

Parámetros físico-químicos y contenido de coliformes de un compost obtenido a partir de residuos orgánicos del Camal Frigorífico Riobamba

Margarita Jara A.¹, Christian Salazar G.¹, Yudel García¹, Yasiel Arteaga¹, Yoel Rodríguez¹, Ana Chafla¹.

¹Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador
mjara@uea.edu.ec

Resumen

La obtención de compost a partir de desechos orgánicos resulta una alternativa viable para el medio ambiente, sin embargo son elevados los volúmenes de residuos que se generan sin aprovechar los múltiples beneficios que brinda. El objetivo de esta investigación fue la determinación físico-químico y el contenido de coliformes de un compost obtenido a partir de residuos orgánicos del camal municipal de la ciudad de Riobamba. Se empleó un diseño completamente al azar, con dos tratamientos, T1 que consistió en una mezcla de estiércol seco, contenido ruminal y sangre en la proporción 50:25:25 y adición de caldo bacteriano y T2 con la misma proporción pero sin caldo bacteriano. Se determinó el pH y la temperatura en función del tiempo durante el proceso de digestión aeróbico-bacteriológico. Se obtuvo un compost sólido Bio-sol y se determinaron parámetros físico-químicos y microbiológicos. Los resultados indicaron que ambos tratamientos alcanzaron una temperatura máxima de 70 °C. En el tratamiento con bacterias el máximo se alcanzó a los siete días mientras sin bacterias a los 15 días. La sucesión típica de las diferentes fases estuvo mejor definida para el tratamiento sin bacterias. Entre los tratamientos hubo una diferencia de 15 días hasta alcanzar la estabilización de pH. La composición química resultó similar para ambos tratamientos y adecuado para abonos orgánicos.

Palabras clave: abonos orgánicos, composición química, residuos orgánicos.

Abstract

Obtaining compost from organic waste is a viable alternative for the environment, but are high volumes of waste generated without avail the many

benefits offered. The objective of this research was the physiochemical determination and coliform content of compost derived from organic waste from municipal slaughterhouse in the city of Riobamba. a completely randomized design with two treatments, T1 consisting of a mixture of dried manure, rumen contents and blood in the ratio 50:25:25 and addition of bacterial broth and T2 with the same proportion but bacterial broth was used. The pH and temperature versus time was determined during aerobic bacteriological digestion. A solid compost Bio-sol was obtained and physico-chemical and microbiological parameters were determined. The results indicated that both treatments reached a maximum temperature of 70 ° C. Bacteria treatment with the maximum was reached after seven days while no bacteria at 15 days. The typical succession of the different stages was better defined for treatment without bacteria. Among the treatments there was a difference of 15 days to achieve stabilization of pH. The chemical composition was similar for both treatments and suitable for organic fertilizers.

Key words: organic fertilizers , chemical composition, organic waste.

Introducción

La generación de desechos orgánicos resulta en la actualidad uno de los principales causantes de contaminación ambiental a nivel mundial, ya que se producen en grandes volúmenes y se acumulan en espacios inadecuados, lo que hace necesario el desarrollo de nuevas estrategias de manejo a fin de evitar problemas de contaminación ambiental (Cegarra *et al.*, 2006).

Muchos de estos desechos, están constituidos por sustancias biodegradables, y pueden ser utilizados para diversos fines. Tal es el caso

del contenido ruminal uno de los contaminantes con mayor impacto ambiental, sin embargo es una fuente microbiana que puede ser benéfico para el suelo si se emplea como abono (Ayala y Perea, 2000).

En la mayoría de los casos la incorporación al suelo de residuos orgánicos tiene un efecto benéfico sobre la estructura y fertilidad de los suelos, sin embargo, el efecto puede ser adverso cuando se incorporan residuos orgánicos frescos o en proceso incipiente de biodegradación. Para aprovechar el potencial que los desechos orgánicos tienen como abonos, deben pasar por un proceso previo

antes de su integración al suelo, de forma tal que, el material que se aporte haya transcurrido por los procesos más enérgicos de mineralización, con lo cual debe presentar la forma más estable posible desde el punto de vista de la biodegradación, y de esta manera presentar a los macro y micronutrientes en las formas más asimilables posibles para los productores primarios (Rivero *et al.*, 2011).

