



EVALUACIÓN DE LA RESPIRACIÓN DE DIFERENTES SUELOS A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Moisés, Juliana¹; F.M., López¹ y J.A. Galantini²

¹CERZOS-CONICET, Dpto. Agronomía-Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina; ²Comisión Investigaciones Científicas (BA). imoises@cerzos-conicet.gob.ar

RESUMEN: La aplicación de materiales orgánicos a los suelos es beneficiosa para mantener la calidad del suelo, para optimizar su aprovechamiento, es indispensable conocer la dinámica de la degradación de las enmiendas pos aplicación al suelo. La respiración es la técnica más empleada para determinar la actividad biológica del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar la respiración de tres suelos diferentes, al aplicar distintos residuos de origen agroindustrial, disponibles en el sudoeste bonaerense. Se realizó una incubación bajo condiciones controladas, con tres suelos diferentes y con aplicación de 6 residuos, a razón de 150 kg N/ha. En los días 1, 2, 3, 4, 7, 14, 21, 28, 42, 54 y 60 se tomaron muestras y se determinó el CO₂ desprendido por titulación. Se hizo una caracterización de los suelos y de los residuos. La tasa de respiración fue diferente según la relación C:N de los residuos aplicados, se identificó la tasa máxima de respiración entre los días 2 y 4, para los tres suelos, habiéndose estabilizado para el día 11, a partir de esa fecha no se vieron diferencias respecto al testigo hasta el final de la incubación. Se observó que la relación C:N de los residuos influye en las variaciones de la mineralización para los diferentes suelos. En el suelo con mayor contenido de MO, la relación C:N del residuo explica en gran medida la tasa de respiración ($R^2=0,85$). Sin embargo, al disminuir el contenido de MO del suelo, la relación C:N tiene menor injerencia en ese comportamiento ($R^2: 0,60$ y $0,67$). Es necesario profundizar en estudios que relacionen la mineralización de los residuos con la disponibilidad de nutrientes en diferentes suelos de la región.

PALABRAS CLAVE: enmiendas, mineralización, materia orgánica.

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica (MO) del suelo constituye un sistema complejo de sustancias regulada por el aporte de residuos orgánicos y su transformación continua a través de factores biológicos, químicos y físicos (Galantini, 2001). La aplicación de materiales orgánicos como enmienda a los suelos agrícolas es beneficioso no sólo para la producción de cultivos sino también para mantener la calidad del suelo (van Heerden *et al.*, 2002). Las características químicas de las enmiendas varían, principalmente por el material inicial, y también por el tipo y tiempo de proceso (Campitelli & Ceppi, 2008). Para optimizar el reciclaje de los nutrientes de las enmiendas se deben considerar no solo criterios agrícolas sino también ambientales. En este sentido, es indispensable conocer la dinámica de la degradación de las enmiendas pos aplicación al suelo (Locoli, 2018).

Durante la descomposición de la MO, los nutrientes orgánicos se convierten en formas inorgánicas disponibles para las plantas, conocido como mineralización (Guerrero Ortiz *et al.*, 2012). Estos procesos son conducidos principalmente por comunidades muy dinámicas de descomponedores, principalmente microorganismos (Manzoni & Porporato, 2009). La capacidad de mineralización hace referencia a la potencialidad de los suelos para descomponer compuestos orgánicos de C en CO₂, de transformar el N orgánico en NH₄⁺ y luego en convertirlo en NO₃⁻, y de degradar P orgánico en inorgánico (He *et al.*, 2009).

Organizado por:



Ministerio de
Producción
Gobierno del Pueblo del Chaco

La respiración es la técnica más empleada para determinar la actividad biológica del suelo. La evolución del CO₂ representa una medición integral de la respiración del suelo o respiración edáfica basal es decir, representa la estimación de la actividad microbiana (García & Rivero, 2008). El objetivo de este estudio fue evaluar la respiración de tres suelos diferentes, al aplicar distintos residuos de origen agroindustrial, disponibles en el sudoeste bonaerense.

