



## Espacio de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias



Universidad Nacional de Mar  
del Plata Facultad de  
Ciencias Agrarias  
Ruta 226 KM 73,5  
CP 7620 - Balcarce -  
Argentina Tel: +54  
(2266) - 431856

[www.fca.mdp.edu.ar/sitio/](http://www.fca.mdp.edu.ar/sitio/)

**Abril de 2020**

---

### **CARBONO EXTRAÍBLE EN AGUA CALIENTE Y CARBONO OXIDABLE POR PERMANGANATO DE POTASIO, ¿POSIBLES INDICADORES DE SALUD EDÁFICA EN EL SUDESTE BONAERENSE?**

Silvia Rodriguez\*, María C. Baeza, Germán F. Domínguez, Natalia L. Clemente y Guillermo A. Studdert

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, Ruta Nac.226 km 73,5, Balcarce,  
Argentina. \*[srodriguez@mdp.edu.ar](mailto:srodriguez@mdp.edu.ar)

Durante las últimas décadas, el cambio en el uso del suelo y la utilización de prácticas de manejo inadecuadas han provocado pérdida gradual de la capacidad del suelo de cumplir con sus funciones, es decir, de salud edáfica. Esto ha conducido a la necesidad de monitorear rutinariamente el estado de salud del suelo para poder diagnosticar y cuantificar el grado de degradación y, consecuentemente, implementar prácticas de manejo que permitan revertir aquel deterioro. Si bien la salud edáfica no se puede medir directamente, sí se puede determinar integrando la información proporcionada por una serie de variables que se utilizan como indicadores de salud edáfica (ISE). No cualquier variable edáfica puede utilizarse como ISE, para ello deben ser sensibles a las prácticas de manejo, fáciles de medir e interpretar, obtenidas mediante técnicas sencillas y de bajo costo, y deberían relacionarse con una o más funciones y/o propiedades edáficas (Doran et al., 1999).

Algunas de las variables más utilizadas como ISE son la materia orgánica (MO) y la MO particulada (MOP). Sin embargo, ninguno de estos parámetros edáficos cumple totalmente con los requisitos de un ISE para monitoreos rutinarios frecuentes. Por un lado, la MO no permite detectar cambios en la salud del suelo en el corto a mediano plazo. Por otro lado, la MOP, si bien permiten detectar cambios tempranos en la salud del suelo, la técnica para su determinación analítica no es adoptada como análisis de rutina, por los laboratorios de servicio de análisis de suelo, debido a la relativa complejidad operativa y al tiempo que insume.

Existen otros métodos que cuantifican fracciones lábiles de la MO y que podrían ser adoptados como análisis de rutina por los laboratorios de servicio a productores, pero que aún no están estandarizados para las condiciones edafoclimáticas del sudeste de la provincia de Buenos Aires (SEB). Entre dichos métodos pueden mencionarse al carbono extraíble en agua caliente (CAC) (Ghani et al., 2003) y el carbono oxidable por una solución diluida de permanganato de potasio (CoxP) (Weil et al., 2003). Tanto el CAC como el CoxP podrían utilizarse como ISE ya que, representan fracciones orgánicas lábiles que detectan en forma temprana los cambios en el contenido de MO inducidos por prácticas de manejo como la labranza, el sistema de cultivo y la fertilización (Ghani et al., 2003; Weil et al., 2003). Asimismo, tanto el CAC como el CoxP, se relacionan con numerosas variables utilizadas habitualmente como ISE y con funciones que definen la salud edáfica (Ghani et al., 2003; Weil et al., 2003).