El camal municipal, situado en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, Parroquia Maldonado, es una entidad que sirve a la comunidad prestando el servicio de faenamiento del ganado bovino, porcino y ovino. Estas actividades proporcionan un impacto negativo sobre el ambiente por la cantidad de residuos líquidos y sólidos que se generan. El mayor inconveniente que se da en el camal municipal de Riobamba es el problema de colocación de la mayoría de residuos que no tienen una reutilización como es el caso del rumen, huesos y estiércol. Estos son residuos sólidos con alta carga orgánica que tienen como consecuencia la transformación de sus componentes que si no son tratados en debida forma, pueden ser perjudiciales tanto para los productos terminados, para los trabajadores de la planta y por último para los consumidores.

El objetivo de este estudio fue determinar parámetros físico-químico y el contenido de coliformes de un compost obtenido a partir residuos orgánicos provenientes del camal municipal de la ciudad de Riobamba.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Camal Municipal Frigorífico de Riobamba en la Comunidad de San Gerardo ubicado en la provincia de Chimborazo, Ecuador. Se utilizó como materia prima el contenido ruminal, sangre y estiércol producido por 129 reses que faenan diariamente en el camal.

Se emplearon dos tratamientos con tres repeticiones, T1 que consistió en una mezcla de estiércol seco, contenido ruminal y sangre en la proporción 50:25:25 en peso y adición de caldo bacteriano (1 L de melaza con ½ L de inóculo de bacterias aeróbicas MICROPAM RSU C) y T2 en la misma proporción que T1 pero sin caldo bacteriano. El inóculo bacteriano se obtuvo de la Empresa Bioprocanor localizada en la ciudad de Ibarra, Ecuador.

La compostera se dispuso de tal manera que formara una pila completamente homogenizada, mante-

niendo la humedad necesaria para lograr la proliferación de microorganismos. La mezcla se removió cada 48 horas durante las primeras semanas. Las pilas fueron volteadas cuando comenzó el descenso de la temperatura lo que permitió una nueva homogenización y estimulación del proceso de compostaje. Se consideró que la fase biooxidativa del compostaje (fase activa) había concluido cuando la temperatura de las pilas se igualaron a la del ambiente. La humedad fue controlada poniendo especial atención en la fase activa del compost, entre un 50-70%.

Durante el proceso de digestión aeróbico-bacteriológico se determinó pH cada dos días y temperatura diaria. La medición de la temperatura se realizó empleando un termómetro de máxima diariamente en diferentes lugares de la pila, luego se determinó la temperatura promedio. El pH se determinó en días alternos y para ello se pesó 1g de la muestra y se disolvió en 10 ml de agua destilada. Durante 30 minutos se realizó con agitación frecuente, se filtró y se midió con un potenciométrico APHA 4500-HB, según Mupondi *et al.*, (2006).

Una vez que se alcanzó la estabilidad del proceso considerado etapa final del período de digestión del compostaje se tomaron tres mues-

tras de Bio-sol y se procedió a la caracterización física, química y microbiológica. Los parámetros determinados fueron:

pH: Se determinó usando la relación 1:10 compost/agua mediante un Accumet pH/Conductivity meter (Model 20).

Contenido de fósforo: Se determinó de acuerdo a lo descrito en la norma ISO 11263 (1994).

Contenido de potasio y calcio: Se determinó de acuerdo a lo descrito en la norma NTE INEN-ISO 11260 (2014).

Cenizas: Se realizó por el método 942.05/90 de la AOAC (AOAC, 1990), secando previamente las muestras a 110 °C y posteriormente fueron calcinadas a una temperatura de 550 °C, hasta obtener una masa constante. La determinación de carbono, nitrógeno total y su relación se realizó de acuerdo con la norma AOAC (1991). Coliformes Totales mediante incubación a 30-35±1o C por la técnica del número más probable (NMP) INEN 1529-6. Para los coliformes totales se utilizó un medio de cultivo a base de: Caldo verde brillante bilis lactosa (BGBL), según norma de preparación de caldos de cultivo (INÉN 1529-1). Agar eosina azul de metileno (EMB), según norma ver preparación agares

(INEN 1529-1).

Solución de Peptona al 0,1%, según norma de preparación diluyente (INEN 15291).

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple con un nivel de confiabilidad del 95% mediante el empleo del software SPSS para Windows ver. 21.0 entre los tratamientos (con bacterias y sin bacterias) para los

valores máximos de temperatura alcanzados en el proceso de compostaje, los parámetros químico-físicos y el contenido de coliformes.

