través de las diferentes capas de la tierra después de la aplicación del compost en dos áreas de Arizona.

Los análisis realizados al suelo no tratado demostraron la ausencia de coliformes fecales en las dos profundidades estudiadas (50 y 200 cm). A las 24 horas de aplicado el compost los coliformes fecales fueron encontrados hasta los 200 cm de profundidad y su concentración fue decreciendo a razón de 2 log 10 por semana. Transcurridas 7 semanas fueron detectados entre los 0 y 100 cm de profundidad.

La tabla 2 muestra los tiempos de sobrevivencia de los patógenos en el suelo y sobre la superficie de las plantas a partir del momento que ha sido aplicado el compost no tratado o tratado inadecuadamente (The Biosolids Report, 2000).

Tabla 2. Tiempos de sobrevivencia de los patógenos en el suelo y sobre la superficie de las plantas./ Survival times of the pathogens in the soil and over the surface of the plants.

Patógenos	SUELO		SUPERFICIE DE LAS PLANTAS	
	Tiempo máximo	Tiempo mínimo	Tiempo máximo	Tiempo mínimo
Bacterias	1 año	2 meses	6 meses	1 mes
Virus	1 año	3 meses	2 meses	1 mes
Quistes de protozoos	20 días	2 días	5 días	2 días
Huevos de helmintos	7 años	2 años	5 meses	1 mes

Como podemos observar la sobrevivencia de estos microorganismos es mayor en el suelo que sobre las plantas, esto puede estar dado por el hecho de que en la tierra la concentración y la variabilidad de los nutrientes es superior que sobre las plantas. El mayor valor en el suelo corresponde a los huevos de helmintos con 7 años de sobrevivencia, en segundo lugar a las bacterias y a los virus con tiempos máximos de 1 año y por último los quistes de protozoos con solo 20 días.

En contraste, en la superficie de las plantas, la mayor sobrevivencia pertenece a las bacterias con un tiempo de 6 meses y la menor, al igual que en el suelo, corresponde a los quistes de protozoos con sólo 5 días como tiempo máximo.

La tabla 3 muestra las dosis mínimas infecciosas de los patógenos presentes en el compost (Kowall, 1985).

Tabla 3. Dosis mínima infecciosa de microorganismos patógenos en el compost./  
Minimal infectious doses of the pathogen microorganisms in the compost.

Microorganismos	Dosis Mínima Infecciosa
Salmonella sp.	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>6</sup> UFC/gps
Shigella sp.	10 <sup>1</sup> - 10 <sup>2</sup> UFC/gps
Escherichia coli	10 <sup>4</sup> - 10 <sup>10</sup> UFC/gps
Giardia lamblia	1 quiste
Cryptosporidium parvum	10 quistes
Ascaris lumbricoides	1-10 huevos

Como podemos observar, el menor valor de la dosis mínima infecciosa entre los géneros bacterianos pertenece a Shigella sp. , en segundo lugar Salmonella sp. y por último Escherichia coli con una concentración de 10<sup>4</sup> -10<sup>10</sup> UFC/gps. Entre los parásitos, Giardia lamblia resulta la de mayor riesgo de infección, pues 1 sólo quiste de este protozoo es suficiente para generar la infección y por consiguiente la enfermedad.

La presencia de estos patógenos viables en las diferentes capas del suelo y sobre las plantas durante los tiempos mostrados en la Tabla 2 y a concentraciones iguales o superiores a las representadas en la Tabla 3, constituye un peligro para la salud del personal que trabaja la tierra ya que están expuestos directamente al contacto con estos microorganismos. Por otro lado los cultivos destinados a la alimentación, sembrados en estos suelos, así como las aguas subterráneas y las fuentes de suministros de aguas corren el riesgo de contaminarse con dichos patógenos,

Evidentemente es necesario realizar la vigilancia y el control sanitario estricto de estos biofertilizantes con vistas a reducir los niveles de contaminación ambiental y el desarrollo de las enfermedades

### CONCLUSIONES

El compostaje es una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una forma de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como biofertilizantes. Antiguamente era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla.

El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 0C) y termófilas (45 a 70 0C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable.

