

# APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS MEDIANTE EL USO DE MICROORGANISMO EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE EN LA LOCALIDAD DE UNQUILLO, CÓRDOBA

Monguzzi F.N.<sup>1,2</sup>; Hernández J.F.<sup>1</sup>; Dionisi C.P.<sup>1</sup>; Mignone R.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Laboratorio de Coloides y Enmiendas Orgánicas. Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup>Planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos. Proyecto Hormiga. Unquillo. Córdoba. Argentina.

ramignone@agro.unc.edu.ar

## RESUMEN

El Proyecto Hormiga, que se desarrolla en la localidad de Unquillo, Córdoba, es una cooperativa de trabajo apuntada al desarrollo sustentable para el tratamiento y la gestión de los residuos domiciliarios, agropecuarios y de restos de poda de la localidad. La elaboración de la enmienda orgánica se realizó con el agregado de microorganismo eficientes (ME) y se tomaron muestras a distintos días del proceso para evaluar los siguientes parámetros físico-químicos: pH, conductividad eléctrica (CE), nitrógeno total (NT), materia orgánica (MO), fósforo (P), Na, K, Ca, Mg. El contenido de MO y NT disminuye a medida que avanza el proceso de compostaje llegando a valores de 22,4% y 0,75%, reflejando una relación C/N < 20. El valor de pH también disminuye hasta valores cercanos a 9,0, mientras que la CE llega a valores inferiores a 2,0 dS cm<sup>-1</sup>. Mediante este proceso de compostado, se logra una significativa disminución en el volumen de residuos y se obtiene un producto de gran valor agropecuario.

Palabras clave: gestión de residuos orgánicos, parámetros fisicoquímicos, calidad de enmiendas, microorganismos eficientes

## INTRODUCCIÓN

Los residuos orgánicos son una problemática a nivel mundial de acuerdo a diversos estudios y se estima que en Argentina al menos el 20% de ellos provienen de la poda y desechos de jardín. Sin embargo, en poblaciones pequeñas o residenciales con grandes superficies de cobertura vegetal como Unquillo, Córdoba, este porcentaje aumenta considerablemente (Pettigiani, *et al.*, 2013). El gran volumen de restos de poda representa una problemática para la localidad, pero puede ser utilizado fácilmente para la elaboración de enmiendas orgánicas.

Las enmiendas orgánicas incluyen todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejoradores de suelos (Jeavons, 2002), y varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen (Meléndez, 2003; Campitelli, *et al.*, 2010). Incluye un grupo muy variado de mezclas tales como compost, lombricompost y desechos vegetales y animales utilizados en la agricultura.

Una enmienda poco desarrollada en la región es el bokashi, elaborado bajo condiciones de oxidación incompletas con la acción de microorganismos facultativos fermentadores. Bokashi es el término japonés para “materia orgánica fermentada” y es

equivalente al compost utilizado en la agricultura orgánica tradicional, que se prepara principalmente con la adición de cultivos mixtos de microorganismos beneficiosos naturales, denominados Microorganismos Eficientes (ME) (Formowitz, *et al.*, 2007).

Debido a que la mayoría de los microorganismos en cultivos de ME son heterótrofos, es decir, requieren fuentes orgánicas de carbono y nitrógeno, son más eficientes cuando se aplican en combinación con enmiendas orgánicas. El uso de inoculante microbiano asegura una buena fermentación, evitando que las bacterias productoras de ácido butírico comiencen a actuar sobre la materia orgánica provocando putrefacción y malos olores.

La calidad de las enmiendas orgánicas se determina a través de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Lasaridi, *et al.*, 2006), su contenido nutricional y su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo. Todas estas características están relacionadas directamente con los materiales utilizados para la elaboración.

El objetivo de este trabajo fue determinar los principales parámetros de interés agronómico de la enmienda orgánica elaborada a partir de residuos de poda y estiércol de animales de producción local, con el agregado de levadura y microorganismo nativos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Producción de compost

La elaboración del compost se llevó a cabo en la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (PTRSU) en la localidad de Unquillo, ubicada a 24 km al noroeste de la ciudad de Córdoba, al pie de las Sierras Chicas a 575 msnm (Figura 1).



Figura 1. Volteo de compost elaborado en la PTRSU Unquillo.

