

¿Qué están revelando los efluentes de biodigestión de residuos sólidos orgánicos domésticos?

Artículo corto



María Verónica Bocchio^{1*}; Silvia Mestelan²

¹Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

²Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina

*bocchio.veronica@gmail.com

Resumen

Luego de un muestreo que reveló la composición de la fracción orgánica de los residuos sólidos domésticos producidos en Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina, se diseñó un experimento de biodigestión. Se evaluaron los efluentes en dos tratamientos: compactado y sin compactar para inferir sus cualidades como biofertilizante. El contenido de las formas inorgánicas de nitrógeno fue bajo (< a 12 mg/l), la conductividad eléctrica elevada (entre 10 y 18 mS/cm), el contenido de P soluble fue moderado a elevado (entre 67 y 172 mg/l). En la primera semana hubo un descenso del pH en el tratamiento compactado (4,2 versus 6,2 en el tratamiento sin compactar); luego incrementó lentamente hasta 7,2 y 8,3 en los tratamientos compactado y sin compactar, respectivamente. Estos parámetros indican una fuerte inmovilización de nutrientes en los bioles, así como la ausencia de pasteurización lo que suponen restricciones a la aplicación de estos efluentes en agricultura.

Palabras clave:

Residuos orgánicos domiciliarios;
Biodigestión mesofílica;
Caracterización de efluentes;
Biofertilizante.

What are the effluents of the biodigestion of household organic solid waste revealing?

Abstract

After a sampling that revealed the composition of the organic fraction of household waste produced in Azul, Buenos Aires province, Argentina, a biodigestion experiment was designed. The effluents produced were evaluated in two treatments: compacted and uncompact, to infer their qualities as biofertilizers. The content of inorganic forms of N was low (<12 mg/l), the electrical conductivity was high (between 10 and 18 mS/cm), while the soluble P content was moderate to high (between 67 and 172 mg/l). On the first week there was a pH decrease in the compacted treatment (4.2 versus 6.2 in the uncompact treatment); then slowly increased to 7.2 and 8.3 in the compacted and uncompact treatments, respectively. These parameters indicate a strong immobilization of nutrients in the biodigestates, as well as the absence of pasteurization, implying restrictions on the application of these effluents in agriculture.

Keywords:

Household organic solids; Mesophilic digestion;
Characterization of effluents; Biofertilizer.

Forma de citar: Bocchio, M.V., y Mestelan, G. ¿Qué están revelando los efluentes de biodigestión de residuos sólidos orgánicos domésticos? RedBioLAC, 5, 25-28.

Introducción

La gestión integral de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) en la provincia de Buenos Aires, Argentina, se realiza mayoritariamente en los sectores urbanos de las ciudades quedando excluidas la población periurbana y rural. Se estima que en la ciudad de Azul la generación per cápita de RSD es de 0,72 Kg/hab/día con una generación diaria de 46,70 Tn/día (Defensoría de la Provincia de Buenos Aires, 2019). Se han analizado distintas alternativas para el tratamiento de la Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Domiciliarios (FORSD), entre las que se incluye la biodigestión mesofílica. Este proceso permite la generación y recuperación de energía (biogás) así como la producción de lodos (biodigestatos o bioles) y líquidos (efluentes) que pueden ser utilizados como biofertilizantes (Varnero, 2011; Garfí y Ferrer, 2016). En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la capacidad de descomposición de la FORSD mediante un proceso de biodigestión mesofílica a partir del análisis de los efluentes producidos, considerando las aplicaciones potenciales como biofertilizantes de éstos.

Metodología

Se tipificó la materia prima para biodigestión procedente de hogares de la ciudad de Azul y su periferia y se obtuvo el material a utilizar en el ensayo de biodigestión, solicitando al Municipio de Azul durante cinco días, de manera aleatoria en diciembre de 2011, la provisión de 100 bolsas intactas de residuos provenientes del relleno sanitario, muestreo que cubría el 0,24 % de los hogares, de acuerdo a la población proyectada por datos censales de 66 029 habitantes para el mencionado año (Ministerio de Economía-Provincia de Buenos Aires, 2016) y a la población promedio provincial de 3,35 personas por hogar (Sergio *et al.*, 2016). Se separaron los componentes orgánicos en carbohidratos de baja y alta degradabilidad, proteínas y material no identificable y se determinó la humedad a través de la utilización de estufa a 60 °C, secando hasta obtener peso constante.

El experimento de biodigestión abarcó 60 días entre fines de diciembre de 2011 y fines de febrero de 2012. Se simuló un biodigestor estacionario o tipo Batch con carga manual. Para ello se diseñaron biodigestores plásticos de PVC de 5 l de capacidad, con cierre hermético y se llevaron a una habitación de laboratorio a oscuras y a temperatura ambiente. A estos dispositivos se les realizó un orificio en su base, con el objetivo de recolectar el lixiviado en un recipiente. Se dispusieron 18 biodigestores siguiendo un diseño bifactorial completamente aleatorizado, con tres repeticiones y dos tratamientos para la FORSD: sin compactar (TSC) y compactado (TC), buscando, para este último tratamiento, la incorporación del doble de material respecto del TSC. Los efluentes y los biodigestatos se recolectaron a los 7, 30 y 60 días de iniciado el proceso.

