

C4P141. EL CARBONO ACTIVO COMO INDICADOR DE CAMBIOS EN LA DINAMICA DEL CARBONO ORGANICO DEL SUELO

Vázquez, Juan Manuel^{*1,3}, Merani, Victor³; Larrieu, Luciano³; Ferro, Daniel³; Millán, Guillermo³; Muñoz, Matías y Melani, Esteban²

1Universidad Nacional de Luján, Ruta 5 y Constitución, Luján.

2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Agencia de Extensión Rural Chascomús, Mitre 202.

3 UNLP Cátedra de Edafología. Facultad de Ciencias Agraria y Forestales. Contacto: labedafo@agro.unlp.edu.ar

*Departamento de Tecnología, Universidad Nacional de Luján, Ruta 5 y Constitución, Luján, Buenos Aires, Argentina (CP 6700). juanmvaz@hotmail.com

RESUMEN

La materia orgánica del suelo es un parámetro relevante para el manejo sustentable del mismo pero las variaciones en el contenido de materia orgánica del suelo en respuesta a cambios en las prácticas de manejo, son lentas y se observan varios años después, cuando es demasiado tarde para modificar el manejo. El carbono activo es una fracción del carbono orgánico del suelo asociado al carbono lábil, sobre el que muchos estudios han reflejado la sensibilidad del método ante variaciones en las prácticas de manejo, pero que no ha sido evaluado en los suelos de la Región Pampeana. El objetivo de este trabajo es evaluar la evolución de distintas fracciones del carbono orgánico del suelo entre siembra directa y labranza convencional. Se midió el contenido de carbono orgánico total y de carbono activo, de 0 a 5 cm y de 0 a 20 cm entre tratamientos de labranza convencional y siembra directa, en un ensayo de 18 años de duración. Se encontró que el carbono activo es un indicador más sensible que el carbono orgánico total para evaluar cambios en la dinámica del carbono entre tratamientos de labranza. Las diferencias se limitaron a los primeros centímetros del suelo.

Palabras claves: materia orgánica particulada, labranza, siembra directa

INTRODUCCIÓN

La materia orgánica del suelo es un parámetro relevante para el manejo sustentable del mismo (Weil & Magdoff, 2004). Sin embargo, las variaciones en el contenido de materia orgánica del suelo en respuesta a cambios en las prácticas de manejo, son lentas y se observan varios años después, cuando es demasiado tarde para modificar el manejo (Awale *et al.*, 2017). Las fracciones lábiles de la materia orgánica del suelo son solo una pequeña porción del total y tienen una importante tasa de renovación que es más sensible al uso y manejo, por lo que son utilizadas como indicadores tempranos de cambio en la dinámica de la materia orgánica del suelo (Garten & Wulfschleger, 1999; Leifeld & Kögel-Knabner 2005; Galantini & Suñer, 2008; Xu *et al.*, 2011). Weil *et al.*, (2003) desarrollaron un método sencillo para determinar una fracción del carbono orgánico del suelo que denominaron carbono activo, mediante la oxidación con permanganato de potasio diluido ($0,02 \text{ mol L}^{-1}$), asumiendo que la acción del oxidante era comparable a la de las enzimas de los microorganismos que descomponen la materia orgánica del suelo. Lucas (2004), sostiene que la concentración de KMnO_4 determina que fracción es oxidada, encontrando para la concentración de $0,02 \text{ molar}$ del método de Weil *et al.* (2003), una fuerte correlación con el carbono de la biomasa microbiana. Culman *et al.* (2012), sostienen que a pesar de que la química de la reacción de oxidación del carbono orgánico con KMnO_4 no ha sido completamente dilucidada, muchos estudios han reflejado la sensibilidad del método ante variaciones en las prácticas de manejo.