MATERIALES Y MÉTODOS

Suelos

Se llevó a cabo un ensayo de incubación, para el que se seleccionaron tres suelos diferentes (profundidad de 0-20 cm). La muestra compuesta se secó al aire, se tamizó (malla de 2 mm) y se homogenizó. Se determinaron las siguientes propiedades químicas: MO total a través del método de calcinación en mufla. Se determinó N -nitratos (N-NO₃) mediante destilación por arrastre de vapor (Mulvaney, 1996) y P extraíble (Pe) (Bray y Kurtz, 1954). Además se realizó la determinación de fracciones granulométricas por el método de la pipeta Robinson (Gee, 1986). Los datos analíticos de los suelos se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de los suelos utilizados.

Suelo	MO %	N-NO ₃ mg kg ⁻¹	Pe	Arcilla	Limo	Arena	Textura
				%			
S1	2,5	36	17,7	17,1	32	50,9	Franco
S2	1,4	27,5	4,9	20,1	44,8	35,1	Franco
S3	1,2	18	10	6,6	10,7	82,7	Arenosa-franco

MO: Materia orgánica; N-NO₃: nitrógeno de nitratos ; Pe: fósforo extraíble

Residuos

Los tratamientos corresponden a la aplicación de diferentes residuos agroindustriales sin transformar y biotransformados. Se utilizó cáscara de girasol sin modificar (CG), cáscara de girasol compostada junto a estiércol ovino (CG_{Cm}), cáscara de girasol biotransformada con hongo *P. ostreatus* (CG_{Ple}) y hongo *G. lucidum* (CG_{Gan}), alperujo estabilizado a campo (Al) y un compost obtenido a partir de estiércol bovino junto a residuos de la producción de cebolla (CmEC).

Para su caracterización química (Tabla 2) y su aplicación, todos los residuos fueron secados a estufa a 60°C por 48 horas y molidos con malla de 1 mm. Se realizaron las siguientes determinaciones químicas: carbono orgánico total (COT) por analizador automático Leco truspec (Leco Corporation, St Joseph, MI), nitrógeno total (Nt) mediante el método de Kjeldahl (Bremner, 1996) y se determinó su relación C:N. Las dosis que se aplicaron de los residuos fue de 150 kg N/ha, en función del contenido de N equivalente.

Tabla 2. Caracterización química de los materiales.

Residuo	COT g kg ⁻¹	N total g kg ⁻¹	C:N
CG	617	7,84	78,7
CG Cm	522	23,92	21,8
CG Ple	569	9,05	62,9
CG Gan	434	12,03	36,1
Al	756	11,57	65,3
CmEC	195	17,41	11,2

CG: Cáscara de girasol sin modificar; CG_{Cm}: cáscara de girasol compostada junto a estiércol ovino; CG_{Ple}: cáscara de girasol biotransformada con hongo *P. ostreatus* y CG_{Gan}, con hongo *G. lucidum*; Al: alperujo estabilizado a campo ; CmEC compost de estiércol bovino y residuos de la producción de cebolla; COT: carbono orgánico total; Nt : nitrógeno total.

Preparación de la incubación

Se utilizaron frascos de 750 mL y viales de plástico de 30 mL. Las muestras de 100 gr de suelo, se distribuyeron en los frascos, se humedecieron hasta el 50% del porcentaje de saturación (PS) y se pre incubaron una semana en estufa a 25 °C. Luego se les aplicaron los tratamientos y se humedecieron con agua destilada hasta alcanzar una humedad del 60% del PS; se colocó un vial plástico por frasco con 30 mL de NaOH (0,5 N) y se incubaron en estufa a 25° C. En los días 1, 2, 3, 4, 7, 14, 21, 28, 42, 54 y 60 se tomaron muestras y se determinó el CO₂ desprendido por titulación. Se agregaron además tres blancos sin suelo, y tres testigos por suelo, sin residuos. Se determinó el CO₂ producido por la actividad biológica del suelo con los diferentes tratamientos por un método similar al establecido por Zibilske (1994).

