



XXIX CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

C A T A M A R C A 2 0 2 4

SUELOS... HUELLAS DEL PASADO, DESAFÍOS DEL FUTURO

LIBRO DE ACTAS



ISBN 978-631-90070-3-9





XXIX CONGRESO ARGENTINO DE LA CIENCIA DEL SUELO

“Suelos... Huellas del pasado, desafíos del futuro”

RESÚMENES Y TRABAJOS EXPANDIDOS

Coordinador

Sixto Viale (FCA - UNCA)

21 al 24 de mayo de 2024
Catamarca – Argentina

ORGANIZADO POR



Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo

Libro de Actas del XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo: resúmenes y trabajos expandidos / 1a ed ilustrada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo - AACS, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: online

ISBN 978-631-90070-3-9

1. Actas de Congresos. I, Título.

CDD 631.4071

ISBN 978-631-90070-3-9



9 786319 007039



XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Suelos... Huellas del pasado, desafíos del futuro

San Fernando del Valle de Catamarca,
Prov. de Catamarca, Argentina
21 al 24 de mayo de 2024



APLICACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES: IMPACTO EN LAS FRACCIONES ORGÁNICAS, DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES Y RENDIMIENTO DE TRIGO

Duval, M. E.^{1,2,*}, García, R. J.¹, Martínez, J. M.^{1,2}, Moises, J.¹

¹ Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur; ² Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS); *San Andrés 800, (8000) Bahía Blanca, Prov. de Buenos Aires, mduval@uns.edu.ar

RESUMEN: La aplicación de residuos orgánicos biotransformados (RO) en suelos de regiones semiáridas puede mejorar su fertilidad aumentando la estabilidad de los agregados, las reservas de carbono orgánico (COS) y la disponibilidad de nutrientes. Este trabajo tiene por objetivo evaluar el impacto de RO de distinto origen sobre la fertilidad del suelo y la productividad del cultivo de trigo en condiciones de campo. Se evaluaron tres RO: cáscara de girasol (CG) biotransformada por *Pleurotus ostreatus* (CGple), mezcla de CG con alperujo (AL) biotransformados por *P. ostreatus* (CGAL_{Ple}) y un compost (CM), y cuatro dosis de aplicación equivalentes a 0, 100, 200 y 400 kg N ha⁻¹. Los RO se aplicaron e incorporaron al suelo previo a la simbra del cultivo. A la cosecha del cultivo se tomaron muestras de suelo para la determinación de nitrógeno inorgánico (Ni), fósforo extraíble (Pe) y las fracciones lábiles de la materia orgánica (MO). No se observaron diferencias en los contenidos residuales de Ni a la cosecha con valores entre 62 y 107 kg ha⁻¹. El Pe aumentó significativamente en el caso de CM para dosis altas (200 y 400 kg ha⁻¹) y la mayor dosis de CGAL_{Ple} en comparación con el testigo. El mayor impacto sobre las fracciones lábiles de la MO se observó en la MO particulada de tamaño de partícula 105-53 µm para todos los RO, principalmente con las dosis de 200 y 400 kg ha⁻¹, con aumentos del 73, 100 y 120%, para CM, CGAL_{Ple} y CG_{Ple}, respectivamente, asociado principalmente a la calidad del RO. La aplicación de residuos orgánicos biotransformados sería una práctica efectiva para mejorar los niveles de MO lábil en suelos del Sudoeste Bonaerense, pero su utilización como alternativa a fertilizantes de síntesis química no sería lo suficientemente efectiva como para alcanzar productividades equivalentes.

PALABRAS CLAVE: Residuos agroindustriales, fracciones orgánicas, nutrientes.