Resultados y Discusión

En la Figura 1 se representa el comportamiento de la temperatura en función del tiempo durante el proceso de compostaje para ambos tratamien-

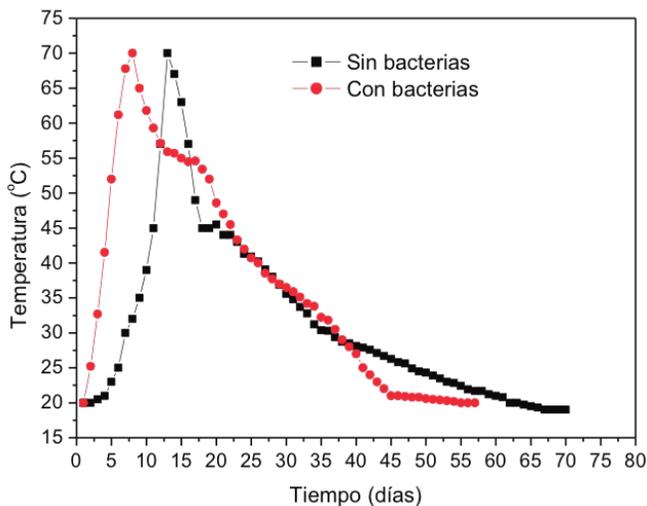


Figura 1. Comportamiento de la temperatura en función del tiempo para los tratamientos con y sin bacterias.

La temperatura es uno de los parámetros más importantes en el proceso de compostaje, ya que influye directamente en la actividad bioquímica de los microorganismos. Se observó que ambos tratamientos alcanzaron una temperatura máxima de 70°C sin diferencias estadísticas,

valores que están en concordancia con los reportados en la literatura para el período termófilo del proceso (Tuomela *et al.*, 2000), aunque para ambos tratamientos se presentó una diferencia de seis días. Para el tratamiento con bacterias el máximo se alcanzó a los siete días mientras que

sin bacterias demoró 15 días. Estos resultados indicaron que las bacterias inoculadas disminuyen el tiempo en la etapa termofílica, lo cual permitió minimizar los tiempos de operación del proceso de compostaje.

La sucesión típica de las diferentes fases estuvo mejor definida para el tratamiento sin bacterias lo cual indicó que la inoculación de bacterias acelera la elevación de la temperatura desde el inicio del proceso de compostaje y los incrementos de la misma de un día a otro fueron superiores. La duración de esta etapa es de vital importancia en el proceso de higienización de la materia orgánica, donde se garantiza la destrucción de los patógenos presentes en la materia orgánica, a tales niveles de temperatura se destruye la mayoría de la flora microbiana, solo queda las bacterias esporuladas y los actinomicetos, luego en ambos casos la producción de calor decrece y los materiales más resistentes son degradados por bacterias mesófilas (Medina *et al.*, 2015). La fase de maduración está asociada al decremento de la temperatura, la cual permaneció constante a partir de los 45 días para el tratamiento con bacterias y se asumió concluido el proceso a los 57 días. En cambio, en el experimento sin bacterias inoculadas se logró una temperatura constante a los 62 días, considerándose concluido

el proceso a los 70 días.

Estos resultados son semejantes a los encontrados por Lu *et al.*, (2004), el cual plantea que a temperaturas mayores que 55 °C ocurre la máxima higienización, entre 45-55 °C la máxima velocidad de biodegradación y entre 35-40 °C la máxima diversidad microbiana. Hang *et al.*, (2015) refieren que temperaturas entre 60-70 °C se consideran óptimas para eliminar la mayoría de los patógenos. El incremento de temperatura es un indicador del desarrollo de un actividad microbiana (Berradre *et al.*, 2009) en un proceso aeróbico y está determinado por el calor de reacción involucrado en las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo (Smidt y Lechner, 2005).

En la Figura 2 se muestra la variación del pH en función del tiempo de compostaje para los tratamientos analizados con bacterias y sin bacterias. El comportamiento para ambos tratamientos fue similar, con disminución de los valores de pH al inicio y un aumento posterior hasta alcanzar valores estables. La estabilización de pH ocurrió 15 días antes para el tratamiento con bacterias.