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de la varianza (ANAVA) para comparar las tasas de respiración y el carbono total emitido. La comparación de medias se realizó por el test de diferencias mínimas significativas de Fisher ($p < 0,05$). Se realizó una regresión simple para evaluar la asociación entre el contenido de materia orgánica del suelo y la respiración basal. Además, se realizaron correlaciones de Pearson para evaluar la relación entre la respiración y la relación carbono:nitrógeno de los materiales. Para todos los análisis estadísticos se utilizó el software estadístico Infostat (Di Rienzo et al., 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar la tasa de respiración diaria de los residuos en los diferentes suelos, no se encontró una interacción significativa entre suelo y residuo ($p=0,7392$). Al analizar los diferentes residuos, se observó que la tasa de respiración de la CG es significativamente superior al resto de los residuos ($p < 0.05$). La CG Gan y el Al lo siguen, luego la CG Ple, siendo las tasas correspondientes a los dos compost las menores. En la Figura 1, se puede observar que la máxima tasa de respiración en todos los suelos se da en los días 2 y 4, encontrándose diferencias significativas respecto al testigo hasta el día 11, para luego estabilizarse en valores que no presentan diferencias significativas respecto al testigo hasta el día 60 que finalizó la incubación. Esto coincide por los resultados presentados por Guerrero Ortiz (2012), donde con su estudio de aplicación de abonos orgánicos, identificaron el mayor incremento en la respiración los primeros 10 días luego de la incorporación. Esto está relacionado a la degradación inmediata de las fracciones orgánicas lábiles de los materiales, con la consecuente producción de energía para el crecimiento de los microorganismos (Rivero y Hernández, 2001).