El volumen de efluentes se cuantificó por probeta y se determinaron el pH y la CE por vía potenciométrica (Adwa Hungary Instruments, modelo AD8000), el P soluble y el contenido de N-amonio y N-nitratos según metodologías descritas por el SAMLA (2004). Se proporcionaron además los valores de humedad gravimétrica de los biodigestatos, secados en estufa a 60 °C hasta peso constante.

Resultados y discusión

La generación total de RSD per cápita mensurada en el muestreo de 2011 fue de 0,64 Kg/hab/día (Mestelan *et al.*, 2016) para Azul, valor cercano a la estimación de la Defensoría de la Provincia de Buenos Aires (2019), siendo un 59 % del total de la FORSD. No existieron diferencias en los contenidos de carbohidratos de alta o baja degradabilidad, con un 36 y 34 % respectivamente; 11 % fueron proteínas y un 19 % correspondió a material no identificable por el alto grado de descomposición al momento del muestreo. La temperatura promedio en los dispositivos bajo TC, TSC y en el ambiente durante el desarrollo del experimento fue 27,4; 27,2 y 26,7 °C respectivamente (**Figura 1**). Esta temperatura favoreció principalmente el desarrollo de microorganismos mesofílicos (25-40 °C) y coincide con el rango de temperatura correspondiente a un proceso de biodigestión de esta naturaleza (Varnero, 2011; Joe Sánchez, 2019). La evolución de la temperatura en los dispositivos indicó que, al no alcanzarse temperaturas por encima de los 55 °C, microorganismos patogénicos podrían estar presentes en los efluentes.

En la **Tabla 1** se observa que las diferencias en el volumen de efluentes entre tratamientos se asociaron a la cantidad de residuos ingresados al dispositivo. En la primera semana de descomposición, el TC mostró un descenso marcado en el pH en los efluentes, propio de la producción de ácidos orgánicos, situación que no se sostuvo en el tiempo, puesto que a los 60 días los efluentes de ambos tratamientos presentaron un incremento del pH de 7,2 y 8,3 para el TC y TSC respectivamente, sugiriendo que un pH adecuado en los biodigestatos para la metogénesis se alcanzó entre los 30 y 60 días en el TC y entre los 7 y 30 días para el TSC, tomando por óptimo al rango de pH entre 7,0 a 7,8 (Varnero, 2011; Catagña y Noboa, 2016; FAO, 2019). Estos pH sugieren la presencia de cationes como Ca, Mg, K, y Na en los efluentes. Al solubilizarse y descomponerse el contenido orgánico, se perdió la estructura sólida que conformaban los desechos y los materiales se asentaron consecuentemente (FAO, 2019), generando similar comportamiento de los biodigestores tanto en el TSC como en el TC. Los altos valores de pH obtenidos al final de la evaluación sugieren la descomposición de formas orgánicas solubles del C y el N presumiblemente presentes en los efluentes. En comparación con otros estudios sobre efluentes provenientes de la biodigestión de RSD (Catagña y Noboa, 2016; Joe Sánchez, 2019), el contenido de las dos formas disponibles

de N fue bajo en los mismos, indicando que una gran carga de estos nutrientes estaría inmovilizada en los bioles o bien

bajo formas orgánicas en los efluentes. La concentración de P soluble inorgánico fue moderada a elevada.

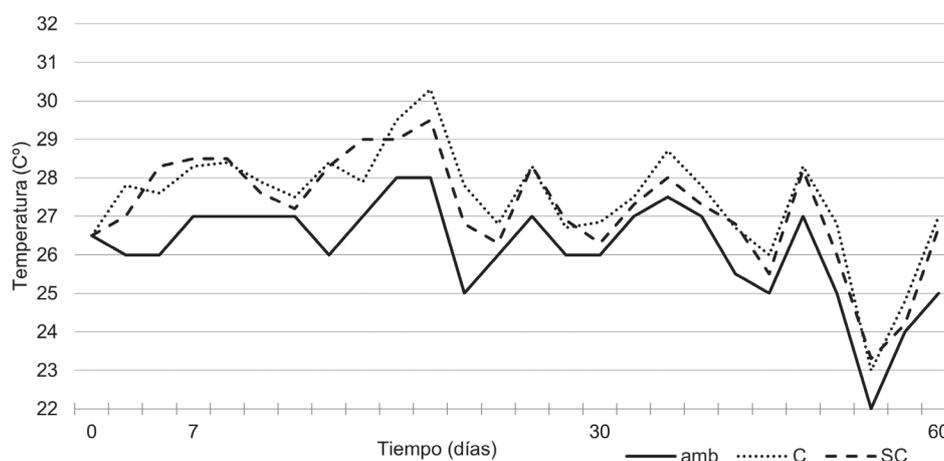


Figura 1 | Evolución de la temperatura (°C) ambiente (amb) y los tratamientos compactado (C) y sin compactar (SC) durante el periodo de digestión. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1 | Variables analizadas en el proceso de biodigestión para los tratamientos compactado (TC) y sin compactar (TSC) de la fracción orgánica de residuos domésticos.

