



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Efecto de la aireación sobre la temperatura del proceso de compostaje de residuos de la caña de azúcar

Effect of aeration on the temperature of the composting process waste sugar cane

GORDILLO MANSSUR, Fabián¹; GUZMÁN PALOMINO, Miguel²

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, fabian.gordillom@ug.edu.ec; ² Departamento de Agronomía, Universidad de Almería, Almería, España, mguzman@ual.es

Eje temático: Manejo de Agroecosistemas y Producción Orgánica

Resumen

Los desechos son una problemática mundial debido a los altos volúmenes que se generan, una alternativa para el manejo controlado es el compostaje. El estudio se orientó en identificar la influencia del método de aireación empleado en la temperatura del proceso de compostaje. Se elaboraron tres combinaciones de cachaza, bagazo, ceniza, dos fuentes de microorganismos y dos formas de aireación. Las pilas se establecieron bajo un diseño de tres factores, y se valoraron dos veces por semana; para el análisis se utilizaron análisis de varianzas, gráficas y tablas de medias, y pruebas de múltiples rangos con un 95% de confianza mediante el método LSD Fisher. El factor que influencia en la temperatura es la aireación por volteos y sus interacciones. Además, las características de los materiales compostados generan influencia en el comportamiento de la temperatura; es así que el Material con alto contenido de bagazo presentó temperaturas adecuadas en el proceso, debido a su capacidad de almacenar calor.

Palabras clave: compost; métodos de aireación; temperatura.

Abstract

Waste is a global problematic due to the high volumes that are generated, an alternative for controlled management is composting. The study was oriented to identify the influence of the aeration method used in the temperature of the composting process. Three combinations of filter cake, bagasse, ash, two sources of microorganisms and two forms of aeration were elaborated. The stacks were established under a three-factor design, and were assessed twice a week; Analysis of variances, graphs and tables of means, and multiple-rank tests with 95% confidence using the LSD Fisher method were used for the analysis. The factor influencing the temperature is aeration by volteos and their interactions. In addition, the characteristics of the composted materials generate influence in the behavior of the temperature; the Material with high content of bagasse had adequate temperatures in the process due to its capacity to store heat.

Keywords: compost; aeration methods; temperature.

Introducción

La adaptación de los sistemas alimentarios al cambio climático es esencial para fomentar la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza y la gestión sostenible y conservación de los recursos naturales.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



El compostaje es un proceso mediante el cual diversos sustratos orgánicos se descomponen y estabilizan debido a la acción de microorganismos, obteniéndose un producto final, orgánicamente estable, libre de patógenos y semillas de malezas que puede ser aplicado de manera eficiente al suelo para mejorar sus propiedades (Haug, 1993). Para el correcto desarrollo del compostaje es necesario asegurar la presencia de oxígeno, ya que los microorganismos que en él intervienen son aerobios (Ekinci, Keener, Elwell, y Michel, 2004). El síntoma más claro de la actividad microbiana es el incremento de la temperatura, definida como una variable fundamental en el control del compostaje (Liang; Das; McClendon, 2003); sin embargo, es difícil determinar una temperatura óptima, pero sí se puede fijar en el intervalo de 50 - 70°C, coincidiendo con la máxima tasa de producción de dióxido de carbono. En cambio, si tomamos como dato el mayor consumo de oxígeno, relacionado con la máxima tasa de descomposición, podemos fijar los 65°C (Moreno; Moral, 2007). Por la evolución de la temperatura se puede juzgar la eficiencia y el grado de estabilización a que ha llegado el proceso, ya que existe una relación directa entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la materia orgánica. Así mismo, existe una relación directa entre la degradación y el tiempo durante el cual la temperatura ha sido alta. Una aireación insuficiente provoca una sustitución de los microorganismos aerobios por anaerobios, con el consiguiente retardo en la descomposición, la aparición de sulfuro de hidrógeno y la producción de malos olores (Bidlemaier, 1996). El exceso de ventilación podría provocar el enfriamiento de la masa y una alta desecación con la consiguiente reducción de la actividad metabólica de los microorganismos (Zhu, 2006). Por lo expuesto, el objetivo principal se orientó en identificar el efecto del método de aireación empleado en la temperatura del proceso de compostaje y la influencia del Material compostado.