La presencia de microorganismos patógenos en el compost y su diseminación en el medio ambiente (suelo, agua, superficie de las plantas) merece especial atención por las severas consecuencias que puede traer un mal manejo de estos productos para la salud y la higiene ambiental, por lo que es necesario que los productores apliquen buenas prácticas agrícolas para manipular estos fertilizantes naturales con el fin de reducir al mínimo los peligros microbiológicos.

Por otro lado, es necesario incrementar las investigaciones sobre la gestión y la utilización del compost (en especial el que se produce a base de estiércol). Hace falta

más información sobre los tiempos y temperaturas críticas que son necesarias para conseguir que el compost sea microbiológicamente inocuo para el tratamiento de los suelos, prestando especial atención a la cuestión de la supervivencia de las bacterias que forman esporas, virus y protozoos.

Practicar el compostaje es poner en marcha los ciclos ininterrumpidos de nuestra civilización, es detener la involución actual y comenzar la evolución futura, sin olvidar que el Hombre olvida, pero la Naturaleza NO y además castiga.

### **Bibliografía:**

( American Public Health Association (1992). Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater 18 th ed. ; Washington, APHA, AWWA, JWPCF.

Aubert, C. (1998). El huerto biológico. Ed.Integral Barcelona, pp. 252.

Cantanhede, A.; Monge , G. y Wharwoud, G. (2002). Compostificación de residuos de mercado de Lima. En publicación.

FAO (2000). Inocuidad y calidad de los alimentos en relación con la agricultura orgánica. 22 Conferencia Regional de la FAO para Europa. Oporto, Portugal , 24-28 de julio 2000.

Feachem, R.G.(1983). Sanitation and disease. En: Health aspect of excreta and waste management. New York. pp132-137.

Jones, K. ( 1990). Seasonal variation of thermophilic Campylobacter in sewage sludge. J. Applied Bacteriology 69 pp.185-189.

Kowall, N.F. (1985). Health Effects of Land Application of Municipal Sludge. En: EPA /600/1\_85/015:US.EPA Health Effects Research Laboratory. Research Triangle Park. NC:Also:NTIS PB86\_197456/78:National Technical Information Service, Springfield, VA.

López, R. (2002). Evaluación de diferentes dosis de Fitomas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) variedad SS\_5. Revista Agricultura Orgánica No2.

Lyon, T. (2000). Proceedings of " L agriculture biologique face a son developpment \_ les Enjeux futurs ", 6-8 Dec, Baden, Australia.

Morales, Y.; Rodriguez, C.A. y Valiño, A. (2000). Elaboración de compost a partir de desechos vegetales y la adición de diferentes sustratos. Forum de Ciencia y Técnica, Res.

Pepper, I.L.( 1991). Agricultural sludge reclamation study yearly. En: Wastewater Management . Tucson, A.Z.

Raspeño, N. y Cuniolo, M. (1996). El compost y las lombrices. Revista Procampo 27.

Rodríguez, S. (2003). La agricultura orgánica en Cuba. Avances y retos. Centro de estudio de la Economía Cubana.

Sober, C. A. y Moore, B.E.( 1998). Survival and transport of pathogens in Sludge amended Soil: a critical literature review. Report No.: EPA/600/2\_87/028: Office of Research and development . Cincinnati. OH.Also:NTIS Cooperative Agreement No. CR811918\_01\_0:National Technical Information Service, Springfield, VA.

The Biosolids Report (2000). A technical bulletin prepared by the GVRD to provide B.C. medical and environmental health officers with information about biosolids. Report No1.



U. S. Environmental Protection Agency (1992). Environmental Regulations and Technology: control of pathogens and vector attraction in sewage sludge. Report No.: EPA/625/R\_92\_013:US.EPA. Office of Research and Development.

Whitmore, T.N. y L. J. Robertson (1995). The effect of sewage sludges treatment process on oocyst of *Cryptosporidium parvum*. J. Applied Bacteriology 78: pp.34-38.

Yanko, W.A. (1988) Occurrence of pathogens in distribution and marketing municipal sludges report, No. EPA/600/1-87/014. Also: NTIS, PB88-154273. AS: National Information Service. Spring field, VA.