Tratamiento		Efluentes					Bioles	
		pH	CE (mS/cm)	P soluble (mg/l)	N-amonio (mg/l)	N-nitratos (mg/l)	Volumen (ml)	Humedad (%)
TC	7	4,2 ±0,4 bB	11,0±1,6 cB	152,3±66,8 n.s.*	0,3±0,1 bA	45,3± 35,4 n.s.*	358,3±166,4 aA	84,4±4,4 n.s.*
	30	6,1±1,6 aA	12,5±0,5 bB	171,6±103,9	0,5±0,2 bA	5,7±1,1	381,7±102,5 aA	81,7±7,9
	60	7,2±0,5 aB	16,8±2,1 aB	67,8±44,8	7,9±6,5 aA	7,7±3,8	381,7±45,4 aA	78,7±5,7
TSC	7	6,3±0,1 bA	13,8±3,6 cA	176,4±99,0 n.s.*	1,7±1,4 bA	5,7±1,1 n.s.*	192,3±39,1 aB	81,8±8,8 n.s.*
	30	7,1±0,8 bA	16,6±3,7 bA	127,0±30,9	4,0±1,4 bA	7,7±2,1	150,0±31,2 aB	80,1±5,8
	60	8,3±0,5 aA	18,2±1,1 cA	85,6±11,3	6,0±4,4 bA	10,7±3,2	250,0±25,0 aB	80,4±7,1

TC: Tratamiento Compactado; TSC: Tratamiento Sin Compactar; CE: Conductividad eléctrica; P soluble: Fósforo soluble.*:n.s.: variable sin efecto significativo de tratamiento o fecha. Letras mayúsculas distintas indican diferencias debidas a tratamientos; letras minúsculas distintas indican diferencias debidas a fechas de muestreo; test de Tuckey, p<0.05.

Conclusiones

La elevada salinidad junto con valores bajos de N inorgánico disponible supone restricciones a la aplicación de efluentes de biodigestión de reactores mesofílicos en agricultura, que se suman a la potencial presencia de microorganismos no deseados que impiden su uso para riego en la producción de vegetales frescos. El contenido de P es moderado a elevado

(entre 67 y 172 mg/l) y, considerando por óptimo al rango de pH entre 7,0 a 7,8, los valores obtenidos sugieren la presencia de cationes, por lo que se recomienda el agregado de sustratos que potencien y/o regulen la descomposición de la FORSD, o la mezcla de los efluentes con materiales que equilibren sus propiedades como potenciales abonos para fertirriego.

Referencias

- Catagña Chasipanta, A. J., y Noboa Tapia, D. P. (2016). Producción, caracterización y evaluación del biol de la EMMAIPC-EP, cañar, a partir de residuos orgánicos urbanos, en pastizales ganaderos [Trabajo de grado de Ingeniera en biotecnología ambiental]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Defensoría de la Provincia de Buenos Aires (2019). Informe - Basurales a cielo abierto. La problemática en la provincia de Buenos Aires, 14p.. Disponible en: <https://www.defensorba.org.ar/pdfs/informes-tecnicos-upload-2019/informe-basurales.pdf>
- FAO. (2019). Guía teórico-práctica sobre el biogás y los biodigestores. Colección documentos Técnicos N°12. Buenos Aires.
- Garfi, M., y Ferrer, I. (2016). Household anaerobic digesters for biogas production in Latin America: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60: 599-614. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.071>
- Joe Sánchez, M. (2019). Aprovechamiento energético y material mediante digestión anaerobia de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos que se producen en el barrio Maravia-Medellín. [Trabajo de grado Maestría en Ingeniera en biotecnología ambiental]. Universidad de Antioquia.
- Mestelan, S., Lett, L., Alonso, A., Bocchio, V., Mutuberría, S., Mugnolo, A., Paris, L., Ducca Pantaleón, A., y Álvarez, E. (2016). Desafíos en la gestión de residuos sólidos urbanos en pequeñas comunidades. Trabajo breve. I Jornadas Internacionales y III Jornadas Ambientales. UNCPBA, Tandil.
- Ministerio de Economía-Provincia de Buenos Aires. (2016). Proyecciones de población por Municipio provincia de Buenos Aires 2010-2025. Ministerio de Economía de Argentina. http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/images/Proyecciones_x_municipio_2010-2025.pdf
- Sergio, L., Balbuena, G., Thill, M. E., Peralta, R., y Bampi J. (2016). Técnicas para la proyección de hogares y su aplicación a la provincia de buenos aires y sus 16 dominios de estimación. *Estudios de Población*, 2(3): 9-19. <http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/images/Revista%20Poblacio%CC%81n%20III%20-%20con%20tapa.pdf#page=10>
- Sistema de Apoyo Metodológico a Laboratorios de Interés Agropecuario-SAMLA. (2004). Manual de procedimientos. SAMLA.
- Varnero, M. (2011). Manual de Biogás. Ministerio de energía de Chile. ISBN 978-95-306892-0. 120 p.