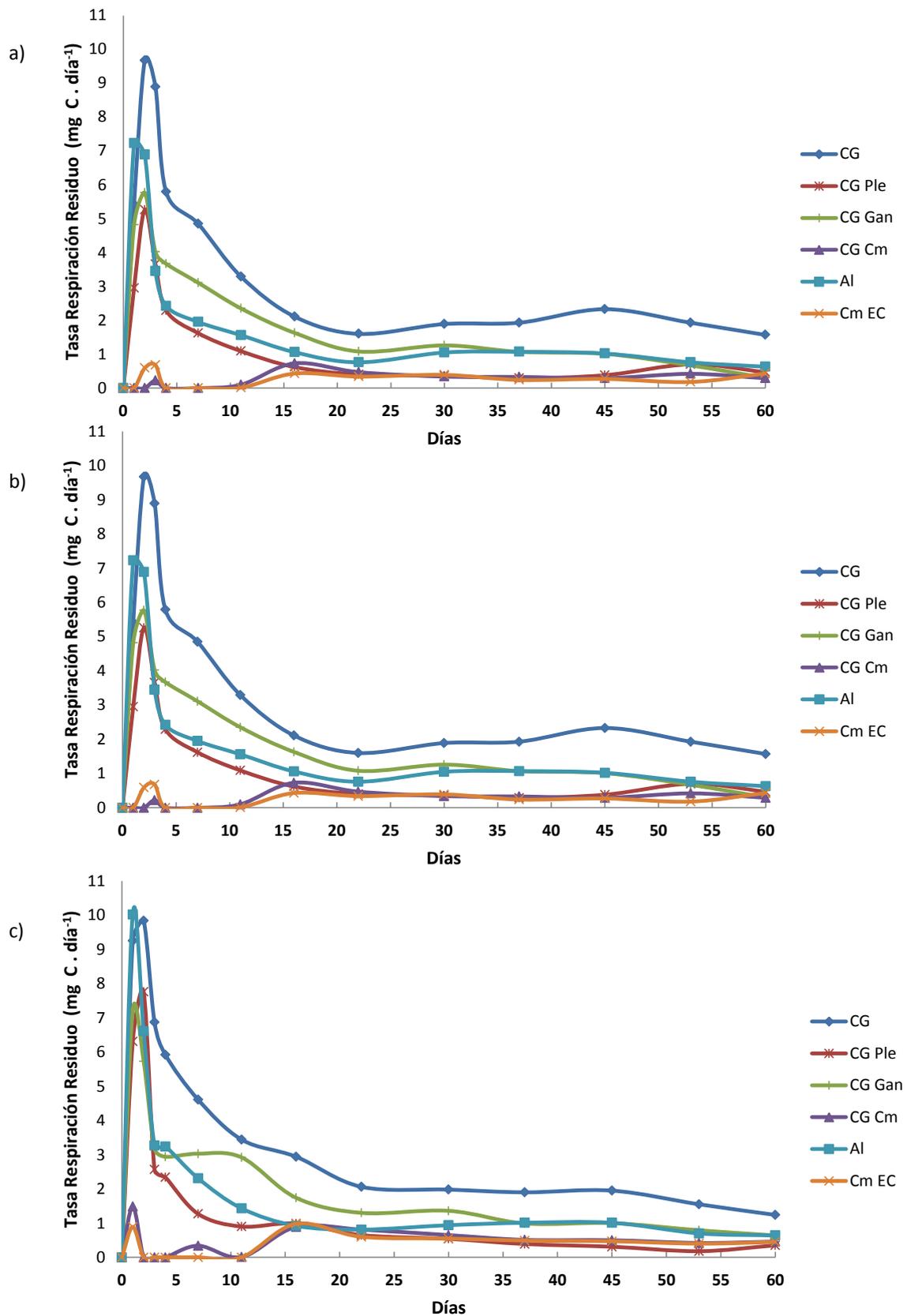


Figura 1. Tasa de respiración de los residuos por día de incubación, para el suelo 1 (a), suelo 2 (b) y suelo 3(c). Cáscara de girasol sin modificar (CG), cáscara de girasol compostada junto a estiércol ovino (CG_{Cm}), cáscara de girasol biotransformada con hongo *P. ostreatus* (CG_{Ple}) y con hongo *G. lucidum* (CG_{Gan}), alperujo estabilizado a campo (Al) y compost de estiércol bovino y residuos de la producción de cebolla (CmEC).

En cuanto a la respiración basal, se encontraron diferencias importantes entre los diferentes suelos (datos no presentados). Al analizar los factores que determinarían estas diferencias, se encontró que el contenido de materia orgánica explicaría en gran medida estas variaciones ($R^2=0,99$). Al analizar los factores que determinan las variaciones de la mineralización de los diferentes residuos para cada suelo se observó que estaba muy relacionado con la relación C:N de los residuos (Figura 2). En el suelo con mayor contenido de MO, la relación C:N del residuo explica en gran medida la tasa de respiración ($R^2=0,85$). Sin embargo, al disminuir el contenido de MO del suelo, la relación C:N tiene menor injerencia en ese comportamiento (R^2 : 0,60 y 0,67). En este sentido, sería importante profundizar qué factores edáficos y de los características de los residuos modificarían la mineralización para comprender la dinámica de nutrientes, desprendimiento de C y poder realizar el mejor manejo de los residuos disponibles en la región.

CONCLUSIONES

El contenido de MO de los suelos explicaría en gran medida las variaciones observadas en la respiración basal de los diferentes suelos evaluados, independientemente del suelo. Los residuos con mayor relación C:N fueron los que presentaron una mayor tasa de respiración, la relación C:N de los residuos explicaría en gran medida, la mineralización de los residuos, independientemente del suelo donde se aplique. Es necesario profundizar en estudios que relacionen la mineralización de los residuos con la disponibilidad de nutrientes en diferentes suelos de la región.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de Unidades Ejecutoras CERZOS- *Bioconversión y valorización de residuos agroindustriales del sudoeste bonaerense*; y el Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica *“Uso de residuos agroindustriales biotransformados en sistemas productivos del sudoeste bonaerense: efectos sobre la calidad edáfica y ambiental”* (PICT 2017-1962). Además, al Laboratorio de Biotecnología de Hongos comestibles y medicinales (LBHCyM-CERZOS) y al EEA INTA Hilario Ascasubi.

BIBLIOGRAFÍA

- Bremner JM. 1996. Nitrogen – Total. En: *Methods of Soil Analysis*, part 3. Ed. Sparks DL, Chemical Methods, 1085-1123.
- Bray R & L Kurtz. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Science*, 59:39- 45.

