

USO DE ESTIÉRCOL BOVINO EN LA ELABORACIÓN Y MADURACIÓN DE UN BOCASHI

Lilia Mexicano Santoyo

División de Posgrado e Investigación,
Instituto Tecnológico de Roque, Km.8
Celaya, Mexico

Tarsicio Medina Saavedra

Departamento de Ingeniería Agroindustrial,
Universidad de Guanajuato
Salvatierra, Mexico

Gabriela Arroyo Figueroa

Departamento de Ingeniería Agroindustrial,
Universidad de Guanajuato
Salvatierra, Mexico

Adriana Mexicano Santoyo

Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria
Tamaulipas, México

Patricia Rafael Martínez

Departamento de Ingeniería Agroindustrial,
Universidad de Guanajuato
Salvatierra, Mexico

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Resumen: El estiércol bovino tratado adecuadamente representa un recurso de gran valor para el mejoramiento ecosistemas productivos. En el presente trabajo se evaluó el proceso de elaboración de un abono tipo bacashi, midiendo los parámetros que indican su estado de maduración. Los insumos utilizados para la elaboración del bocashi fueron, salvado, rastrojo molido, biochar, estiércol, melaza, cal y agua, que fueron mezclados homogéneamente, al final la mezcla contenía un porcentaje de humedad el 40-50% determinada con la prueba del puño. Durante 15 días se midieron los parámetros de temperatura, pH y conductividad eléctrica, la determinación de MO y C mediante pérdida de peso por ignición y nitrógeno por el método de Kjeldalh. Los resultados fueron graficados para su análisis. Durante el proceso pH se mantuvo relativamente constante, terminando en 7.37 ± 0.12 , la temperatura incremento durante los primeros dos días, posteriormente se mantuvo en un rango de $40-50^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de ocho días y a partir del día 11 la temperatura disminuyó hasta $32.47^{\circ}\text{C} \pm 1.76$. En cuanto a la conductividad eléctrica se observó una disminución constante hasta un valor de $0.30 \text{ dS/m} \pm 0.06$ en el día 15. El pH, la temperatura y la CE son indicativos de la descomposición de la materia orgánica en la elaboración de un abono tipo bosashi. Al final del proceso, el bocashi obtenido contenía 33.6 5 de materia orgánica, 1.39% de nitrógeno y una C/N de 14. En este trabajo se concluye que es necesario considerar la fuente de nitrógeno de la mezcla inicial y llevar un control sobre el pH, la temperatura y la CE para poder obtener un abono maduro que puede ser aplicado al suelo, garantizar el aporte de nutrientes y mejorar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

Palabras clave: pH, temperatura, conductividad eléctrica, abono.

INTRODUCCIÓN

El bocashi es un abono orgánico que se utiliza como un mejorador del suelo debido a sus características como su contenido de nutrientes, alto contenido de materia orgánica, lo que contribuye a una mejor capacidad de retención de agua, además de mejorar las propiedades físicas del mismo como textura, densidad aparente y porosidad (Ramos y Terry, 2014). Durante la elaboración de este abono es necesario llevar un control de las variables de pH, temperatura y conductividad eléctrica, ya que estas variables nos permiten identificar si el abono que se obtiene es adecuado para apoyar el crecimiento de los cultivos.