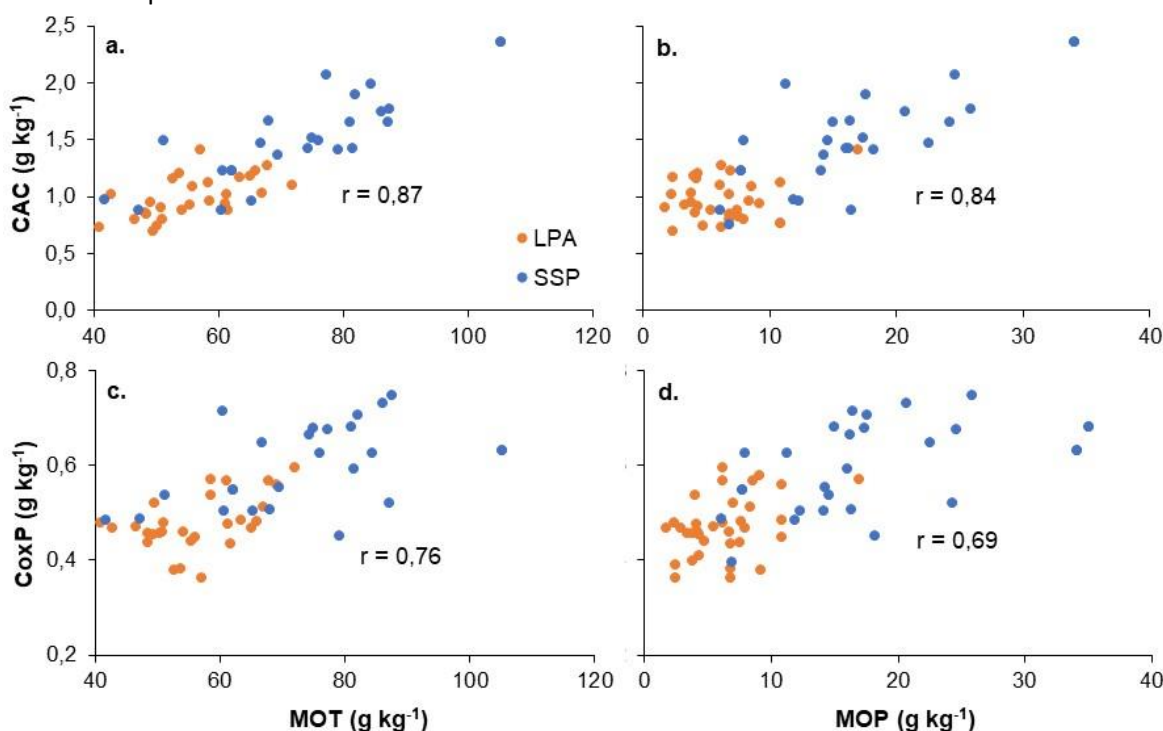
Con el objetivo de tener una primera aproximación del comportamiento del CAC y del CoxP como ISE en las condiciones edafoclimáticas del SEB, se analizó la magnitud de los cambios en CAC y CoxP producidos por el uso agrícola, en comparación con los producidos en la MO total (MOT) y en la MOP, y la relación de CAC y de CoxP con la MOT y la MOP. Para poder cumplir con estos objetivos, se tomaron muestras de suelo a 0-20 cm de profundidad, en diferentes establecimientos agropecuarios de once partidos del SEB. En cada establecimiento, se extrajeron muestras de suelo de un lote de producción agrícola (LPA), la mayoría con más de 10 años de agricultura continua bajo siembra directa, y de una situación seudoprístina (SSP) (sectores sin disturbios durante muchos años que fueran equiparables a la condición original y con el mismo suelo que el correspondiente al LPA). En dichas muestras se determinó CAC, CoxP, MOT y MOP.

A pesar de que el sistema de labranza empleado en la gran mayoría de los LPA fue siembra directa, el contenido de las cuatro variables edáficas estudiadas fue menor ( $p < 0,05$ ) respecto a las SSP (Tabla 1). En promedio, el contenido de MOT fue un 28% menor, el de MOP un 65% menor, el de CAC un 35% menor, y el de CoxP un 22% menor en los LPA respecto a las SSP. Para las condiciones del SEB, si bien todas las variables estudiadas fueron capaces de detectar cambios en el suelo debido a su uso, ni CAC ni CoxP presentaron mayor sensibilidad al uso agrícola de los suelos respecto a MOP, que es la variable que presentó mayor sensibilidad.

**Tabla 1: Contenido promedio ( $\pm$  desvío estándar) de materia orgánica (MO) total (MOT), MO particulada (MOP), carbono extraíble en agua caliente (CAC) y carbono oxidable por una solución diluida de permanganato de potasio (CoxP), en los lotes de producción agrícola (LPA) y en las situaciones seudoprístinas (SSP), para 0-20 cm de profundidad, en suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires.**

| Situación de uso | MOT                                       | MOP              | CAC             | CoxP            |
|------------------|---|------------------|-----------------|-----------------|
|                  | ----- g C kg de suelo <sup>-1</sup> ----- |                  |                 |                 |
| <b>LPA</b>       | 53,8 $\pm$ 10,7                           | 6,29 $\pm$ 3,18  | 0,97 $\pm$ 0,18 | 0,47 $\pm$ 0,06 |
| <b>SSP</b>       | 74,3 $\pm$ 18,0                           | 17,99 $\pm$ 8,66 | 1,49 $\pm$ 0,43 | 0,60 $\pm$ 0,09 |

