

Experiencias en compostaje comunitario y sus emisiones gaseosas

Daniel González Alé

Grupo de investigación en compostaje GICOM. Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra, Barcelona.

daniel.gonzalez.ale@uab.cat

El compostaje es una tecnología ampliamente extendida que permite la estabilización biológica de muchos tipos de residuos orgánicos y la obtención posterior de una enmienda orgánica con valiosas propiedades fertilizantes para la agricultura. En paralelo a las plantas de compostaje a gran escala, los sistemas de compostaje descentralizados, que incluyen el compostaje doméstico y comunitario, han ganado interés en los últimos años como estrategia alternativa para gestionar los biorresiduos generados localmente y evitar la necesidad de su recogida y transporte hacia los sistemas de compostaje centralizados tradicionales.

A nivel estatal, existen multitud de iniciativas con el objetivo de promover e impulsar el compostaje comunitario, ya sea como alternativa a la propia de gestión de los biorresiduos en poblaciones y núcleos urbanos, por ejemplo, o como una herramienta didáctica y de concienciación ambiental cuando estas iniciativas se llevan a cabo en centros escolares o en campus universitarios. Sin embargo, existen diferentes retos que son necesarios abordar con tal de impulsar la implementación de estos sistemas descentralizados, entre los cuales está estudiar de forma sistemática y así entender el impacto ambiental que presentan estos sistemas de compostaje descentralizado (González et al., 2024).

Es bien sabido que el compostaje es un proceso biológico de tratamiento de los biorresiduos amigable con el medio ambiente, a partir del cual es posible transformar la materia orgánica presente en estos residuos orgánicos en una enmienda orgánica aprovechable y evitar así su disposición final en los vertederos. Aun así, como en cualquier proceso biológico de degradación de la materia orgánica, durante el proceso de compostaje se producen y emiten a la atmósfera diferentes compuestos volátiles que pueden presentar efectos adversos sobre el medio ambiente y las personas, como el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) -gases con efecto invernadero (GEIs) conocidos por su alto potencial de calentamiento global-, o el amoníaco, el sulfuro de hidrógeno o multitud de compuestos orgánicos volátiles, responsables del impacto odorífero de estos procesos biológicos.

En el presente estudio, se instaló y puso en marcha un sistema de compostaje comunitario en una escuela primaria compuesto por cuatro módulos de 1 m³ (Figura 1), el cual fue operado durante más de 130 días, tratando los biorresiduos generados en la cocina de la escuela (aproximadamente 450 kg) y usando residuos de poda como agente estructurante. A lo largo del proceso, se monitorizaron semanalmente las emisiones de metano y óxido nitroso con el objetivo de observar la dinámica de emisión de estos compuestos, así como de determinar los factores de emisión de estos GEIs correspondientes a este sistema de compostaje comunitario. Las muestras gaseosas se obtuvieron utilizando la metodología de la cámara de flujo dinámica y se analizó la concentración de metano y óxido nitroso mediante cromatografía de gases (González et al., 2024).

Las emisiones de metano fueron generalmente bajas a lo largo del proceso, mostrando los valores más elevados durante la fase termófila del proceso. Este hecho resulta lógico debido a la intensificación de la actividad biológica en esta fase del proceso de compostaje y a la consiguiente limitación de oxígeno, pudiéndose generar pequeñas zonas anaerobias en la matriz sólida donde se promueva la generación de metano. En cuanto a las emisiones de óxido nitroso, estas suelen concentrarse y maximizarse en las fases de maduración y enfriamiento, cuando la temperatura de la mezcla se encuentra por debajo de los 40 °C, tal y como se observa en la Figura 2. Sin embargo, los procesos de mezcla del material pueden favorecer la emisión puntual de óxido nitroso debido al transporte del nitrato formado en las zonas más externas del material hacia el interior de la matriz sólida, donde puede existir cierta limitación de oxígeno y desarrollarse el proceso de desnitrificación parcial, produciendo y liberando así óxido nitroso (Hao et al., 2001), lo cual podría explicar el pico de emisión puntual registrado el día 35 de operación. Finalmente, los factores de emisión referentes a metano, óxido nitroso y gases de efecto invernadero en conjunto (GEIs, incluyendo CH₄ y N₂O) se estimaron en 0,04, 0,05 y 14,94 g kg⁻¹ biorresiduo, respectivamente (Tabla 1). Si se comparan estos resultados con valores reportados en la literatura referentes a procesos industriales de compostaje de biorresiduos (Colón et al., 2012), o incluso a los valores de referencia reportados por el IPCC para los procesos de compostaje (IPCC, 2019), se puede observar que estos factores de emisión se encuentran generalmente por debajo de los reportados para sistemas industriales.