Couto *et al.* (2021) menciona que el valor de pH es un indicador del grado de degradación durante el compostaje. Por otra parte, Mendivil-Lugo *et al.* (2020) comentan que, durante el compostaje, el pH debe oscilar en un rango de 7.8 – 8.8, lo que indica una buena degradación de la materia orgánica. En cuanto a la temperatura, se ha reportado que esta contribuye a la eliminación de microorganismos patógenos que pudiesen estar presentes en la mezcla inicial (Sundberg *et al.*, 2004). Sin embargo, Miyatake y Iwabushi (2005) mencionan que temperaturas elevadas, pueden afectar negativamente la descomposición de la materia orgánica obteniendo al final un abono de mala calidad. La Conductividad eléctrica (CE) es una variable que nos indica la cantidad de sales disueltas en la mezcla. Además de que los valores de esta variable cambian conforme se va degradando la materia orgánica de la mezcla (Sánchez – Monedero, *et al.*, 2001). Al final del proceso, estas variables nos indican si el bocashi es un abono maduro, es decir, si es adecuado para ser aplicado al suelo y aportar nutrientes a los cultivos.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar las variables de pH, temperatura y conductividad eléctrica durante la elaboración de un abono tipo bocashi.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la Universidad de Guanajuato, sede Mayorazgo en el municipio de Salvatierra, Guanajuato, México (). El abono tipo bocashi se elaboró según la metodología propuesta por Restrepo y Agredo (2020) con algunas modificaciones, donde se utilizaron los siguientes insumos: salvado, biochar, melaza, estiercol, rastrojo molido. Los insumos fueron mezclados hasta obtener una mezcla homogénea. Finalmente, se adicionó agua hasta alcanzar una humedad aproximadamente del 40 – 50% realizando la prueba del puño. Cada 24 h se removió con la finalidad de evitar el sobrecalentamiento de la mezcla y contribuir a su aireación. Durante un periodo de 15 días fueron medidos los parámetros de pH, temperatura y conductividad eléctrica (CE) en tres puntos (centro y los extremos) de la mezcla. El pH se determinó con un medidor de pH del suelo modelo PH05, la temperatura mediante un termómetro y la conductividad eléctrica con un medidor de conductividad eléctrica para suelo HANNA modelo HI98331. La Materia orgánica (MO) y C se determinaron mediante la pérdida de peso por ignición, según el protocolo de Navarro *et al.* en 1993, El nitrógeno por el método de Kjeldahl y .Finalmente, se obtuvo el promedio \pm la desviación estándar por día y los datos fueron graficados mediante la herramienta de Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la elaboración de abono orgánico se tomaron mediciones de las variables de pH, temperatura y conductividad eléctrica (CE) en un periodo de 15 días. Los resultados se muestran en las figuras 1.

En la figura 1 se muestra el comportamiento del pH durante la elaboración del bocashi. Se puede observar que el valor de pH se mantiene en un intervalo de pH de 7-8 en los días del 1 al 8. Durante los días 9 y 10 se observó un ligero incremento llegando a un valor máximo de 8.73 ± 0.64 . Posteriormente, a partir del día 11 nuevamente bajó y permaneció entre los valores de pH de 7-8.

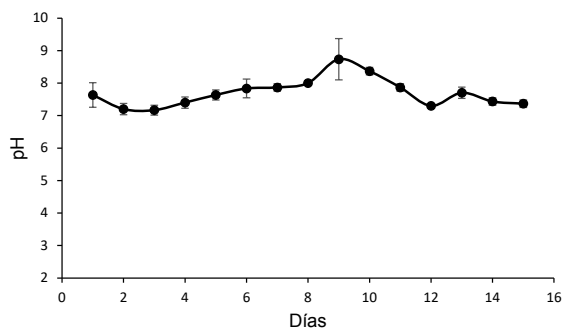


Figura 1. Comportamiento del pH en la elaboración de bocashi durante un periodo de 15 días.

Sundberg *et al.* (2004) mencionan que, durante el inicio del compostaje, el valor de pH puede ser bajo debido a la formación de ácido acético y ácido láctico durante la descomposición de la materia orgánica. Sin embargo, la concentración de estos compuestos puede incrementarse si no se realiza una buena aireación de la mezcla (Rasapoor *et al.*, 2009). En el presente trabajo los valores de pH oscilaron en un rango de 7 a 9, lo que sugiere que se realizó una aireación adecuada durante la elaboración de bocashi, lo que contribuye a la formación de amonio y nitrato, que son importantes fuentes de nitrógeno para las plantas.

Sarmiento *et al.* (2019) reportan que el pH incrementa a valores alcalinos (pH=9) y posteriormente disminuye con el paso de los días de elaboración. Además, Beck-Friis *et al.* (2001) reporta que el cambio de condiciones mesófilas a termófilas coincide con un cambio de pH a condiciones alcalinas. En el presente estudio se observó este