Al comienzo del proceso de compostaje el pH resultó ligeramente ácido atribuido según criterios de

Cole *et al.*, (2016) al contenido de almidón, monosacáridos y lípidos presentes en la biomasa que son fácilmente degradables por los microorganismos, lo que conlleva a la formación de ácidos orgánicos y consecuentemente a la disminución de pH. En la siguiente etapa los microorganismos empiezan a degradar las proteínas que provocan la formación de amoníaco y un aumento en el pH. Después de que las fuentes de carbono fácilmente

degradables se han consumido los compuestos más resistentes tales como celulosa, hemicelulosa y lignina se degradan y se transforman en humus (Medina *et al.*, 2015) lo que estabiliza el pH. El humus es el producto final del proceso de humificación, en el que los compuestos de origen natural se transforman parcialmente en sustancias húmicas relativamente inertes (Stoffella y Kahn, 2001).

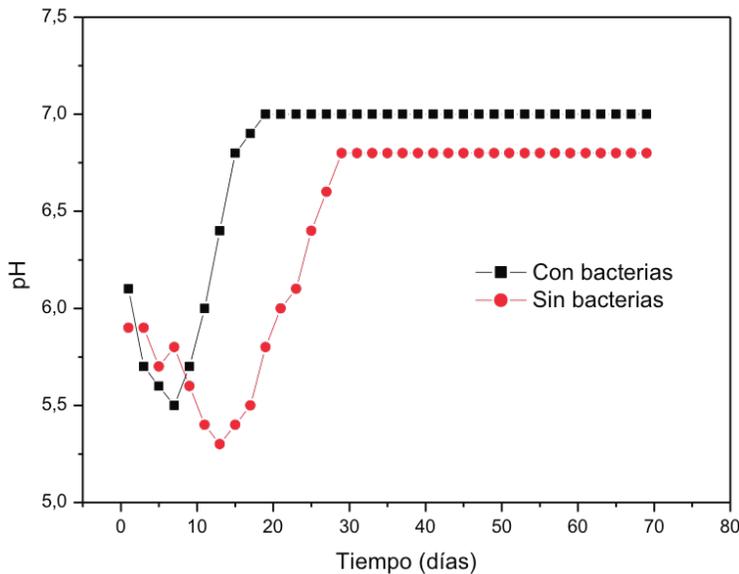


Figura 2. Comportamiento del pH en función del tiempo para los tratamientos con y sin bacterias.

En el cuadro 1 se muestran los parámetros físico-químico y coliformes totales del compost para los dos tratamientos de estudio. Se determinó que no existen diferencias significati-

vas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos con bacterias y sin bacterias para los parámetros físico-químicos. El contenido de coliformes totales fue mayor para el tratamiento con bacterias.

Cuadro 1. Parámetros físico-químicos y coliformes totales del compost para los tratamientos (T1) con bacterias y (T2) sin bacterias

Parámetro	T1	T2
pH	7,0 ^a	6,8 ^a
Cenizas (%)	20,14 ^a	18,28 ^a
N Total (%)	2,64 ^a	1,86 ^a
P (mg/L)	0,6 ^a	0,54 ^a
K (%)	0,32 ^a	0,28 ^a
C (%)	12,8 ^a	12,6 ^a
M.O. (%)	52,67 ^a	50,28 ^a
Relación C/N	4,85 ^b	6,79 ^a
Ca (%)	1,2 ^a	1,2 ^a
Coliformes Totales <1000 NMP/g	51 ^a	40 ^b

El pH en los dos tratamientos (T1 y T2) se encontró en intervalos aceptados para la obtención de abonos orgánicos. Según Wilson *et al.*, (2001) el compost con pH cercano a la neutralidad, se considera como óptimo para su empleo en la agricultura; los resultados del actual estudio quedaron en el rango indicado. El pH es un parámetro químico de vital importancia en la obtención de compost pues cuando se encuentra en valores no apropiados para un cultivo puede afectar su producción, altera el pH del suelo e influye en la absorción de metales pesados tanto por el suelo como por las plantas.