Al utilizar indicadores tempranos de cambios en la dinámica de la materia orgánica del suelo se encuentran diferencias entre distintas prácticas de manejo como rotaciones de cultivos, sistemas de labranza o aplicación de fertilizantes (Galantini & Suñer, 2008). Al evaluar distintos sistemas de labranza, Plaza-Bonilla *et al.*, (2014), encontraron incrementos de carbono activo en sistemas en siembra directa respecto de labranza convencional para los primeros 5 centímetros del suelo. Por el contrario encontraron reducciones de carbono activo en sistemas en siembra directa respecto de labranza convencional de 5 a 20 y 20 a 40 cm de profundidad. Culman *et al.* (2012), sostienen que el carbono activo sería adecuado para detectar cambios en el manejo relacionados a labranza luego de 2 a 4 años. Melero *et al.* (2009) reportó que el carbono activo es uno de los indicadores más sensitivos para evaluar el impacto de la labranza conservacionista en Entisoles franco arcillo arenosos y Vertisoles arcillosos en el sudoeste semiárido de España.

Respecto al efecto de los sistemas de labranza sobre el carbono orgánico del suelo, Chenu *et al.* (2017), no encontraron diferencias en la mineralización de la materia orgánica entre parcelas con siembra directa y labranza convencional. Sostienen que aunque la siembra directa es una de las prácticas de manejo más importantes para

incrementar la materia orgánica del suelo, en los últimos años se ha cuestionado que su efecto se limita a la capa superficial del suelo y es extremadamente variable entre climas y tipos de suelos, planteando que el incremento de la producción de biomasa fue más efectivo para incrementar el contenido de carbono orgánico del suelo. Sin embargo Andriulo *et al.* (1999), luego de estudiar diferentes rotaciones y monocultivos sostiene que llegan a idénticas reservas de carbono al equilibrio sin importar que cantidades de residuos de cosecha que aportan. En cuanto a la estratificación en profundidad, si bien en los sistemas en siembra directa, la materia orgánica es protegida físicamente de la mineralización (Six *et al.*, 2000), la falta de incorporación de residuos de cosecha puede reducir la estabilización de la materia orgánica en las capas subsuperficiales del suelo (Gregorichet *et al.*, 2009).

El objetivo de este trabajo es evaluar la evolución de distintas fracciones del carbono orgánico del suelo entre siembra directa y labranza convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue llevado a cabo en la Chacra Experimental Integrada Chascomús a 35°44' S 58°03' O; altitud 12 m sobre el nivel del mar., en un suelo Argiudol abrúptico, fino, illítico, térmico (Soil Survey Staff, 2006). La distribución media de tamaño de partículas del horizonte A no varió entre tratamientos y fue de 25 % de arcilla, 41,5 % de limo, y 33,5 % de arena (franco). El contenido de materia orgánica al inicio del ensayo fue de 4,9 %. El clima en las regiones templado con 1000 mm de precipitaciones anuales.

Antes de aplicar los tratamientos los lotes habían estado bajo labranza convencional y con cultivos de maíz y soja por más de 20 años. En el año 2000 se aplicó un diseño experimental en bloques completos al azar con dos tratamientos: a) siembra directa (SD), y b) labranza convencional (LC) que consistió en una labranza con arado de discos a 0,20 m de profundidad, y un refinado posterior con rastra. Esta labranza se hizo en octubre cada año, antes de la siembra de maíz. Desde el año 2000 los cultivos han sido principalmente maíz, eventualmente girasol, y en invierno se sembró algunos años trébol como cultivo de cobertura de invierno. Las parcelas fueron de 30 m de ancho por 50 m de largo, tomándose una muestra compuesta en cada una, de 0 a 20 cm de profundidad. Además se tomaron muestras en el borde del ensayo bajo el alambrado de la parcela. En el laboratorio, sobre cada muestra se determinó: contenido de carbono orgánico total por Walkley-Black, SSSA (1996) y carbono activo por el método de Weil *et al* (2003). Los resultados fueron analizados mediante el análisis de varianza. En todos los análisis la significancia se determinó al valor de $p=0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se observa que luego de 18 años de diferentes tratamiento, labranza convencional y siembra directa, se encuentran diferencias significativas en el contenido de carbono orgánico total en los primeros centímetros del suelo. Aunque las secuencias de cultivos fueron las mismas para los dos tratamientos, la acumulación de rastrojos en superficie en siembra directa coincide con un mayor contenido de materia orgánica total hasta los 5 centímetros de profundidad.