Para obtener las enmiendas se utilizaron los siguientes materiales: 1 m<sup>3</sup> de chip de poda, 1 m<sup>3</sup> de estiércol ovino, 300 kg de tierra, 60 kg de carbón molido, 60 litros de caldo inoculado con ME nativos, 10 kg de azúcar blanca, 60 litros de agua, 1 kg de levadura. Los diferentes materiales se agregaron en capas sucesivas y se mezclaron con una pala hasta lograr una mezcla uniforme y se dispuso en una pila de una altura máxima de 1,2 m.

Durante todo el proceso se realizaron volteos periódicos para permitir una buena aireación, que asegure una descomposición aeróbica y se controló la temperatura en el interior y exterior de la pila, para asegurar alcanzar la etapa termofílica (de Bertoldi, *et al.*, 1983, Campitelli,

*et al.*, 2010). Los voleos se acompañaron con riego para mantener la humedad entre 40-50% adecuada para un óptimo proceso de compostaje.

Se tomaron muestras a distintos tiempos del proceso de compostado: 15 días (C15D), 30 días (C30D), 45 días (C45D) y 120 días (C120D). Las muestras fueron secadas y tamizadas con malla de 2 mm previo a su análisis (Figura 2.A).

### Análisis de compost

Las principales características del compost se determinaron en el Laboratorio de Coloides y Enmiendas Orgánicas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA-UNC) de acuerdo con TMEEC (2001). El pH y la conductividad eléctrica (CE) se determinaron en extracto acuoso en una relación 1:5. El contenido de nitrógeno total (NT) se determinó por el método de Kjeldahl. El fósforo disponible (P<sub>dis</sub>) se determinó utilizando fluoruro de amonio-ácido clorhídrico como solución extractiva de acuerdo con el método de Bray y Kurtz-1. Para la determinación del fósforo total (P<sub>total</sub>) se realizó una digestión ácida de la muestra. El contenido de fósforo se cuantificó con el método colorimétrico del ácido ascórbico midiendo la absorbancia a 885 nm en un espectrofotómetro (Figura 2.B). Los cationes intercambiables (Na, K, Ca y Mg) se determinaron utilizando acetato de amonio a pH 7 como solución extractiva. Sodio y potasio se midieron por espectroscopía de emisión atómica, mientras que calcio y magnesio se determinaron por medio de una titulación complejométrica con EDTA.

El contenido de materia orgánica (MO) se realizó por calcinación, llevando la muestra (previamente secada a 75 °C) a una mufla durante 2 horas a 550 °C.

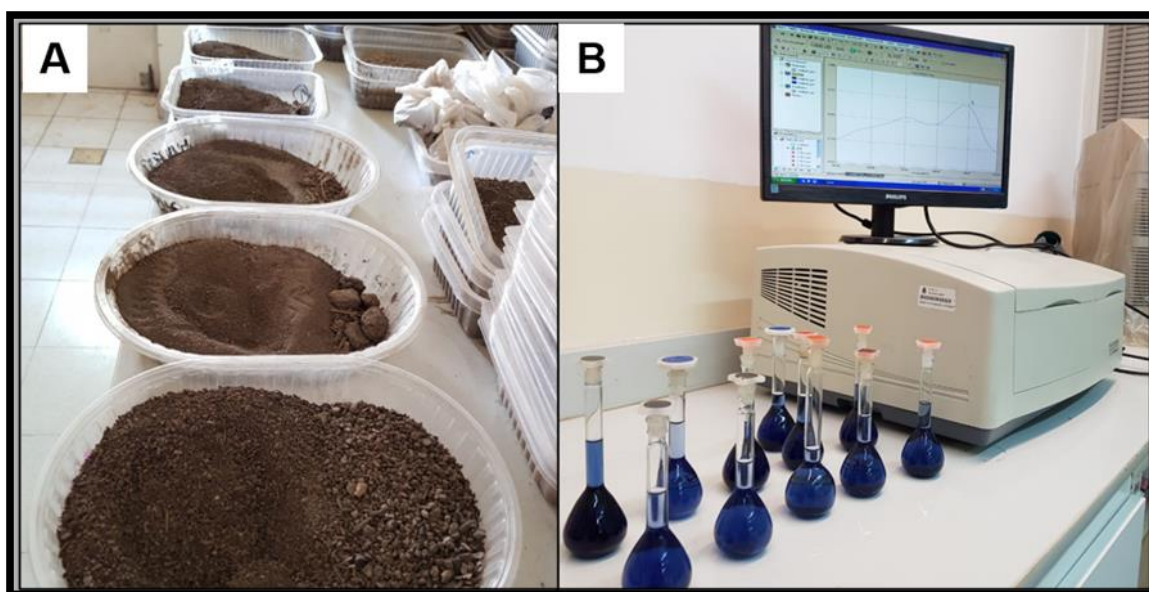
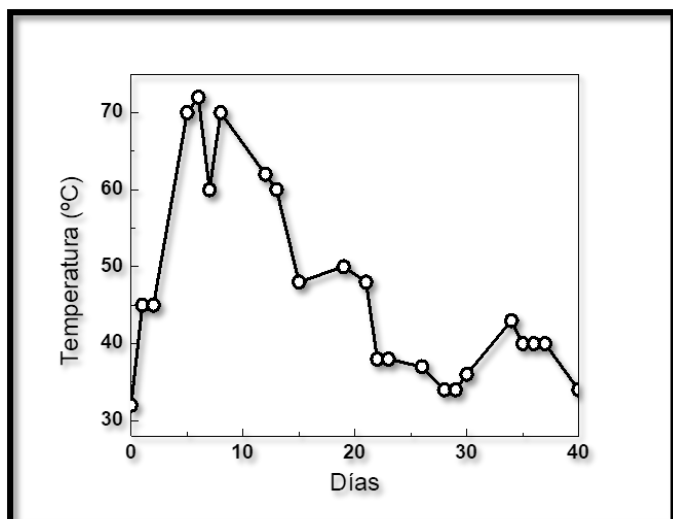


