

## Factores de control en la dinámica del Carbono Orgánico de los suelos de la Región de Murcia

J. Albaladejo<sup>(1,2)</sup>, M. Martínez-Mena<sup>(1)</sup>, M. Almagro<sup>(1)</sup>, A. Ruiz-Navarro<sup>(1)</sup>, R. Ortiz<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Grupo de Conservación de Suelos CEBAS-CSIC. Campus de Espinardo, 30100 Murcia (España).  
E-mail: [jalba@cebas.csic.es](mailto:jalba@cebas.csic.es)

<sup>(2)</sup>Departamento de Química agrícola, Geología y Edafología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo, 30100. Murcia (España). E-mail: [rortiz@um.es](mailto:rortiz@um.es)

### RESUMEN

El secuestro y acumulación de C en el suelo es un medio útil para reducir la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> y mitigar el cambio climático. El objetivo de este estudio fue identificar los factores clave que determinan la acumulación y permanencia del CO en los suelos de la Región de Murcia. El estudio se realizó a partir de los datos procedentes del Mapa de Suelos 1:100.000 de la Región de Murcia. Los resultados evidenciaron que la cantidad de CO almacenado, en los 30 cm superficiales del suelo, difiere significativamente en función de los usos del suelo, tipo de suelo, altitud y textura. Se concluye que los cambios desde vegetación natural a suelo cultivado suponen la mayor causa de las pérdidas de CO del suelo. El aumento de la altitud y de la proporción de limo fino+arcilla favorece la acumulación de CO. Con la altitud se reduce la velocidad de mineralización de la materia orgánica y las partículas finas favorecen la protección física y la estabilización química del CO del suelo.

**Palabras clave:** secuestro de C, cambio global, Carbono orgánico del suelo.

### INTRODUCCIÓN

Los suelos representan la mayor reserva de Carbono en el ciclo terrestre de este elemento. Los suelos contienen unas tres veces más C que la vegetación y el doble que la atmósfera (Batjes, 1996). Por esta razón, los flujos de C entre suelo y atmósfera representan un aspecto clave para mitigar o acelerar el cambio climático. Sin embargo, no se tiene un conocimiento exacto de la cantidad total de Carbono Orgánico (CO) almacenado en el suelo, de los mecanismos y factores que regulan este flujo, ni de la capacidad que tienen los distintos suelos, en diferentes latitudes, para secuestrar y almacenar C. Estas lagunas en el conocimiento se deben, principalmente, a que se han realizado muchas estimaciones, a nivel global, de dudosa exactitud, pero faltan datos, más exactos y fiables, a escalas de mayor detalle, por ejemplo regional (Leifeld et al., 2004).

La cantidad de C almacenada en el suelo, depende de diferentes factores como condiciones climáticas locales, características específicas del suelo (textura, mineralogía, agregación, microbiología) y, muy especialmente, del tipo de uso y manejo del suelo.

La respuesta de los suelos a actuaciones y condiciones específicas de cada región, tales como uso histórico de los suelos, anomalías climáticas, características propias del suelo, etc., y sus efectos sobre la dinámica del CO, no se pueden predecir a partir de estudios globales. Para documentar adecuadamente los cambios en CO y realizar estimaciones precisas del C almacenado en el suelo, son necesarios estos estudios a nivel regional.

El objetivo de este estudio fue identificar los principales predictores de los contenidos en CO del suelo y estimar las pérdidas históricas de los suelos de la Región de Murcia.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### ***Área de estudio***

La Región de Murcia, situada en el Suroeste de España (38° 45' - 37° 23' Norte y 0° 41' - 2° 21' Oeste), tiene una extensión de 1.144.698 has, que se sitúan entre las altitudes de 0 y 2000 m. De la superficie total, el 56 % corresponde a tierras de cultivo y el 39 % son áreas forestales (EEA, 2000).

El clima es mediterráneo semiárido, con una temperatura media anual que varía entre 13°C y 19°C, la precipitación se sitúa entre 280 y 400 mm anuales y la evapotranspiración anual media es de 900 mm. La distribución de los tipos de suelos, según la WRB (FAO, 1998) es la siguiente: calcisol (47 %), regosol (21 %), leptosol (18 %), fluvisol (9.5 %) y otros (4.5 %).