fenómeno de alcalinización, lo que sugiere que esta etapa ocurrió durante los días del 2 al 10. Mendivil-Lugo *et al.* (2020) mencionan que el pH debe oscilar en un rango de 7.8 – 8.8. Un comportamiento similar se observó en el presente estudio, ya que como muestra la Figura 5.5a, los resultados obtenidos se encuentran dentro de ese rango. Por otra parte, Smars *et al.* (2002) mencionan que el rango de pH óptimo para que ocurra la degradación de la materia orgánica es de pH 6-9 y Sundberg *et al.*, 2004 menciona que cuando se realiza un compostaje exitoso y completamente desarrollado, el pH oscila en valores de 8 a 9. En el presente trabajo el pH de la mezcla se mantuvo en este rango de pH durante la elaboración del bocashi, indicando que se realizó de una manera adecuada. El pH final del bocashi fue de 7.37 ± 0.12 , valor similar al obtenido por Sarmiento *et al.* (2019) al elaborar bocashi con estiércol de bovino con la adición de diferentes concentraciones de microorganismos eficientes cuyos valores de pH se encontraron en un rango de 7.45 – 7.64. Quiroz y Flores (2018) al elaborar bocashi con diferentes fuentes de nitrógeno (gallinaza y estiércol de cerdo) obtuvieron valores de pH 6.4 con gallinaza y 6.8 con estiércol de cerdo. De acuerdo al valor final de pH obtenido en el presente trabajo, se sugiere que se realizó un buen proceso durante la elaboración del bocashi y que la utilización de estiércol de bovino como fuente de nitrógeno es una buena opción para obtener un bocashi con buenas propiedades químicas.

Por otra parte, en la Figura 2 se muestra el comportamiento de la temperatura durante el periodo de elaboración del bocashi donde se observa un incremento de temperatura de 30.67 ± 1.42 a 49.33 ± 1.15 durante los días 1 y 2, respectivamente. A partir del segundo día la temperatura se mantuvo en un rango de 40 – 50°C. A partir del día 11, la temperatura

disminuyó hasta una temperatura de 32.47 ± 1.76 en el día 15.

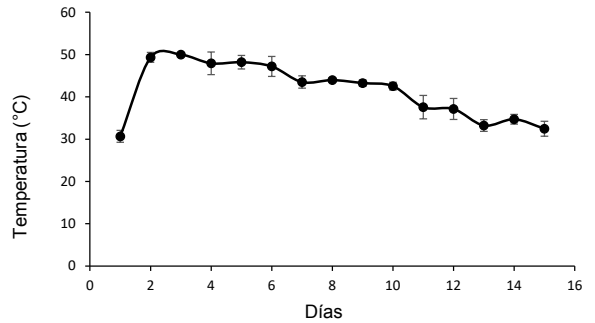


Figura 2. Comportamiento de la temperatura en la elaboración de bocashi durante un periodo de 15 días.

Mendivil-Lugo *et al.* (2020) reportan un incremento hasta una temperatura de 68°C durante los primeros cinco días en la elaboración del bocashi. Medina-Saavedra *et al.* (2016) reportaron un incremento de 54.6, 60.2 y 57.8 °C durante los días 2, 3 y 4 respectivamente. Sundberg *et al.* (2004) mencionan que la fase mesófila del compostaje se da a temperaturas de hasta 40°C y que durante esta etapa sucede la degradación de la materia orgánica. La fase termófila durante el compostaje sucede a temperaturas de 45 – 70°C, sugiriendo que durante la elaboración del bocashi, la mezcla comenzó la fase termofílica a partir del segundo día. Miyatake y Iwabushi (2005) reportan que el incremento de la temperatura durante la fase termofílica se debe a la actividad metabólica microbiana. Durante esta fase termofílica los microorganismos patógenos son eliminados y a temperaturas por encima de 70°C, la descomposición de la materia orgánica se ve disminuida (Miyatake y Iwabushi, 2005). En el presente trabajo, la temperatura se mantuvo por debajo de los 70°C y de acuerdo con lo recomendado por Restrepo (1994), que la temperatura del bocashi no debe rebasar una temperatura de 50°C. Por lo tanto, se sugiere que hubo

una buena descomposición de la materia orgánica presente en la mezcla inicial. A partir del día 11 se observó una disminución en la temperatura, lo que es un indicativo de la maduración de la composta.

En la Figura 3 se muestra el comportamiento de la conductividad eléctrica (CE) durante la elaboración del bocashi. En la Figura se observa que un día después de mezclar los insumos, el valor de CE fue de 3.84 ± 0.17 dS/m y a partir del día 2 fue disminuyendo hasta obtener una CE de 0.30 ± 0.06 dS/m en el día 15.

