



EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD DURANTE EL COMPOSTAJE DE CAMA PROFUNDA PORCINA

Pegoraro, V¹; Bonetto, M³; Moyano, S³; Aimetta, B¹; Baigorria, T¹; Boccolini, M;
Cazorla, C¹; Rizzo, P².

¹INTA, EEA Marcos Juárez, Grupo Gestión Ambiental. ²IMYZA, INTA Castelar.

³Pasantes profesionales.

[*pegoraro.vanesa@inta.gob.ar](mailto:pegoraro.vanesa@inta.gob.ar)

INTRODUCCIÓN

El sistema de cama profunda consiste en la producción de cerdos en instalaciones donde el piso de concreto se sustituye por una cama de rollo de paja de trigo, rastrojo de maíz, cascara de maní, cáscara de arroz, viruta de madera, entre otros (Cruz *et al.*, 2009). Este sistema permite reducir la cantidad de líquidos residuales emitidos al ambiente, provenientes del lavado de ~~los corrales~~ de las instalaciones en la crianza convencional. Los materiales utilizados como cama sufren un proceso de descomposición *in situ* debido a la permanente incorporación de las excretas de los cerdos (Campiño & Ocampo, 2007), generando una fuente de materia orgánica que puede ser usada posteriormente (Uicab-Brito, 2004). Sin embargo, este material contiene microorganismos activos y requiere un proceso de compostaje fuera de las instalaciones para acelerar el proceso y lograr su estabilización.

El compostaje es un proceso biológico aeróbico que utiliza microorganismos para transformar material orgánico biodegradable en humus. Este proceso destruye patógenos, convierte el N en formas orgánicas más estables, reduce el volumen de residuos (Stentiford, 1987; Wei, 2000) y satisface **total o parcialmente** las necesidades de fertilización en la agricultura según la estación (Zhu, 2007). Los

factores que se deben tener en cuenta en su elaboración son la temperatura, aireación, humedad y nutrientes. La relación C/N es uno de los factores más importantes, afectando el proceso de compostaje y la calidad del mismo. Se considera que una relación de 25-30 es la óptima para compostar (Fong et al., 1999).

El objetivo de esta experiencia fue evaluar el proceso de compostaje, por el método de volteo con aireación, a través de variables químicas y biológicas, de un residuo proveniente del sistema de cama profunda porcina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevo a cabo en la Estación experimental INTA Marcos Juárez durante el año 2014, con los residuos provenientes de la Unidad Demostrativa de sistema de cama profunda porcina (Figura 1). El residuo de estos sistemas, provino de tres túneles, los cuales contaban con camas de heno de gramíneas, los cuales fueron sometidos a dos ciclos de crianza.

Se realizó una ~~pila~~ estiba de 1,5 m x 2 m x 40 m de alto, ancho y largo, respectivamente, para evaluar el proceso de compostaje dinámico, luego de 2 meses del vaciado de los túneles. El proceso tuvo una duración de 130 días obtenido por el método de volteo y aireación, por medio de una máquina volteadora INTA-Metalmecánica “El Pato” (Figura 2). Durante el primer mes se realizaron de 2 a 3 volteos semanales, y luego se procedió a un volteo semanal. La volteadora de compost, a su vez poseía un tanque con agua para mantener el contenido de humedad entre el 50-60%. La temperatura se registró periódicamente por medio de termómetros digitales portátiles en el centro de la pila, siendo la máxima temperatura registrada de 50°C aproximadamente.

Se realizaron muestreos al día 0 (dos meses luego de vaciado los tunes al momento del armado de la pila), 31, 46, 101 y 133. Se tomaron submuestras de 5 sitios de la pila al azar conformando una muestra compuesta, la cual se refrigeró a 4°C hasta el análisis de las variables. Se determinaron variables químicas y biológicas: materia orgánica (MO) por medio de una calcinación a 550 °C, pH y CE (1:5), nitrógeno (N) total por Kjeldahl, fósforo total (P) y relación carbono/nitrógeno

(C/N) según las propuestas por el “*Test Methods for the Examination of Composting and Compost*” (2002). Estas variables fueron analizadas en base seca. Además se determinó respiración microbiana (RM) utilizado como un índice de madurez, el cual mide liberación de CO₂.



Figura 1. Unidad demostrativa de sistema de cama profunda porcina EEA INTA Marcos Juárez.