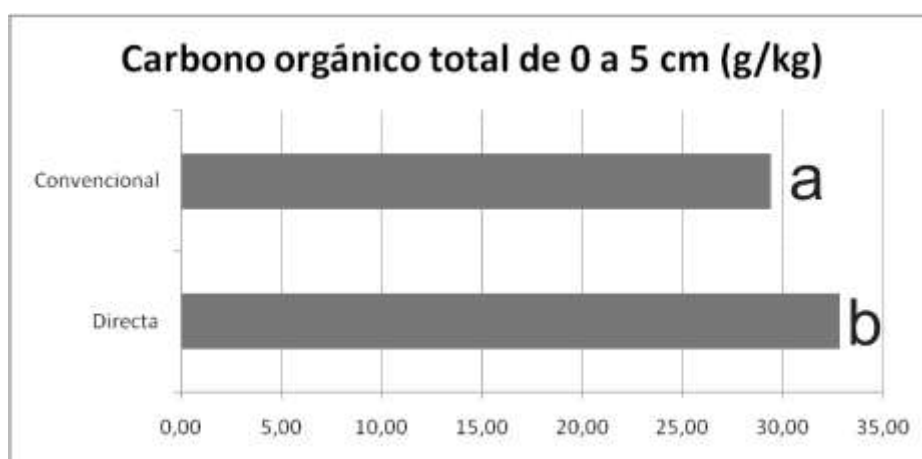


Figura 1: contenido de carbono orgánico total hasta los 5 centímetros de profundidad del suelo. Letras diferentes indican diferencias significativas (0,05).

En la figura 2 se observa que el carbono activo también presenta diferencias significativas entre tratamientos hasta los 5 centímetros de profundidad coincidiendo con lo encontrado por Plaza-Bonilla *et al*, (2014). Sin embargo debe

considerarse que mientras que la siembra directa presenta un 12% más de carbono orgánico total que la labranza convencional, el carbono activo presenta una diferencia de 25%. Esto indicaría que el carbono activo sería un indicador más sensible.

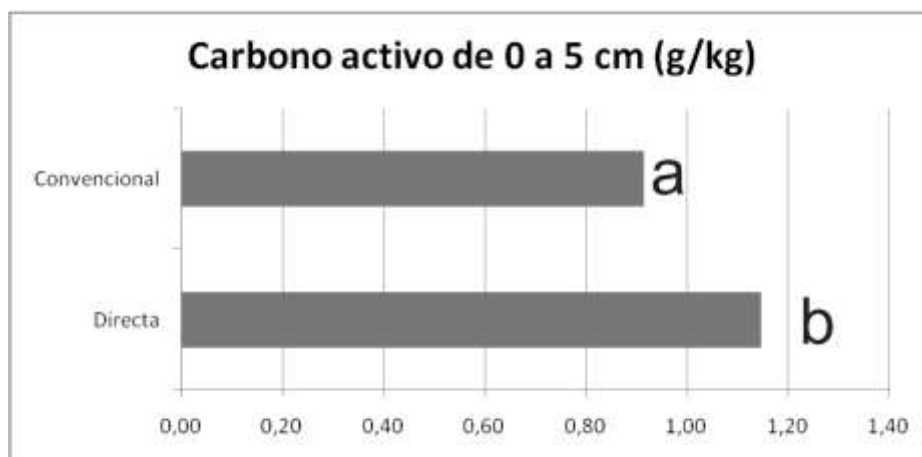


Figura 2: contenido de carbono activo hasta los 5 centímetros de profundidad del suelo. Letras diferentes indican diferencias significativas (0,05).