Materiales y métodos

Especialidades de la materia prima

Se utilizó bagazo, ceniza y cachaza del Ingenio La Troncal localizado en el Cantón La Troncal y se usaron dos fuentes de microorganismos: uno artesanalmente en la hacienda San Humberto ubicada en el Cantón Taura de la Provincia del Guayas y el otro es un producto comercial Qbio composter.

Se determinó humedad, cenizas y materia orgánica, al inicio del experimento y en función del contenido de estos parámetros (tabla1), se realizaron diferentes combinaciones de los mismos; con la finalidad, de realizar una mezcla homogénea (Mato, Mariño, y Domínguez, 2004).



Tabla 1. Caracterización de los materiales a compostar

Material	Bagazo	Cachaza	Ceniza	Método de análisis
Humedad (%)	46,539	86,751	53,903	Gravimétrico
Ceniza (%)	4,476	2,739	40,139	Calcinación a 550°C
Materia Orgánica (%)	48,985	10,510	5,958	Calcinación a 550°C

Formulación de las unidades experimentales

De acuerdo a la caracterización de los materiales, se procedió a realizar combinaciones entre los materiales, fuente de microorganismos y métodos de aireación (tubos estáticos y volteos mecanizados). Luego, se realizaron las pilas para el compost bajo un diseño de tres factores: aireación, Material y microorganismos. Las medidas de las pilas fueron: ocho metros de largo por 2,5 metros de ancho y 1,5 metros de altura. Para la aplicación de los microorganismos comerciales se tomó la dosis recomendada (4,5 g/tn); la aplicación de los microorganismos locales se aplicó la dosis normalmente usada (1l/kg). Los tubos tuvieron una medida de un metro de largo y fueron colocados en tres lugares de cada pila, los mismos que permanecieron constantes durante el proceso de compostaje; para el método de aireación de volteo, se realizó el volteo dos veces por semana a cada pila antes de tomar la lectura de los parámetros en estudio, de acuerdo a lo recomendado por Sztern y Pravia (1999).

Análisis estadísticos

Las variables medidas fueron evaluadas estadísticamente mediante ANOVA Multifactorial, tablas y gráficos de media, y prueba LSD de Fisher de múltiples rangos al 95% de confianza (STATGRAPHICS CENTURION XVII).

Resultados y Discusión

Para realizar el análisis evidenciando el efecto de la aireación en el proceso de compostaje; primero se analizó el comportamiento de los métodos de aireación, y luego se enfocó el análisis en identificar el factor de influencia.

Se realizó un ANOVA Multifactorial, donde se analizó los efectos de cada factor, referente a la variable temperatura (°C).

Los factores Material y aireación tienen un efecto estadístico significativo durante los días de proceso; lo cual concuerda con Pravia (1999) el cual indica que la riqueza en la generación de un sustrato es la interacción de todos los factores que lo condicio-



nan; además, Moreno y Moral (2007) indican que las características físicas, químicas y microbiológicas de las materias primas influyen directamente en el proceso de degradación, de la misma manera la aireación.

Para observar la diferencia que existe entre los métodos de aireación durante el proceso de compostaje, se realiza una grafica de medias (Figura 1).