Estos valores son algunos de los pocos factores de emisión reportados en la literatura para sistemas de compostaje comunitario y pueden servir de base para demostrar el valor y la eficiencia de los sistemas de compostaje descentralizados como una alternativa a la gestión de los biorresiduos ambientalmente amigable o complemento a las instalaciones de compostaje centralizadas convencionales. Sin embargo, queda claro que es necesario continuar estudiando estos sistemas de compostaje comunitario desde una perspectiva ambiental, para afianzar los resultados presentados y promover aún más su implementación.



Figura 1. Sistema de compostaje comunitario instalado en la escuela primaria.

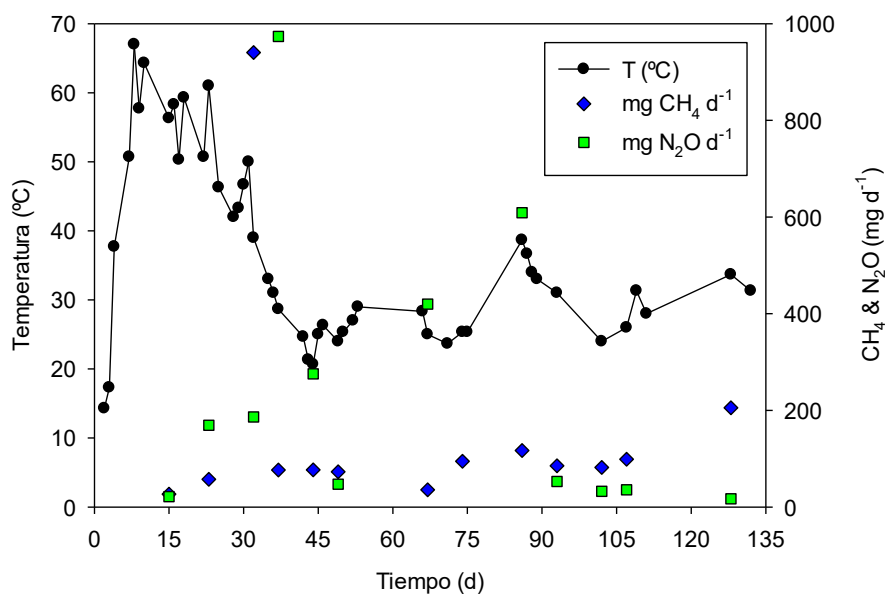


Figura 2. Evolución de la temperatura y de las emisiones de metano y óxido nitroso a lo largo del proceso de compostaje.

Tabla 1. Factores de emisión para CH₄, N₂O y GEIs determinados para el proceso de compostaje comunitario estudiado en la escuela primaria.

CH ₄ (mg CH ₄ kg ⁻¹ biorresiduo)	36,43
N ₂ O (mg N ₂ O kg ⁻¹ biorresiduo)	51,00
GEI* (g CO _{2eq} kg ⁻¹ biorresiduo)	14,94

*El factor de emisión de GEIs se expresa en unidades de CO_{2eq} considerando un potencial de calentamiento global a 100 años para el CH₄ y el N₂O 27 y 273 veces superior al del CO₂, respectivamente (Forster et al., 2023).

Referencias

- Colón, J., Cadena, E., Pognani, M., Barrena, R., Sánchez, A., Font, X., Artola, A., 2012. Determination of the energy and environmental burdens associated with the biological treatment of source-separated Municipal Solid Wastes. *Energy Environ. Sci.* 5, 5731–5741. <https://doi.org/10.1039/C2EE01085B>
- Forster, P., Storelvmo, T., Armour, K., Collins, W., Dufresne, J.L., Frame, D., Lunt, D.J., Mauritsen, T., Palmer, M.D., Watanabe, M., Wild, M., Zhang, H., 2023. The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity, in: *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, pp. 923–1054. <https://doi.org/10.1017/9781009157896.009>
- González, D., Barrena, R., Moral-Vico, J., Irigoyen, I., Sánchez, A., 2024. Addressing the gaseous and odour emissions gap in decentralised biowaste community composting. *Waste Management* 178, 231–238. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.02.042>
- Hao, X., Chang, C., Larney, F.J., Travis, G.R., 2001. Greenhouse Gas Emissions during Cattle Feedlot Manure Composting. *J Environ Qual* 30, 376–386. <https://doi.org/10.2134/jeq2001.302376x>
- IPCC, 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 – Waste (<https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol5.html>).