En la figura 3 se observa que no se encuentran diferencias significativas en el contenido de carbono orgánico total de 0 a 20 centímetros de profundidad del suelo entre los tratamientos de labranza convencional y siembra directa. Esto coincidiría con lo señalado por Chenu *et al.* (2017), en cuanto a que la diferencia entre la siembra directa y la labranza convencional sobre la dinámica del carbono orgánico del suelo se limita a la capa superficial del suelo.

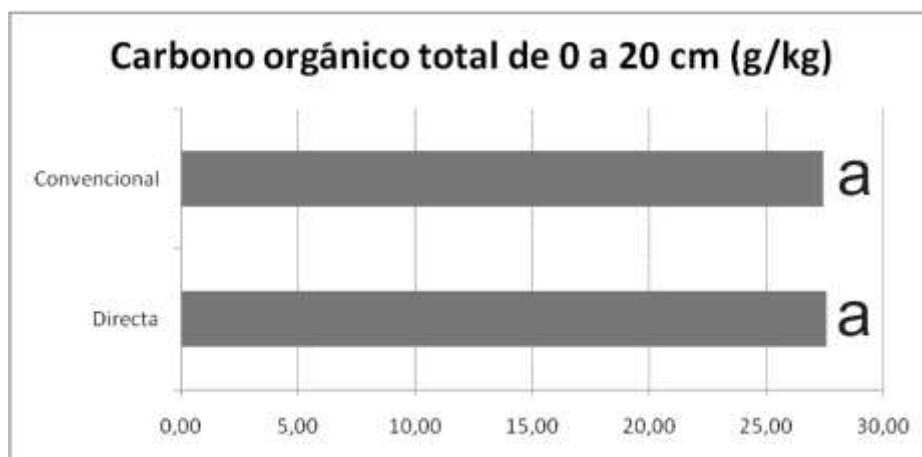


Figura 3: contenido de carbono orgánico total hasta los 20 centímetros de profundidad del suelo. Letras diferentes indican diferencias significativas (0,05).

En la figura 4 se encuentra que el carbono activo del suelo no presenta diferencias significativas de 0 a 20 centímetros del suelo, de la misma manera que se observó para el carbono orgánico total. En el gráfico se observa que la siembra directa presenta un pequeño incremento respecto a la labranza convencional pero este es tan solo de 2%.

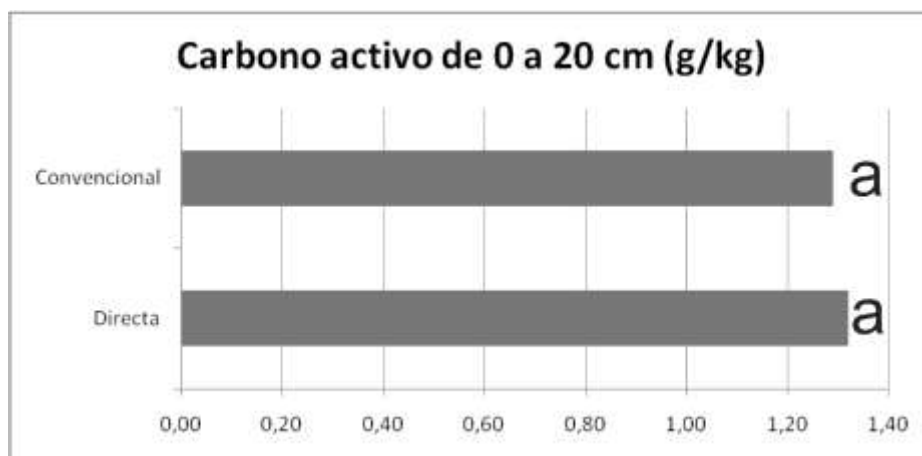


Figura 4: contenido de carbono activo hasta los 20 centímetros de profundidad del suelo. Letras diferentes indican diferencias significativas (0,05).