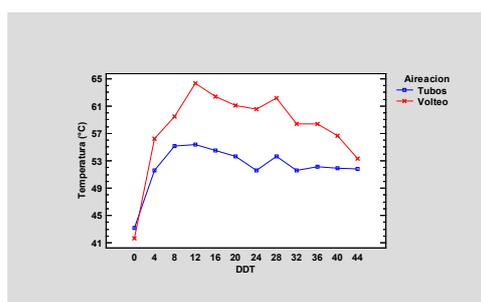


Figura 1a. La Gráfica de Medias de los métodos de aireación (tubos y volteos) entre la variable temperatura (°C) y el tiempo de procesamiento del compostaje (DDT).

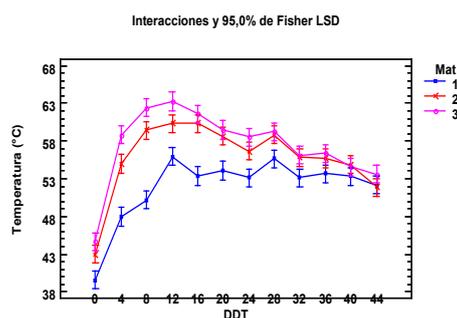


Figura 1b. La Gráfica de Medias de los materiales entre la variable temperatura (°C) y el tiempo de procesamiento del compostaje (DDT).

En la Figura 1a, se observa que existe diferencia entre los métodos de aireación evaluados (tubos y volteos) concordando con Barrena (2006). Además, se alcanzaron mayores temperaturas con el método de volteos (57°C - 59°C), lo cual es necesario mantener durante mínimo 3 días para destruir los agentes patógenos en la mezcla de compostaje (Gao, Liang, Yu, Li, y Yang, 2010); además, Barrena (2006) indica que el mantenimiento de temperaturas elevadas asegura la higienización del material. El método de aireación por volteos presentó mayores temperaturas durante todo el proceso; excepto al inicio. De acuerdo al método de aireación por volteos, a los 12 días del proceso se alcanzó la mayor temperatura 64°C y la menor temperatura 54°C a los 44 días previsto para finalizar el proceso, observándose un descenso a partir del día 28 (Pérez, M., 2008; Saucedo, 2007). Además, se cumplieron todas las fases establecidas en un proceso de compostaje mediante la aireación por volteos estableciendo que se observan tres fases en el proceso de descomposición aeróbica: fase mesófila inicial ($T < 45^{\circ}\text{C}$); fase termófila ($T > 45^{\circ}\text{C}$); y fase mesófila final alcanzando de nuevo la temperatura inicial (Márquez, Díaz Blanco, y Cabrera Capitán, 2005; A. Pérez, Céspedes, y Núñez, 2008; Pravia, 1999).



En la Figura 1b, se observa que existe un comportamiento similar en los materiales durante el proceso; sin embargo, el Material 1 (25% bagazo, 50% cachaza y 25% ceniza) presentó temperaturas menores hasta el día 32 del proceso, culminado el proceso con una temperatura similar a la de los dos materiales. Referente a los materiales 2 (40% bagazo, 30% cachaza y 30% ceniza) y Material 3 (50% bagazo, 25% cachaza y 25% ceniza), presentaron temperaturas iguales desde el día 16; sin embargo, el Material 3 por lo que el bagazo cuenta con una fracción sólida soluble orgánica insoluble en agua, alcanzó mayores temperaturas en el proceso; el cual depende de la aireación debido a que los microorganismos consumen oxígeno durante la degradación del Material y del diámetro de las partículas; ya que, resulta un incremento significativo de la biodisponibilidad y del tiempo de compostaje (Sztern y Pravia, 1999). Luego, se realizó una prueba de múltiples rangos para los valores medios de los materiales (tabla 2).

Tabla 2. Diferenciación de valores medios de los materiales compostados

Material	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	216	51,837	0,247236	X
2	216	55,8611	0,247236	X
3	216	57,3949	0,247236	X

Se identifica la diferencia significativa entre los materiales (tabla 2); de acuerdo a la homogenización, humedad, estructura y tamaño de las partículas que componen dicho material, lo cual está de acuerdo a lo indicado por Sztern y Pravia (1999).