INTRODUCCION

La incorporación de residuos orgánicos biotransformados (RO) en suelos semiáridos puede resultar beneficiosa para su fertilidad al mejorar la estabilidad de los agregados, las reservas de carbono orgánico (COS) y la disponibilidad de nutrientes (Ghosh et al., 2011; Duval et al., 2021). En el Sudoeste Bonaerense (SOB) conviven diferentes sistemas de producción intensivos y extensivos con actividades agroindustriales que generan una gran cantidad de residuos de diferentes orígenes con un potencial uso como enmiendas orgánicas (Orden et al., 2021; Moisés et al., 2022a). Entre ellos, la cáscara de girasol (CG) de la industria aceitera y el alperujo (AI), de la producción de aceite de oliva. Estos residuos contienen altos niveles de carbono y nutrientes que podrían utilizarse para mejorar la calidad y la sostenibilidad de los suelos agrícolas de la región (Moisés et al., 2022b). Sin embargo, cuando estos materiales se aplican directamente al suelo, se han observado efectos fitotóxicos (Casa et al., 2003) e inmovilización de nutrientes (Nyamangara et al., 2003). Por tal razón, la biotransformación a través del compostaje y la fermentación fúngica en estado sólido se pueden utilizar para modificar las propiedades de estos residuos orgánicos (RO), con el objetivo de aplicarlos al suelo y mejorar sus efectos tanto en la calidad del suelo como en el crecimiento de los cultivos.



Los cambios del COS asociado a las prácticas de manejo y al uso del suelo se producen lentamente siendo difícil cuantificarlos en un corto período de tiempo (Gregorich et al., 1994). Sin embargo, varios trabajos han propuesto al carbono orgánico particulado (COP) como un indicador del estado o calidad del suelo y de su capacidad para proveer nutrientes (Duval et al., 2013; Beltrán et al., 2016). Por lo tanto, la separación y cuantificación de estas fracciones orgánicas lábiles sirve como indicador, o incluso como herramienta de verificación, para evaluar los cambios en el COS (Si et al., 2018).

El objetivo de este estudio fue evaluar los cambios en las fracciones lábiles del COS, nutrientes disponibles (nitrógeno y fósforo) y la productividad del cultivo de trigo en un suelo semiárido debido a la aplicación de diferentes dosis y tipos de RO.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un ensayo a campo en el Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Buenos Aires, Argentina. El suelo se clasifica como Haplustol petrocálcico (Soil Survey Staff, 2010), con una textura franco arenosa y un contenido de materia orgánica de 15,7 g kg⁻¹.

Se evaluaron tres materiales orgánicos, los cuales se obtuvieron regionalmente (Tabla 1):

- Cáscara de girasol como sustrato para la producción de hongos (**CG_{PIe}**): sustrato residual que queda tras el cultivo de hongos ligninolíticos comestibles (*Pleurotus ostreatus*).
- Mezcla de CG y alperujo (AL), relación de mezcla (v/v) de 2:1, como sustrato para la producción de hongos (**CG+AL_{PIe}**): sustrato residual que queda tras el cultivo de hongos ligninolíticos comestibles (*Pleurotus ostreatus*).
- compost (**CM**), derivado del compostaje de CG y estiércol ovino por un período de 5 meses.

Los materiales orgánicos fueron evaluados utilizando diferentes dosis basadas en cuatro niveles de N como criterio de dosificación: control sin aplicación de residuo (Testigo) y las cantidades equivalentes de 100, 200 y 400 kg N ha⁻¹. Además, también se aplicaron las mismas dosis utilizando un fertilizante químico (urea). Todos estos tratamientos se aplicaron en un diseño experimental en bloques completamente aleatorizados con 4 réplicas y cada bloque, a su vez, contó con 13 parcelas. La superficie de las parcelas fue de 1 m².

El cultivo de prueba utilizado en este estudio fue trigo (*Triticum aestivum* L.). Los tres materiales orgánicos y la urea fueron aplicados en las parcelas e incorporados mecánicamente previo a la siembra del cultivo de trigo.