Figura 2. (A) Muestras secadas y tamizadas. (B) Soluciones obtenidas de la reacción colorimétrica del ácido ascórbico para la determinación de fósforo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Figura 3** se muestra la variación de la temperatura durante el proceso de compostaje. Como se puede ver, en los primeros 5 días se alcanza la etapa termofílica, con temperaturas superiores a los 60 °C, asegurando la muerte de microorganismo patógenos y la inocuidad del producto final (de Bertoli, *et al.*, 1983).



**Figura 3.** Evolución de la temperatura durante los primeros 40 días del proceso de compostaje.

Como es de esperarse, el contenido de MO disminuye a medida que avanza el tiempo de compostaje desde un valor de 35,5% hasta un valor de 22,4% (**Tabla 1**), evidenciando el proceso de degradación de la MO por parte de los microorganismos. Este valor final está por encima del valor mínimo de 20% necesario para catalogar el producto como compost clase A (SENASA, 2019).

En la **Tabla 1** se muestra el contenido de carbono orgánico (CO), calculado a partir de la ecuación reportada por Navarro, *et al.* (1993), donde se encontró una correlación positiva de la MO determinada por calcinación a 430 °C y el CO determinado con un método de microanálisis automático.

Del mismo modo, el NT disminuye desde un valor inicial de 0,98% hasta 0,75% a los 120 días de elaboración (**Tabla 1**).

La relación C/N proporciona una estimación directa de las fracciones biológicamente degradables de C y N en el compost (Hughes, 1980). La relación adecuada inicial para la elaboración de una enmienda es de 25-35, debido a que los microorganismos requieren 30 partes de carbono por cada parte de nitrógeno (Campitelli, *et al.*, 2010). Como se puede ver en la **Tabla 1**, la relación C/N para B-15D es 19,0 por lo que se puede suponer que el valor inicial (tiempo cero de compostado, no medido en este trabajo) fuera cercano al valor recomendado de

**Tabla 1.** Parámetros físico-químicos del compost, medidos a distintos tiempos de proceso.

Parámetro	Unidad	B-15D	B-30D	B-45D	B-120D
pH		10,2	10,1	9,9	9,1
CE	dS m <sup>-1</sup>	2,0	2,4	2,3	1,8
P <sub>dis</sub>	%	0,38	0,32	0,33	0,36
P <sub>total</sub>		3,95	3,77	3,44	3,63
MO		35,5	30,0	24,7	22,4
CO <sup>a</sup>		18,6	15,8	13,1	11,9
NT		0,98	0,87	0,80	0,75
C/N		19,0	18,2	16,4	15,9
K	g kg <sup>-1</sup>	17,5	15,0	15,0	12,5
Na		0,8	0,8	0,7	0,5
Ca		6,1	5,7	5,7	5,6
Mg		0,5	0,7	0,8	0,9

25-30. Además, como es de esperarse para un proceso de compostado la relación C/N disminuye con el tiempo (Campitelli, *et al.*, 2010), dando como resultado un producto final con una relación C/N = 15,9, menor a la citada por SENASA (2019).