#### ***Elaboración de la base de datos***

Todos los datos utilizados en este estudio proceden del Mapa de Suelos de la Región de Murcia 1:100.000 elaborado en el Proyecto LUCDEME. Esta base de datos consta de un total de 1053 muestras superficiales de suelo (0 -30 cm), tomadas en una malla regular cada 12 Km<sup>2</sup>, Cada muestra contiene información de: % de CO, tipo de suelo, uso, altitud (por su correlación con los parámetros climáticos), material original y textura.

Para la comparación de los contenidos en CO se realizaron las siguientes agrupaciones en usos del suelo, tipo de suelo, altitud, material original y textura:

- Usos del suelo: leñosas de secano, frutales en regadío, hortícolas en regadío, cereales, viñedo, barbecho, matorral y bosque. En estos tres últimos no se distinguió entre secano y regadío.
- Altitud: > 700 m y < de 700 m
- Textura: Se diferenciaron tres grupos en función del porcentaje de limo mas arcilla: < 30 %; 30 – 50 % y > 50%.
- Material original: Se establecieron cinco grupos: (i) calizas, conglomerados y sedimentos cuaternarios, (ii) sedimentos aluviales, (iii) margas y sedimentos margosos, (iv) sedimentos y rocas silicatads y metamórficas y (v) areniscas.
- Tipo de suelo: calcisol; leptosol + kastanozem; regosol + fluvisol

#### ***Análisis estadístico***

Se ha llevado a cabo utilizando el programa estadístico SPSS17. La normalidad de la distribución de los valores del carbono orgánico se ha comprobado usando el test de Kolmogorv-Smirnov. Dada la no normalidad de dicha variable, previamente a los análisis se ha realizado la transformación de la misma (usando la función raíz cuadrada). La comparación de los valores de carbono orgánico entre los distintos grupos establecidos se realizó con el test de Games-Howell (ANOVA). Las correlaciones de Pearson fueron utilizadas para establecer las relaciones entre las variables.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La cantidad de CO almacenado en los 30 cm superficiales del suelo, difiere significativamente en función de los usos del suelo, tipo de suelo, altitud y textura del suelo (tabla 1).

Tabla1. Concentración de CO (%) en el suelo para cada una de las agrupaciones realizadas en la organización de la base de datos. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas

Uso del suelo	Tipo de suelo	Mat. original	altitud	Limo+arcilla
Leños. sec - 0.55 <sup>a</sup>	Lep+Kast - 2.16 <sup>c</sup>	Cal+sed.c -1.27 <sup>ba</sup>	>700 -1.89 <sup>b</sup>	<30 - 1.01 <sup>a</sup>
Viñedo - 0.75 <sup>ab</sup>	Calcisol - 0.99 <sup>b</sup>	Sed.aluv - 0.82 <sup>a</sup>	<700 -1.00 <sup>a</sup>	30-50 - 1.25 <sup>b</sup>
Cereal - 0.81 <sup>ab</sup>	Reg+Fluv - 0.80 <sup>a</sup>	Margas - 0.64 <sup>a</sup>		>50 - 1.32 <sup>b</sup>
Barbecho - 0.80 <sup>b</sup>		Mat.silic - 0.91 <sup>a</sup>		
Hortícola - 0.80 <sup>ab</sup>		Arenisca - 1.33 <sup>b</sup>		
Frutales - 0.83 <sup>b</sup>				
Matorral - 1.42 <sup>c</sup>				
Bosque - 2.41 <sup>d</sup>				

La transformación de áreas con vegetación natural (bosque y matorral) en tierras de cultivo, condujo a una disminución de los contenidos en CO almacenado en el suelo. Esta reducción fue del orden del 68 % para la conversión desde bosque y del 27 % en el caso del matorral. Similares resultados, con estos cambios de uso, han sido reseñados por otros investigadores (Post and Kwon, 2000, Martínez-Mena et al., 2008). Entre las áreas de cultivo, los contenidos en CO fueron significativamente mayores en frutales en regadío y barbecho, mientras que no se observaron diferencias entre el resto de usos. Es de destacar la apreciable diferencia entre leñosas de secano y frutales en regadío.