Muestreo y análisis de suelos

El muestreo de suelo se realizó luego de la cosecha del trigo (diciembre 2021). Las profundidades evaluadas fueron 0-20 y 20-60 cm y se determinaron los siguientes parámetros de suelo: fósforo extraíble (Pe) siguiendo el método descrito por Bray & Kurtz (1945) en 0-20 cm; nitrógeno inorgánico (amonio + nitratos) por destilación con arrastre de vapor (Bremner & Mulvaney, 1982) en 0-20 y 20-60 cm; y fracciones orgánicas lábiles del suelo a través de un fraccionamiento físico por tamaño de partícula (Duval et al., 2013) en 0-20 cm. En fraccionamiento por tamaño de partícula, el tamizado se realizó mediante dos tamices de 53 μm y 105 μm obteniéndose tres fracciones: fracción gruesa (FG, 105-2000 μm) en la que se encuentra materia orgánica particulada gruesa y las arenas medias y gruesas; fracción media (FM, 53-105 μm) constituida por materia orgánica particulada más transformada y las arenas muy finas, y la fracción fina (FF, < 53 μm) la cual contiene la materia orgánica asociada a la fracción mineral más limo y arcilla. En las fracciones FG y FM se determinó carbono por combustión seca denominándose carbono orgánico particulado grueso (COP_g) y particulado fino (COP_f), respectivamente.

Tabla 1. Caracterización química de los materiales orgánicos.

Residuos	CO	Nt	pH	C:N	Pt
	g kg ⁻¹				
CG _{Ple}	569	9,02	5,3	63	717
CG+Al _{Ple}	452	11,15	5,7	40	1038
CM	522	22,30	7,6	23	5667

CO: Carbono orgánico; Nt: Nitrógeno total; Pt: Fósforo total.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados estadísticamente, por medio de un análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon por el test de diferencias mínimas significativas de Fisher ($p < 0,05$). Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2016).

RESULTADOS

Los contenidos de nitrógeno inorgánico (Ni) al momento de la cosecha del cultivo de trigo no evidenció diferencias entre tratamientos ($p > 0,05$). Los valores de oscilaron entre 62 y 107 kg ha⁻¹ (Figura 1). Los tratamientos con urea tampoco reflejaron diferencias en el Ni con valores similares al testigo.

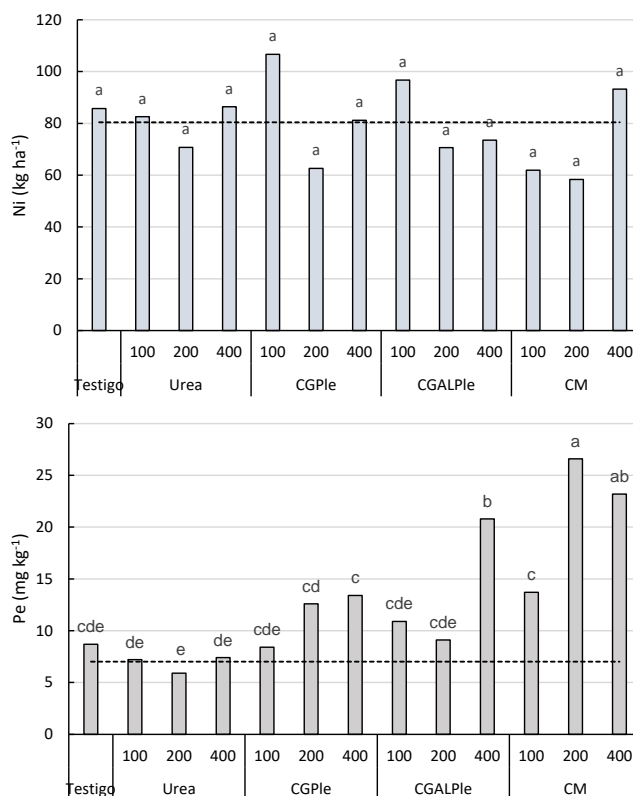


Figura 1. Efecto de la aplicación de residuos orgánicos biotransformados sobre los contenidos de nitrógeno inorgánico (nitrato + amonio) y fósforo extraíble. Para cada nutriente, letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Línea punteada indica valores al momento de la siembra del cultivo de trigo.

El fósforo extraíble (Pe) fue el nutriente que mayores cambios sufrió debido a la aplicación de RO. Todos los RO en dosis elevadas aumentaron significativamente el Pe con respecto al testigo, siendo más marcadas dichas diferencias en el caso de CM (Figura 1).