El valor de la CE no varió significativamente durante el proceso y se mantuvo por debajo del límite estipulado por SENASA (2019) que clasifica al compost como clase A con  $CE < 4$ .

El contenido de fósforo ( $P_{total}$  y  $P_{dis}$ ) tampoco presenta una variación significativa a lo largo del compostaje, al igual que los cationes determinados, excepto el potasio (**Tabla 1**).

El valor de pH es alcalino, incluso al final del proceso y se encuentra muy próximo al valor superior de  $pH = 8,5$  reglado por SENASA (2019).

Todos los parámetros determinados están dentro de los valores esperados para este tipo de material (Formowitz, *et al.*, 2007; Pandit *et al.*, 2020)

## CONCLUSIONES

Los restos de poda representan un interesante material para la elaboración de enmiendas orgánicas y, de esta manera, es posible transformarlos en un nuevo producto que se reinserte al circuito económico de manera respetuosa con el medio ambiente. A su vez, mediante un proceso de compostado, se logra una significativa disminución en el volumen de residuos y se obtiene un producto de gran valor nutritivo para el sector agropecuario.

Por otro lado, de todos los parámetros evaluados en este trabajo, solo el valor de pH se encontró fuera de los valores esperados. Es posible que con un mayor tiempo de compostado el pH llegara a los valores menores a 9, pero esto implicaría un excesivo tiempo de espera teniendo en cuenta que la PTRSU debe procesar un gran volumen de residuo. Es por eso que se plantea en un futuro trabajo controlar el valor de pH de la tierra utilizada para la mezcla y utilizar materiales que ayuden a bajar el pH.

## BIBLIOGRAFIA

Campitelli, P., Ceppi, S., Velasco, M., Rubenacker, A., (2010). Manual Práctico de Compostaje. Ed. Brujas,

Córdoba.

De Bertoldi, M.D., Vallini, G.E., Pera, A. (1983). The biology of composting: a review. *Waste Management & Research*, 1(2) 157-176.

Formowitz, B., Elango, F., Okumoto, S., Müller, T., Buerkert, A (2007). The role of "effective microorganisms" in the composting of banana (*Musa ssp.*) residues. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 170(5), 649-656.

Hughes, E.G. (1980). The composting of municipal wastes. *Handbook of organic waste conversion*, 108-114.

Jeavons, J. (2002). Cultivo biointensivo de alimentos. *Ecology actions of the Midpeninsula*. Estados Unidos. p. 261.

Lasaridi, K., Protopapa, I., Kotsou, M., Pilidis, G., Manios, T., Kyriacou, A., 2006. Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. *Journal of Environmental Management* 80(1), 58-65.

Meléndez, G. (2003). Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. En: *Abonos orgánicos: Principios, características e impacto en la agricultura*. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica. pp. 50-63.

Navarro, A.F., Cegarra, J., Roig, A., Garcia, D. (1993). Relationships between organic matter and carbon contents of organic wastes. *Bioresource Technology*, 44(3), 203-207.

Pandit, N.R., Schmidt, H.P., Mulder, J., Hale, S.E., Husson, O., Cornelissen, G. (2020). Nutrient effect of various composting methods with and without biochar on soil fertility and maize growth. *Archives of Agronomy and Soil Science* 66:2, 250-265.

Pettigiani, E., Muzlera, A., Antonini, S. (2013). Caracterización de residuos sólidos urbanos domiciliarios en Unquillo, Córdoba. III Jornadas Nacionales GIRSU, 5-17.

SENASA (2019) Marco normativo para la producción, registro y aplicación de compost. Resolución conjunta 1/2019, ANEXO IV. Buenos Aires. [www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolucio-n-1-2019-318692/texto](http://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resolucio-n-1-2019-318692/texto)

(TMECC) Thompson, W., Leege, P., Millner, P., Watson, M. (2001). Test methods for the examination of composting and compost. US Composting Council. Holbrook, New York.