De acuerdo al contenido de cenizas para ambos tratamientos el

compost cumplió con el límite máximo para un abono orgánico. Los contenidos de N y P son aceptables para los dos tratamientos. Estos resultados indican que se trata de un biofertilizante rico en contenidos de N y P. Estos nutrientes poseen una extrema importancia ya que representan el grupo de los macronutrientes, es decir, son esenciales para el desarrollo de las plantas, motivo por el cual son los componentes primordiales de la mayoría de los fertilizantes. El contenido de K para ambos tratamientos fue similar a los reportados por Castillo *et al.*, (2000) para un compost de lombrices elaborados con residuos orgánicos puros y combinados. En relación al contenido de materia orgánica, para ambos tratamientos fue alto

y aceptado para la obtención de abonos orgánicos. El análisis de coliformes total indicó la efectividad del proceso de compostaje. Rodríguez *et al.*, (2003), refiere que uno de los propósitos de los tratamientos de desechos es reducir los patógenos capaces de causar enfermedad humana, y por esto es recomendable realizar análisis de organismos indicadores de contaminación bacteriológica como los coliformes. Cabe resaltar que el grupo coliforme no es el único indicador de contaminación por patógenos. Se pudo apreciar que aunque los compost obtenidos tienen presencia de coliformes su concentración es inferior al máximo permitido para abonos orgánicos, lo cual es un indicador de la efectividad del tratamiento ofrecido (compostaje) a los subproductos derivados del sacrificio y faenado del ganado, una vez que dos de los residuos tratados, el estiércol y el contenido ruminal, dada su naturaleza y procedencia intestinal, tienen una concentración elevada de este tipo de contaminación bacteriológica, la cual probablemente fue reducida mediante el proceso de compostaje.

Uicab y Castro (2003), reportaron valores inferiores del contenido de nitrógeno en un rango de 0,5-0,8% en un abono orgánico con residuos similares a los utilizados en esta investigación a base de estiércol

ovino, equino y vacuno. Zaccheo y Genevini (1993), encontraron un contenido de nitrógeno de 2,52%, valores similares al estudio realizado. Sanabria *et al.*, (2007) reportaron valores similares del contenido de nitrógeno de 2,5% en abonos producidos a partir de residuos de un camal en Puerto Rico.

Para otros tipos de residuos Gigliotti *et al.*, (1997), obtuvieron un contenido de nitrógeno de 1,9% en un abono elaborado con desecho de basura municipal en condiciones anaeróbicas. Lawson y Kelling, (1998), obtuvieron valores de nitrógeno en el abono obtenido, realizado a base de carcasa de aves en condiciones aeróbicas de 2,32%. Estos resultados indican que los valores de contenido de nitrógeno obtenidos en este estudio son adecuados para certificar un abono de buena calidad.

Bohórquez *et al.*, (2014) indicaron que la incorporación en el suelo de composta con valores de C/N próximos al 3% no genera problemas de inmovilización de nitrógeno. Esto indicó que la relación C/N es adecuada para la fertilización con este abono. Sanabria *et al.*, (2007) obtuvieron valores superiores cercanos al 15%, lo cual obedece al material lignocelulósico combinado con residuos del camal que propicia mayor fuente de carbono.

Conclusiones

Los tratamientos utilizados con y sin bacterias en una proporción 50:25:25 de estiércol vacuno seco, contenido ruminal y sangre alcanzaron picos de temperatura de 70 °C durante el proceso de digestión aeróbica bacteriológica, con una sucesión típica mejor definida para el tratamiento sin bacterias y estabilización del pH en ambos tratamientos pero con una diferencia de 15 días.

Los parámetros físico-químicos del compost no presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos, resultando rico en nutrientes, lo cual indicó la factibilidad de uso de los residuos orgánicos con y sin bacterias como marco de referencia para las empresas faenadoras..

Literatura citada

AOAC., (1990). Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Ayala, G. Y Perea, T. (2000). Reciclado de materiales orgánicos de desperdicio a escala industrial. *Revista grupo ecológico*. P, 200-209.

Berradre, M., Mejías, M., Ferrer, J., Chandler, C., Páez, G., Mármol, Z., & Fernández, V. (2009). Fermentación en estado sólido del desecho generado en la industria vinícola. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 26(3).

Bohórquez, A., Puentes, Y. J., y Menjivar, J. C. (2014). Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar. *Corpoica Cienc. Tecnol. Agropecu.* 15(1): 73-81

Castillo, A. E., Quarín, S. H., & Iglesias, M. C. (2000). Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. *Agricultura técnica*, 60(1), 74-79.

Castillo, A. E., Quarín, S. H., y Iglesias, M. C. (2000). Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. *agricultura técnica*, 60(1), 74-79.