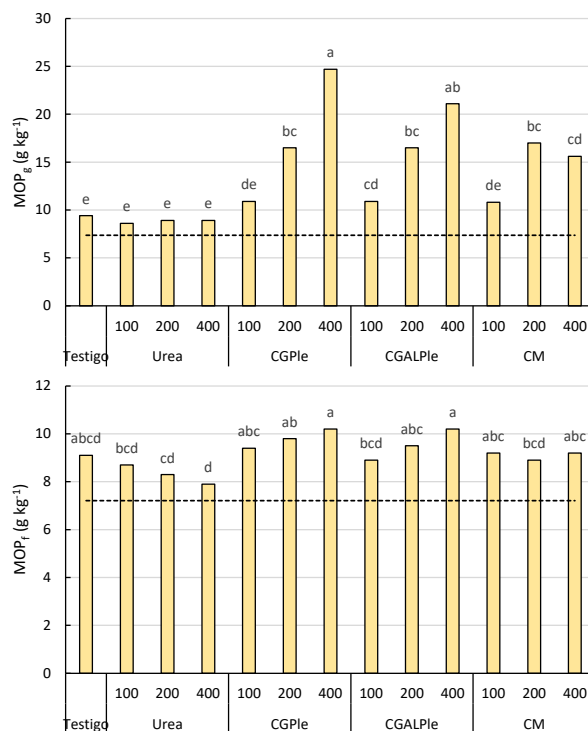


Figura 2. Efecto de la aplicación de residuos orgánicos biotransformados sobre las fracciones lábiles de la materia orgánica. MOP_g: materia orgánica particulada gruesa (2000-105 μm); MOP_f: materia orgánica particulada fina (105-53 μm). Para cada fracción orgánica, letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos. Línea punteada indica valores al momento de la siembra del cultivo de trigo.

Al realizar las fracciones lábiles de la materia orgánica separadas por fraccionamiento físico, la MO particulada de tamaño de partícula (105-53 μm) fue la que evidenció los mayores aumentos al aplicar RO (Figura 2). Los aumentos promedio en las dosis más altas fueron del 73, 100 y 120%, para CM, CGAL_{Ple} y CG_{Ple}, respectivamente, asociado principalmente a la calidad del RO (Tabla 1). La MOP_g también aumento con el aumento de la dosis del RO. La producción total de MS del cultivo de trigo al momento de la cosecha no evidenció diferencias asociadas a la aplicación de RO en relación al testigo (Figura 3). Sin embargo, aquellos RO de mayor C:N presentaron los menores rendimientos. Si bien se aplicaron las mismas dosis de N como criterio de dosificación, ningún RO presentó valores similares de producción en relación al tratamiento con urea. Las dosis de 200 y 400 kg N ha⁻¹ aplicados como urea fueron los tratamientos con valores de producción significativamente superiores al resto de los tratamientos.

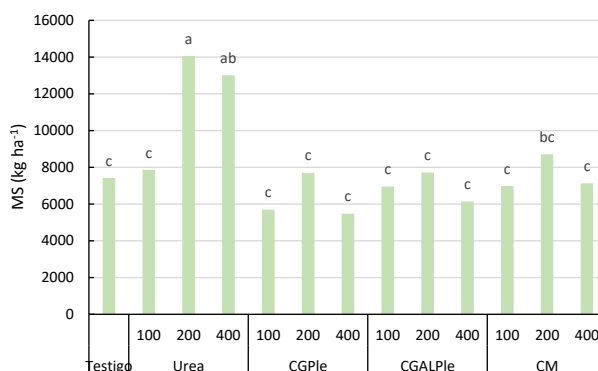


Figura 3. Efecto de la aplicación de residuos orgánicos biotransformados sobre la producción de materia seca (MS) del cultivo de trigo. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

La aplicación de residuos orgánicos biotransformados resulta una práctica efectiva para mejorar significativamente los niveles de MO lábil en suelos del SOB, mejorando también los contenidos de fósforo extraíble. Sin embargo, su utilización como alternativa de fertilizantes de síntesis química no sería lo suficientemente efectivo como para alcanzar productividades equivalentes.