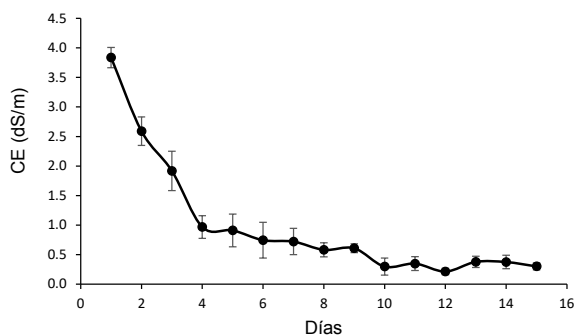


Figura 3. Comportamiento de la conductividad eléctrica en la elaboración de bocashi durante un periodo de 15 días.

Se ha reportado que, durante la elaboración de abonos orgánicos como el compostaje, los valores de CE son altos al inicio debido a la descomposición de la materia orgánica y

posteriormente hay una reducción asociada a la liberación de compuestos orgánicos volátiles, precipitación de sales, entre otros (Gondek *et al.*, 2020; Rasopoor *et al.*, 2009). Durante el día 15, el valor de CE fue de 0.30 ± 0.06 dS/m, este valor concuerda con valores reportados por Sarmiento *et al.* (2019) donde los autores obtuvieron valores en un rango de 0.34 - 0.87 dS/m en bocashi mezclado con microorganismos eficientes. Boudet *et al.* (2015) reportaron un valor de CE de 4.92 dS/m en un abono tipo bocashi, valor por encima al encontrado en la presente investigación. En este sentido, se ha reportado que la CE puede variar dependiendo los materiales utilizados (Gondek *et al.*, 2020). En este sentido, en un experimento realizado por Quiroz y Flores (2018) se observó que la conductividad puede variar dependiendo la fuente de nitrógeno incorporada a la mezcla inicial, ellos reportan una CE de 4.2 dS/m al incorporar gallinaza y 5.5 dS/m al incorporar estiércol de cerdo.

Finalmente, la fuente inicial de nitrógeno puede influir en el contenido final de nitrógeno, en el porcentaje de materia orgánica y en la relación C/N presente en el bocashi. Además, los parámetros de pH, CE y temperatura también se ven influenciados por los insumos utilizados en la elaboración del abono, como se muestra en la Tabla 1.

Autor	Tipo de estiércol	N (%)	MO (%)	C/N	pH	CE (dS/m)	T _{max} (°C)	T _{final} (°C)
Mendeliv-Lugo <i>et al.</i> (2020)	bovino	1.50	18.60	nd	9.39	8.96	65	30
Faozi <i>et al.</i> (2018)	bovino	1.16	31.53	15.72	9.35	1.41	55.06	30
Ramos y Terry (2014)	cerdo	1.25	20.38	11.25	8.6	nd	50	30
Quiroz y Flores (2018)	cerdo	1.49	77	29	6.4	4.2	56.8	36
Quiroz y Flores (2018)	gallinaza	1.79	72	22	6.8	5.5	63.6	41.3
Fuente propia	bovino	1.39	33.6	14	7.37	0.30	50	32.4

Tabla 1.

Como se observa en la Tabla 1, Mendeliv-Lugo *et al.* (2020) reportaron 1.50 % de N y 25.34 % de materia orgánica al utilizar estiércol de bovino en la elaboración de bocashi. Ramos y Terry (2014) encontraron 1.25% de N, 20.38% de materia orgánica y una relación C/N de 12.02 al utilizar estiércol de cerdo. Por otra parte, Quiroz y Flores (2018) reportan 1.79% de N y una relación CN de 22, cuando se utiliza estiércol de cerdo y 1,49% de N, además de una relación C/N de 29 al utilizar gallinaza. En el presente trabajo se obtuvo un porcentaje de nitrógeno de 1.39 y una relación de C/N de 14% al final del proceso. En cuanto a la relación C/N se ha informado que un valor por debajo de 20 es un indicativo de un abono de calidad (Ramos y Terry, 2014). Por su parte Gamarra *et al.* (2017) comentan que valores de C/N de 10 y

14 son indicativos de una ruptura de tejidos y mineralización rápida, lo que sugiere que el proceso de elaboración del bocashi se llevó de una manera adecuada.