Cegarra, J., J. Alburquerque, J. González, G. Tortosa y D. Chaw. (2006). Effects of the forced ventilation on composting of Solid olive- mill by – product («alperujo») managed by mechanical turning. *Waste Manage.* 26, 1377-1383.

- Cole, A. J., Roberts, D. A., Garside, A. L., de Nys, R., y Paul, N. A. (2016). Seaweed compost for agricultural crop production. *Journal of Applied Phycology*, 28(1), 629-642.
- Gigliotti, G., Giusquiani, P. L., Businelli, D., & Macchioni, A. (1997). Composition changes of dissolved organic matter in a soil amended with municipal waste compost. *Soil Science*, 162(12), 919-926.
- Hang, S., Castán, E., Negro, G., Daghero, A., Buffa, E., Ringuelet, A. & Mazzarino, M. J. (2015). Compostaje de estiércol de feedlot con aserrín/viruta: características del proceso y del producto final. *Agriscientia*, 32(1), 55-65.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1990). *Técnicas de Laboratorio INEN, Laboratorio de Microbiología.*, Quito-Ecuador. NORMA 1529. Pp. 1-19.
- ISO 11261.(1994). Determination of Total N in Soil. Modified Kjeldahl Method.
- Lawson, M. J. (1998). Poultry carcase compost for application in the UK. *British poultry science*, 39(S1), 10-11.
- Lu, L., Shen, Y., Chen, X., Qian, L., & Lu, K. (2004). Ultrahigh strength and high electrical conductivity in copper. *Science*, 304(5669), 422-426.
- Medina, J., Monreal, C., Barea, J. M., Arriagada, C., Borie, F., y Cornejo, P. (2015). Crop residue stabilization and application to agricultural and degraded soils: A review. *Waste Management*, 42, 41-54.
- Mupondi, L.T, Mnkeni, P. N. S., y Brutsch, M.O. (2006). The effects of goat Manure, Sewage Sludge And Effective Microorganism on the Composting of Pine Bark. *Compost Science & Utilization*, Vol. 14, No. 3, 201-210.
- Rivero, C., Lobo, D., y Pérez, A. L. (2011). Efectos de la incorporación de residuos orgánicos sobre algunas propiedades físicas de un Alfisol degradado. *Venezuelos*, 6(1 y 2), 29-33.
- Rodríguez, J. A., Torres, P., & Uribe, I. E. (2003). Tratamiento de aguas residuales del proceso de extracción de almidón de yuca en filtro anaerobio: influencia del medio de soporte. *Scientia et Technica*, 3(23), 75-80.
- Sanabria-León, R., Cruz-Arroyo, L. A., Rodríguez, A. A., & Alameda, M. (2007). Chemical and biological characterization of slaughterhouse wastes compost. *Waste management*, 27(12), 1800-1807.
- Smidt, E., & Lechner, P. (2005). Study on the degradation and stabilization of

organic matter in waste by means of thermal analyses. *Thermochimica acta*, 438(1), 22-28.

Stoffella, P. J., & Kahn, B. A. (Eds.). (2001). *Compost utilization in horticultural cropping systems*. CRC press.

Stoffella, P. J., y Kahn, B. A. (2001). *Compost utilization in horticultural cropping systems*. CRC press. ISBN 1-56670-460-X

Tuomela, M., Vikman, M., Hatakka, A., & Itävaara, M. (2000). Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technology*, 72(2), 169-183.

Uicab-Brito, L. A., y Castro, C. S. (2003). Uso del contenido ruminal y algunos residuos de la industria cárnica en la elaboración de composta. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 2, 45-63.

Uribe, L. (2003). Inocuidad de Abonos orgánicos. En: *Memorias Tallerde*

Abonos Orgánicos. Costa Rica: CATIE, GTZ, UCR, CANIAN.

Vallini, G., M. Bianchin, A. Pera y M. De Bertoldi. (1983). *Composting agroindustrial*.

Varnero, M. T., Rojas, C., & Orellana, R. (2007). Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 7(1), 28-37. *Science*39, 510-11.

Wilson, S. B., Stoffella, P. J., & Graetz, D. A. (2001). Evaluation of compost as an amendment to commercial mixes used for container-grown golden shrimp plant production. *HortTechnology*, 11(1), 31-35.

Zaccheo, C. Y P. Genevini. (1993). Nitrogen Transformation in soil treated with 15N labelled or composted ryegrass. *Rev. Plant and Soil*. 42, (2), 193-201.