En relación con el tipo de suelo, el mayor contenido en leptosoles+kastanozem parece obvio por los requisitos del sistema de clasificación (FAO, 1998), ya que de las tres agrupaciones consideradas, es la única que tiene o puede tener epipedon mólico. Más difícil de explicar resulta la diferencia entre calcisoles y regosoles+fluvisoles, ya que en ambas el epipedon ha de ser ócrico. La influencia del material original no se mostró muy significativa. Sólo las areniscas presentan contenidos levemente superiores al resto de materiales, pero sin llegar a establecerse diferencias con calizas y sedimentos cuaternarios. Las margas son las que presentan valores más bajos, lo que podría contribuir a explicar la diferencia, señalada anteriormente, entre regosoles y calcisoles, ya que la gran mayoría de los regosoles de la Región de Murcia se han formado a partir de margas.

La acumulación de CO en el suelo aumentó con la altitud. Así, por encima de 700 m la concentración de CO orgánico en el suelo fue un 47 % mayor que por debajo de esa altitud. La alta correlación encontrada entre temperatura y altitud ( $r = -0.73$ ,  $p < 0.01$ ) sugiere que estas diferencias son debidas a la reducción de la velocidad de mineralización de la materia orgánica, al disminuir la temperatura con el aumento de altitud, favoreciéndose el tiempo de permanencia del CO en el suelo (Leifeld et al., 2005; Garten and Hanson, 2006).

La concentración de CO fue mayor en los suelos de texturas más finas, siendo un 23 % mayor en suelos con una proporción de limo fino+arcilla > 50 %, que cuando dicha proporción era < 30 %. Esto parece indicar el importante papel que desempeñan, las

partículas más finas del suelo, en la estabilización del CO, tanto por favorecer la microestructura del suelo induciendo mayor protección física del CO ocluido, como por inducir la formación de complejos arcillo-húmicos que aumentan la estabilización química y el periodo de residencia en el suelo de los compuestos orgánicos ( Six et al., 2002).

### CONCLUSIONES

El uso del suelo, la altitud y la textura se mostraron como los factores clave para predecir la capacidad de almacenamiento de CO en los suelos de la Región de Murcia.

Los cambios de uso, de vegetación natural a cultivo, causaron las mayores pérdidas de CO en el suelo, como consecuencia de la reducción de aportes orgánicos y la degradación de la estructura del suelo, que induce dicho cambio. El aumento de la altitud favoreció la acumulación de CO, al disminuir la velocidad de mineralización de la materia orgánica por el descenso de la temperatura. Asimismo, el aumento de la proporción de las partículas más finas del suelo, condujo a un aumento de la concentración de CO, probablemente debido al efecto positivo de dichas partículas en la protección física y estabilización química de la materia orgánica del suelo.

### REFERENCIAS

- ❖ Batjes, N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47: 151-163
- ❖ EEA. 2000. CORINE land cover 2000. European Environment Agency. <http://image2000.jrc.it>
- ❖ FAO. 1998. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. FAO. Roma
- ❖ Garten, C.T. and Hanson, P.J.. 2006. Measured forest soil C stocks and estimates turnover times along an elevation gradient. *Geoderma*, 136: 342-352
- ❖ Leifeld, J., Bassin, S. Fuhrer, J. 2005. Carbon stocks in Swiss agricultural soils predicted by land-use, soil characteristics and altitude. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 105: 265-266
- ❖ Martínez-Mena, N., López, J., Almagro, M., Boix-Fayos, C. and Albaladejo, J. 2008. Effect of water erosion and cultivation on the soil carbon stock in a semiarid area of South-East Spain. *Soil & Tillage Research*, 99: 119-129.
- ❖ Post, W.M. and Kwon, K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6: 317-327
- ❖ Six, J., Conant, R.T., Paul, E.A. & Paustian, K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter : Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241: 155-176