CONCLUSIONES

El pH, la temperatura y la CE son indicativos de la descomposición de la materia orgánica en la elaboración de un abono tipo bosashi, por otra parte, la fuente inicial de nitrógeno utilizada puede influir sobre estos parámetros, por lo cual es necesario considerar la fuente de nitrógeno a utilizar, además de llevar un control sobre estos parámetros para obtener un abono maduro que puede ser aplicado al suelo, garantizar el aporte de nutrientes y mejorar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo.

REFERENCIAS

- Beck-Friis, B., Smars, S., Jónsson, H., Kirchmann, H., 2001. Gaseous emissions of carbon dioxide, ammonia and nitrous oxide from organic household waste in a compost reactor under different temperature regimes. *Journal of Agricultural Engineering Research* 78 (4), 423–430.
- Couto N., A., da Costa, P., Aparecida S., C., Rodrigues P., F., Gomes M., M. P. (2021). *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)*. 20 (1), 133-139. 7p.
- Gondek, M., Weindorf, D. C., Thiel, C., & Kleinheinz, G. (2020). Soluble Salts in Compost and Their Effects on Soil and Plants: A Review. *Compost Science & Utilization*, 28(2), 59–75. doi:10.1080/1065657x.2020.1772906.
- Gamarra, C., Díaz, M., Vera, M., Galeano, M., Cabrera, A. (2017). Relación carbono-nitrógeno en suelos de sistemas silvopastoriles del chaco paraguayo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9 (46), 4-26.
- Gondal, A. H., Hussain, I., Ijaz, A. B., Zafar, A., Ch, B. I., Zafar, H., ... & Usama, M. (2021). Influence of soil pH and microbes on mineral solubility and plant nutrition: A review. *International Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(1), 71-81.
- Medina, T., Arroyo, G., Martínez I., Vargas L. (2016). Bocashi organic fertilizer in mezquite seed germination (*Prosopis glandulosa*). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(2), 20-30.
- Mendivil-Lugo, C., Nava-Pérez, E., Armenta-Bojórquez, A., Ruelas-Ayala D., Félix-Herrán, A. (2019). Elaboration of an organic fertilizer type bocashi and its evaluation on germination and growth of radish. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 22 (1), 17-23.
- Miyatake, F., & Iwabuchi, K. (2005). Effect of high compost temperature on enzymatic activity and species diversity of culturable bacteria in cattle manure compost. *Bioresource Technology*, 96(16), 1821–1825. doi:10.1016/j.biortech.2005.01.00.
- Ramos Agüero, D. y Terry Alfonso, E. (2014). Generalities of the organic manures: Bocashi's importance like nutritional alternative for soil and plants. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59. ISSN digital: 1819-4087.
- Rasapoor, M., Nasrabadi, T., Kamali, M., & Hoveidi, H. (2009). The effects of aeration rate on generated compost quality, using aerated static pile method. *Waste Management*, 29(2), 570–573. doi:10.1016/j.wasman.2008.04.012.

Restrepo, J. (1994). *Abonos fermentados experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil*. San José, Costa Rica: OIT.

Sánchez-Monedero, M. A., Roig, A., Paredes, C., & Bernal, M. P. (2001). Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Bioresource Technology*, 78(3), 301–308. doi:10.1016/s0960-8524(01)00031-1.

Smårs, S. (2002). Improvement of the composting time for household waste during an initial low pH phase by mesophilic temperature control. *Bioresource Technology*, 84(3), 237–241. doi:10.1016/s0960-8524(02)00056-1.

Sarmiento Sarmiento, G., Amézquita Álvarez, M., Mena Chacón, L. (2019). Use of bocashi and effective microorganisms as an ecological alternative in strawberry crops in arid zones. *Scientia Agropecuaria* 10(1), 55-61. doi: 10.17268/sci.agropecu.2019.01.06.

Sundberg, C. (2004). Low pH as an inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting. *Bioresource Technology*, 95(2), 145–150. doi:10.1016/j.biortech.2004.01.01.

Quiroz, M., & Flores, F. (2018). Nitrogen availability, maturity and stability of bokashi-type fertilizers elaborated with different feedstocks of animal origin. *Archives of Agronomy and Soil Science*. doi:10.1080/03650340.2018.1524138