BIBLIOGRAFIA

- Beltran, M. J., Brutti, L., Romaniuk, R., Bacigaluppo, S., Salvagiotti, F., Sainz-Rozas, H., y Galantini, J. A. (2016). Calidad de la materia orgánica y disponibilidad de macro y micronutrientes por la inclusión de trigo como cultivo de cobertura. *Ciencia del suelo*. 34(1), 67-79.
- Bray, R. & Kurtz, L. (1945). Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Science*. 59, 39-45.
- Bremner, J. M. & Mulvaney, C. S. (1982). Nitrogen total. En: A. L Page, R. H. Miller & D. R. Keeney (Eds.) *Methods of Soils Analysis*. Part 2. Agronomy 9. 2ª edición. pp. 595-624. American Society of Agronomy y Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, Estados Unidos
- Casa, R., D'Annibale, A., Pieruccetti, F., Stazi, S. R., Sermanni, G. G., Cascio, B. L. (2003). Reduction of the phenolic components in olive-mill wastewater by an enzymatic treatment and its impact on durum wheat (*Triticum durum* Desf.) germinability. *Chemosphere*, 50(8), 959-966.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2020). InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Duval, M. E., Galantini, J. A., Iglesias, J. O., Canelo, S., Martínez, J. M. & Wall, L. (2013). Analysis of organic fractions as indicators of soil quality under natural and cultivated systems. *Soil and Tillage Research*. 131, 11-19.
- Duval, M. E., Moisés, J., García, R. J., Martínez, J. M. y Galantini, J. A. (1-3 de diciembre de 2021). *Cambios en las formas de fósforo en suelos enmendados con residuos agroindustriales*. XI Congreso sobre Uso y Manejo del Suelo. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Ghosh, S., Lockwood, P., Daniel, H., Hulugalle, N., King, K. & Kristiansen, P. (2011). Changes in Vertisol properties as affected by organic amendments application rates. *Soil Use and Management*. 27(2), 195-204.
- Gregorich, E. G., Carter, M. R., Angers, D. A., Monreal, C. M. & Ellert, B. H. (1994). Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*. 74, 367-385.
- Moisés, J., Martínez, J. M., Duval, M. E. y Galantini, J. A. (2022b). Caracterización química y espectrométrica de residuos agroindustriales para su potencial uso como enmiendas orgánicas. *Ciencia del Suelo*. 40(2), 227-236
- Moisés, J., Martínez, J. M., Duval, M. E., Iocoli, G. A. y Galantini, J. A. (2022c). Utilización de cascara de girasol con diferentes transformaciones como potenciales enmiendas orgánicas en trigo pan. *Ciencia del Suelo*. 40(2), 257-267.
- Moisés, J., Martínez, J. M., Iocoli, G. A., Duval, M. E. & Galantini, J.A. (2022a). Spectrometric evaluation of biotransformed agro-industrial residues and their humic substances by UV-visible and infrared spectroscopy and their effect on winter wheat productivity. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 12(3), 351-366.

- Nyamangara, J., Piha, M. I. & Giller K. E. (2003). Effect of combined cattle manure and mineral nitrogen on maize N uptake and grain yield. *African Crop Science Journal*. 11(4), 389-300.
- Orden, L., Ferreiro, N., Satti, P., Navas-Gracia, L. M., Chico-Santamarta, L. & Rodríguez, R. A. (2021). Effects of onion residue, bovine manure compost and compost tea on soils and on the agroecological production of onions. *Agriculture*. 11(10), 962.
- Sampedro, I., D'Annibale, A., Ocampo, J. A., Stazi, S. R. & García-Romera, I. (2005) Bioconversion of olive-mill dry residue by *Fusarium lateritium* and subsequent impact on its phytotoxicity. *Chemosphere*. 60, 1393-1400.
- Si, P., Liu, E., He, W., Sun, Z., Dong, W., Yan, C. & Zhang, Y. (2018). Effect of no-tillage with straw mulch and conventional tillage on soil organic carbon pools in Northern China. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 64(3), 398-408.
- Soil Survey Staff (2010). Keys to Soil Taxonomy, 11th ed. USDA-Natural Resources 22. Conservation Service, Washington, DC.