Del análisis de los datos se encuentra que en siembra directa tiende a aumentar el contenido de carbono orgánico del suelo en los primeros centímetros pero que esta diferencia se diluye cuando se considera una profundidad de 20 centímetros. El carbono activo que está asociado a la fracción lábil del carbono orgánico del suelo, resultó ser un indicador más sensible que el carbono orgánico total en suelos Molisoles coincidiendo con lo señalado por Melero *et al.* (2009) para Entisoles y Vertisoles.

CONCLUSIONES

El carbono activo es el indicador más sensible que el carbono orgánico total para evaluar cambios en la dinámica del carbono del suelo asociados a cambios en las prácticas de manejo de suelos.

BIBLIOGRAFÍA

- Andriulo, A., J. Guérif & B. Mary. 1999. Evolution of soil carbon with various cropping sequences on the rolling pampas. Determination of carbon origin using variations in natural ^{13}C abundance. *Agronomie*, 19(5): 349-364.
- Awale, R., M.A. Emeson & S. Machado. 2017. Soil organic carbon pools as early indicators for soil organic matter stock changes under different tillage practices in inland Pacific Northwest. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5: 96.
- Chenu C., R. Cardinael, B. Autret, T. Chevallier, C. Girardin, B. Mary. 2016. Agricultural practices that store organic carbon in soils: is it only a matter of inputs. En: *Geophysical-research-abstracts of the European Geosciences Union General Assembly 2016. EGU. Viena.*
- Culman, S. W., S.S. Snapp, M.A. Freeman, M.E. Schipanski, J. Beniston, R. Lal & J. Lee. 2012. Permanganate oxidizable carbon reflects a processed soil fraction that is sensitive to management. *Soil Science Society of America Journal*, 76(2): 494-504.
- De Boodt, M. & L. De Leenheer. 1967. Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. *West-European Methods for Soil Structure Determinations. State Faculty Agricultural Sciences, Ghent, Belgium.* 60-62.
- Galantini, J. A. & L. Suñer. 2008. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. *Agriscientia*, 25(1): 41-55.
- Garten, C.T. & S.D. Wullschlegel. 1999. Soil carbon inventories under a bioenergy crop (Switchgrass): measurement limitations. *Journal of Environmental Quality* 28: 1359 – 1365.
- Gregorich, E.G., M.R. Carter, D.A. Angers & C.F. Drury. 2009. Using a sequential density and particle-size fractionation to evaluate carbon and nitrogen storage in the profile of tilled and no-till soils in eastern Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, 89(3), 255-267.
- Leifeld J. & I. Kögel-Knabner. 2005 Soil organic matter fractions as early indicators for carbon stock changes under different landuse. *Geoderma* 124:143–155
- Melero, S., R. López-Garrido, J.M. Murillo & F. Moreno. 2009. Conservation tillage: Short-and long-term effects on soil carbon fractions and enzymatic activities under Mediterranean conditions. *Soil and Tillage Research*, 104(2): 292-298.



- Plaza-Bonilla, D., J. Alvaro-Fuentes & C. Cantero-Martínez. 2014. Identifying soil organic carbon fractions sensitive to agricultural management practices. *Soil and Tillage Research*, 139: 19-22.
- Weil, R.R., K.R. Islam, M.A. Stine, J.B. Gruver & S.E. Samson-Liebig. 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *Am. J. of Alt. Agric.* 18: 3–17.
- Weil, R. R. & F. Magdoff. 2004. Significance of soil organic matter to soil quality and health. En: Magdoff, F. & R.R. Weil (eds.), *Soil organic matter in sustainable agriculture*. CRC Press, Boca Raton.
- Xu, M., Y. Lou, X. Sun, W. Wang, M. Baniyamuiddin & K. Zhao. 2011. Soil organic carbon active fractions as early indicators for total carbon change under straw incorporation. *Biology and Fertility of Soils*, 47(7): 745-752.