Figura 2. Maquina volteadora de compost INTA-Metalmecánica “El Pato”

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el proceso de compostaje se observó la disminución de pH, N-NH₄⁺, C y relación C:N, mientras que el N, P y CE no presentaron grandes variaciones (Tabla 1). Según Bernal *et al.* (1997) menos de 0,4 mg/g de N-NH₄⁺ indica

estabilidad y madurez en el compost. El término de estabilidad está fuertemente relacionado con la tasa de actividad microbiana en el compost, y puede ser evaluada mediante el análisis de la relación C:N, y/o técnicas respirométricas. El compost, durante todo su proceso, presentó una baja relación C:N (13 y 11%, respectivamente), que pudo deberse al elevado contenido de estiércol porcino (Tabla 1). Por lo tanto, la estabilidad debe ser analizada a través de varias metodologías, ya que puede ser afectada por el material de origen del compost.

Tabla 1. Parámetros químicos durante el proceso de compostaje de cama profunda porcina.

Día	CE (dS/m)	pH	P (%)	N-NH ₄ ⁺	N (%)	C (%)	C/N
0	6,15	7,5	1,45	0,720	1,80	20,5	11,4
31	5,58	6,9	1,43	0,230	1,37	14,6	10,6
46	5,61	6,7	1,27	0,250	1,27	15	11,9
101	6,22	6,5	1,43	0,110	1,21	15	12,5
133	6,02	6,6	1,49	0,078	1,30	14,6	11,3

La RM ha demostrado ser buen indicador, al medir el grado de descomposición de la materia orgánica fácilmente biodegradable durante el proceso de compostaje (Adani et al., 2004), y está inversamente relacionada con la estabilidad. En esta experiencia se pudo observar que el compost inmaduro (día 0 y 31) tuvo una alta producción de CO₂ por el intenso desarrollo de los microorganismos, consecuencia de elevados compuestos fácilmente biodegradables en la materia prima (grafico de barras). Luego, al lograr la etapa termófila (temperatura en gráfico de línea), la RM disminuyó notablemente durante el proceso, logrando valores de <120 mg CO₂/kg/h (línea azul) al día 46 (Figura 3), sugiriendo la estabilización del compost (Hue & Liu, 1995).

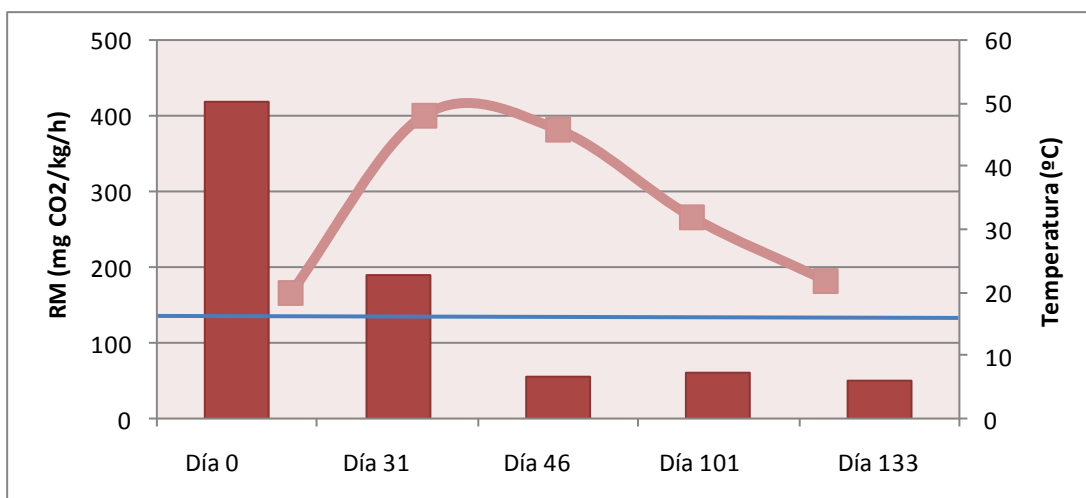


Figura 3. Dinámica de la Respiración Microbiana (mg CO₂/kg/h) y temperatura (°C) durante el proceso de compostaje.