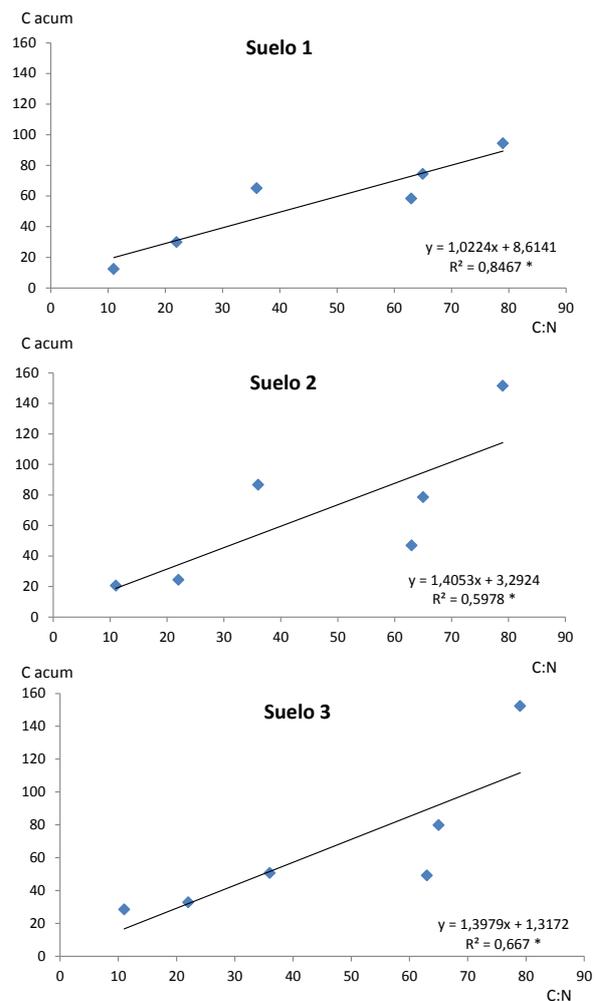


Figura 2. Relación entre la relación C:N de los residuos y el carbono total desprendido (C acum), para los diferentes suelos.

* Regresión significativa ($p < 0,05$).

- Campitelli, P & S Ceppi. 2008. Chemical, physical and biological compost and vermicompost characterization: A chemometric study. *ChemometrIntellLab* 90: 64-71.
- Di Rienzo, JA; F Casanoves; MG Balzarini; L Gonzalez; M Tablada & CW Robledo. 2013. InfoStat, versión 2013, Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba.
- Galantini J A. 2001. Contenido y calidad de las fracciones orgánicas del suelo bajo rotaciones con trigo en la región semiárida pampeana. *RIA* 30: 125-146
- García, A. y C. Rivero. 2008. Evaluación del carbono microbiano y la respiración basal en respuesta a la aplicación de lodo papelerero en los suelos de la Cuenca del Lago de Valencia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 34: 215-229.
- Gee, G. W. and J. W. Bauder. 1986. Particle size analysis. Part 1 p. 383-409. In Klute, A. (ed.). *Methods of soil analysis*. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA.
- Guerrero-Ortiz, PL; R Quintero-Lizaola ; V Espinoza-Hernández; GS Benedicto-Valdés & MJ Sánchez-Colín. 2012. Respiration of CO₂ as an Indicator of Microbial Activity in Organic Fertilizers of Lupinus. *Terra Latinoamericana* 30: 355-362.
- He Z, Mao J, Honeycutt C W, Ohno T, Hunt J F, Cade-Menun B J. 2009. Characterization of plant-derived water extractable organic matter by multiple spectroscopic techniques. *Biol Fertil Soils* 45: 609-616.
- Iocoli, GA. 2018. Estudio integrado sobre la reutilización de residuos agropecuarios: caracterización, mineralización y capacidad fertilizante en suelos frágiles. Tesis de Doctor en Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Argentina.
- Manzoni S, Porporato A. 2009. Soil carbon and nitrogen mineralization: Theory and models across scales. *Soil Biol. Biochem* 51: 1355-1379.
- Mulvaney RL. 1996. Nitrogen- Inorganic forms. 1123-1184. In *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*. (Ed. DL Sparks), SSSA- ASA, Madison, WI, USA.
- Rivero, C & E Hernández. 2001. Efecto de la aplicación de dos tipos de compost en la evolución de CO₂ y la actividad de fosfatasa en un suelo inceptisol. *Venesuelos* 9: 24-32.
- Van Heerden, I; C Cronjé; SH Swart & JM Kotzé. 2002. Microbial, chemical and physical aspects of citrus waste composting. *Bioresourc. Technol.* 81:71-76.
- Zibilske LM. 1994. Carbon Mineralization. In: *Methods of soil analysis, Part 2, Microbiological and Biochemical Properties*. Weaver *et al.* (eds.). Soil Sci. Soc. of America Inc., Wisconsin, USA. Pp. 835-863.