Conclusión

El método de aireación por volteos es un método eficiente para el proceso de compostaje; alcanzando temperaturas adecuadas de 65°C en el proceso; ya que los materiales a compostar generan influencia en el comportamiento de la temperatura, en especial el Material 3 con mayor porcentaje de bagazo.

Agradecimiento

Los autores quieren dar las gracias a todos sus colegas, familiares y estudiantes por su ayuda en la investigación.

Referencias bibliográficas

BARRENA, R. Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso. 2006. 315 f. 2006.



BIDLINGMAIER, W. Odour Emissions from Composting Plants. In: DE BERTOLDI, M. et al. (Org.). . The Science of Composting. Dordrecht: Springer Netherlands, 1996. p. 71–80. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-1569-5_8>.

EKINCI, K. et al. Effects of aeration strategies on the composting process: Part I. Experimental studies. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v. 47, n. 5, p. 1697–1708, 2004. Disponible en: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-11144273883&partnerID=tZOtx3y1>>.

GAO, M. et al. Evaluation of stability and maturity during forced-aeration composting of chicken manure and sawdust at different C/N ratios. Chemosphere, v. 78, n. 5, p. 614–619, 2010. Disponible en: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.10.056>>.

HAUG, R. The practical handbook of compost engineering. [S.l.]: Lewis, 1993. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=MX_jbemODmAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=HAUG+R.,+The+practical+handbook+of+compost+engineering.+Florida.+1993%3B+Lewis+Publishers&ots=Wd1Fhoagm5&sig=P380zhaq1SDhA8G0vacN-gHSTx6w#v=onepage&q=HAUG R.%2C The practical hand>.

LIANG, C.; DAS, K. .; MCCLENDON, R. . The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. Bioresource Technology, v. 86, n. 2, p. 131–137, jan. 2003. Disponible en: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852402001530>>. Acceso en: 4 set. 2016.

MÁRQUEZ, P. B.; DÍAZ BLANCO, M. J.; CABRERA CAPITÁN, F. Factores que afectan al proceso de Compostaje. p. 16, 2005. Disponible en: <<http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores que afectan al proceso de compostaje.pdf>>.

MATO, S.; MARIÑO, F.; DOMÍNGUEZ, J. La estrategia del proceso de compostaje como elemento fundamental para la obtención de un compost de calidad. I Conferencia Internacional ECO-BIOLOGÍA del SU ELO y el COMPOST, n. Figura 1, p. 205–206, 2004.

MORENO, J.; MORAL, R. Compostaje. ESPAÑA: [s.n.], 2007. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=IWYJAQAAQBAJ&pg=PA377&lpg=PA377&dq=Compostaje+-+MORENO+J.,+y+MORAL+R&source=bl&ots=yiplkrly9o&sig=WCDz_2tFz01r-5W7gv8GY1a-X7s&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj2m5_pi_LKAhVKbhQKHej8AYs-Q6AEIRzAJ#v=onepage&q=Compostaje - MORENO J., y M>.

PÉREZ, A.; CÉSPEDES, C.; NÚÑEZ, P. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal, v. 8, n. 4, p. 10–29, 2008.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



PÉREZ, M. Estudio y desarrollo de técnicas respirométricas para el control de la estabilidad del compost. 2008. 372 f. UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, 2008.

PRAVIA, Miguel. Guia de compost. Gtz - Municipalidad de Córdoba (Argentina), 1999. , p. 1–43.

SAUCEDO, G. Degradación y Estabilización acelerada de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por tratamientos Aerobios y Anaerobios. . México: [s.n.], 2007.

SZTERN, D.; PRAVIA, M. A. Manual para la elaboracion de compost bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud, 1999.

ZHU, N. Composting of high moisture content swine manure with corncob in a pilot-scale aerated static bin system. Bioresource Technology, v. 97, n. 15, p. 1870–1875, 2006.