Los contenidos de MO, la relación C/N, los niveles de N y P que se observan en el compost final son comparables a lo establecido por la USEPA (1993) y Real decreto 824 (2005) para los diferentes biosólidos utilizados en la agricultura. Un valor a tener en cuenta, son los elevados valores de CE, con lo cual se deberá ajustar dosis y frecuencia de aplicación para evitar problemas sobre los cultivos.

Tabla 2. Comparación de parámetros físico-químicos del compost de cama profunda.

Indicador	Compost	USEPA (1993) Biosólido clase A	Real Decreto 824 (2005)
MS (%)	68,9	-	-
MO (%)	26,3	17.1-63.5	-
N (%)	1,30	0.67-2.44	≥1
N-NH ₄ ⁺ (mg/g)	0,078	-	-
P (%)	1,34	0.40-4.12	≥1
C/N	11	8-40	≤15
pH	6,4	-	-
CE (dS/m)	6,1	-	-

RM (mg CO ₂ kg ⁻¹ hs ⁻¹)	51,03	-	-
--	-------	---	---

CONCLUSIÓN

El proceso de compostaje logró disminuir la concentración de N de amonio y respiración microbiana, indicando una estabilización del residuo de cama profunda porcina. El compost producido puede ser una fuente potencial de nutrientes para ser aplicada en la agricultura como fertilizante orgánico. Sin embargo, es necesario evaluar en futuras experiencias la madurez del compost, en relación a la descomposición de sustancias tóxicas, ausencia de patógenos y semillas de malezas viables.

AGRADECIMIENTOS

Esta experiencia fue financiada por el Proyecto Especifico Tecnologías y Estrategias de Gestión de Residuos y Efluentes en Sistemas Agropecuarios. Agradecemos al personal del Área de Suelos y al Grupo de Producción Porcina de INTA Marcos Juárez por su colaboración en la realización de las tareas.

BIBLIOGRAFÍA

- Adani, F; R Gonfalonieri & F Tambone. 2004. Dynamic respiration index as a descriptor of the biological stability of organic wastes. J. Environ. Qual. 33: 1866–1876.
- Bernal, M; C Paredes; M Sanchez-Monedero & J Cegarra. 1998. Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. Bioresource Technology, 63(1), 91-99.
- Campiño, G & A Ocampo. 2007. Comportamiento de la temperatura de la cama profunda de cerdos de engorde utilizando racimos vacíos de palma de aceite *Elaeis Guineensis* Jacq. Orinoquia Universidad de los Llanos. Villavicencio Colombia. 001: 65-74.
- Cruz, E; R Almaguel; C Mederos; C González & J Ly. 2009. Rasgos de comportamiento de cerdos de engorde alojados en cama profunda de

- bagazo y alimentados con dietas basadas en mieles enriquecidas de caña de azúcar. *Materia*, 1 (1.52), 0-10.
- Fong, M; J Wong & M Wong. 1999. Review on evaluation of compost maturity and stability of solid waste. *Shanghai Environ. Sci.* 18 (2): 91–93.
- Hue, N & J Liu. (1995). Predicting compost stability. *Compost Sci. Utilization*, 3:8-15.
- Real Decreto 824/2005 de 8 de Julio de 2005 sobre productos fertilizantes. B.O.E. nº 171 de 19 de julio de 2005, Sección 1: 25592-25669.
- Stentiford, E. 1987. Recent developments in composting. In: de Bertoldi, M., Ferranti, M., L'Hermite, P., Zuicconi, F. (Eds.), *Compost, Production, Quality and Use*. Elsevier, London, pp. 52–60.
- TMECC Method 02.02-A. 2002. Sample mixing and splitting. In: The United States Composting Council. *Test Methods for the Examination of Composting and Compost*, N.Y., USA.
- Uicab-Brito, L. 2004 Producción de composta a partir de la cama utilizada en la engorda de cerdos.[Tesis en opción del título de Máster en Ciencias]. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Postgrado e Investigación, Mérida, Yucatán, México, pp 77.
- USEPA. 1993. United States Environmental Protection Agency. Standards for the Use or Disposal of Sewage Sludge. 40 Code of Federal Regulations. Part 503 Biosolids Rule, vol.58: 9248-9415, Office of Science and Technology, Washington, D.C. EUA.
- Wei, Y. 2000. Efficient and economical composting of sewage sludge for small and mid-scale municipal wastewater treatment plants. Ph.D. Thesis. Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences.
- Zhu, N. 2007. Effect of initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw. *Bioresource Technology* 98: 9-13.