Por otro lado, es importante resaltar que ambas variables, CAC y CoxP se relacionaron de manera positiva y altamente significativa ( $p < 0,01$ ) tanto con la MOT como con la MOP (Figura 1a, 1b,  $r = 0,87$  y  $0,84$ , y Figura 1c, 1d,  $r = 0,76$  y  $0,69$ , respectivamente), siendo el CAC la variable que presentó el mayor coeficiente de correlación de Pearson. El hecho de que ambas variables estén estrechamente relacionadas tanto con la MOT como con la MOP (ISE mundialmente adoptados), sería sumamente alentador para continuar con la caracterización del CAC y CoxP como potenciales ISE. Además, la estrecha relación detectada, sería un indicio de que, ambas variables, podrían utilizarse como predictores de la dinámica de la MO, componente del suelo que más incide sobre la capacidad de funcionamiento y recuperación del mismo ante un disturbio. Asimismo, la disminución en el contenido de cualquiera de aquellas dos propiedades del suelo estaría alertando respecto a una disminución del contenido de carbono orgánico en los suelos y, consecuentemente, podría estar informando de una posible alteración de las propiedades vinculadas con el funcionamiento del suelo y la productividad de los cultivos. Es decir que, podrían estar alertando tempranamente sobre el deterioro de la salud edáfica.



**Figura 1:** Carbono extraíble en agua caliente (CAC) en función de la materia orgánica (MO) total (MOT) (a) y de la MO particulada (MOP) (b), y carbono oxidable por una solución diluida de permanganato de potasio (CoxP) en función de la MOT (c) y de la MOP (d) a 0-20 cm de profundidad, en lotes de producción agrícola (LPA) y situaciones pseudoprístinas (SSP) de suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires. Se presenta el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ).

Si bien el CoxP, en comparación con el CAC, fue la variable que presentó la menor sensibilidad al uso del suelo y el menor coeficiente de correlación de Pearson al relacionarla con la MOT y la MOP, es importante resaltar que se obtiene mediante un método sumamente sencillo, rápido y económico que permitiría determinar el estatus de carbono orgánico del suelo. Además, la determinación de CoxP se ha adaptado para su uso directamente en el campo (Weil et al., 2003; Culman et al., 2012). Por lo tanto, la determinación del CoxP podría ser de mucha utilidad para estimar el contenido de MOT y, gracias a su posible uso in situ, podría ser fácilmente adoptado por los asesores privados para diagnósticos rápidos del estado de degradación de los suelos.

En experimentos futuros, sería valioso evaluar cómo responden estas variables en sitios con diferentes prácticas de manejo (por ejemplo, diferentes rotaciones de cultivos, diferentes sistemas de laboreo, etc.), ya que en la bibliografía se cita a ambas variables (CAC y CoxP) como muy sensibles a los diferentes sistemas de manejo de los suelos. Además, sería necesario analizar cómo se relacionan con otras propiedades del suelo comúnmente utilizadas como ISE, como podrían ser, por ejemplo, el nitrógeno de amonio mineralizado durante incubación anaeróbica corta y la estabilidad de los agregados. Por otra parte, sería interesante, en relación con la determinación de CoxP, evaluar diversas modificaciones experimentales con el objetivo de obtener un incremento en su sensibilidad, como podrían ser la concentración del reactivo oxidante y el tiempo de contacto con el mismo.

*La información de este trabajo es parte de la Tesis de Maestría en Producción Vegetal (Área de Posgrado de Ciencias de las Plantas y Recursos Naturales, Programa de Posgrado en Ciencias Agrarias) de la primera autora, realizada en el Grupo de Investigación “Manejo Sustentable del Suelo” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Mar del Plata.*

## BIBLIOGRAFÍA

- Culman S.W.; Snapp, S.S.; Freeman, M.A.; Schipanski, M.M.; Beniston, J.; Lal, R.; Drinkwater, L.A.; Franzluebbers, A.J.; Glover, J.D.; Grandy, A.S.; Lee, J.D.; Six, J.; Maul, J.E.; Mirsky, S.B.; Spargo, J.T.; Wander, M.M. 2012. Permanganate oxidizable carbon reflects a processed soil fraction that is sensitive to management. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 76:494-504.
- Doran, J.W.; Jones, A.J.; Archad, M.A.; Gilley, J.E. 1999. Determinants of soil quality and health. In: Lal, R. (ed.) *Soil Quality and Soil Erosion*. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, EEUU. pp. 17-36.
- Ghani, A.; Dexter, M.; Perrott, K.W. 2003. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. *Soil Biol. Biochem.* 35:1231–1243.
- Weil, R.R.; Islam, K.R.; Stine, M.A.; Gruver, J.B.; Samson-Liebig, S.E. 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *Am. J. Alternative Agr.* 18:3-17.

---

Universidad Nacional de Mar del Plata  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Ruta 226 KM 73,5  
CP 7620 - Balcarce - Argentina  
Tel: +54 (2266) - 431856  
[www.fca.mdp.edu.ar/sitio/](http://www.fca.mdp.edu.ar/sitio/)

