

# Los suelos de viñedos manejados con cubiertas espontáneas mejoran su capacidad de secuestro de carbono

## Soils of vineyards managed with spontaneous grass cover improve their ability to store organic carbon

Hugo López-Romano<sup>1</sup>, María José Marqués-Pérez<sup>1</sup>, Marco Antonio Jiménez-González<sup>1</sup>, Pilar Carral-González<sup>1</sup>, Ana María Álvarez-González<sup>1</sup>, Blanca Sastre<sup>2,\*</sup>, Andrés García-Díez<sup>2</sup> & Gregorio Muñoz-Organero<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid. C/ Francisco Tomás y Valiente, 7. 28049 Madrid, Spain

<sup>2</sup> Departamento de Investigación Aplicada y Extensión Agraria. IMIDRA, Finca El Encín, Carretera A-2, km 38.2, Alcalá de Henares, 28800 Madrid, Spain

(\*E-mail: blanca.esther.sastre@madrid.org)

<https://doi.org/10.19084/rca.28559>

### RESUMEN

La situación de pobreza endémica de carbono orgánico de los cultivos leñosos españoles es bien conocida. El laboreo excesivo mineraliza la materia orgánica y degrada los suelos agrícolas. El manejo mediante cubiertas vegetales puede sustituir al laboreo para aumentar el carbono orgánico del suelo, mejorar sus características y ser un sumidero más eficaz. Se presentan resultados de carbono orgánico oxidable y disuelto (COD) en un viñedo del centro España tras 10 años de manejo con laboreo y con cubiertas vegetales espontáneas segadas en calles alternas. Se estudian tres capas del suelo, hasta 50cm de profundidad. Los cambios son evidentes en superficie, hasta unos 20cm, donde la materia orgánica aumenta desde 1.8 con laboreo hasta 2.5 % con cubiertas, también aumenta el COD, de 8.9 a 10.5 mg/L. No se han detectado diferencias significativas en las capas más profundas (35 y 50cm), pero se ha observado una tendencia clara a que el COD aumente en relación al contenido de carbono orgánico a 50cm. El desplazamiento del COD hacia horizontes más profundos se interpreta como una nueva ventaja de las cubiertas para mejorar la capacidad de secuestro de carbono a más largo plazo de estos suelos agrícolas.

**Palabras clave:** secuestro de carbono, carbono orgánico disuelto, cambio climático, viñedo, calcisol.

### ABSTRACT

The endemic scarcity of organic carbon in soils of Spanish woody crops is well known. Excessive tillage mineralizes organic matter and degrades agricultural soils. Soil management through grass covers can replace tillage and increase the soil organic carbon, leading to improvements of soil condition and acting as a more efficient carbon sink. Organic and dissolved carbon (DOC) results are presented in this work, in a vineyard located in the center of Spain; soils have been managed with alternate strips of tilled, and mowed spontaneous grass covers for the last 10 years. The study includes data from three soil layers, up to 50cm deep. Changes are evident in the upper layer, by 20cm, where organic matter increases from 1.8 in tilled soils to 2.5% in grassed soils; DOC also increases, from 8.9 to 10.5 mg/L. No significant differences have been detected in the deepest layers (by 35 and 50cm), however, a clear tendency has been observed for DOC to increase in relation to the organic carbon content at 50cm. The movement of DOC to deeper horizons is seen as a new advantage of the grass covers to improve the capacity of carbon sequestration in the long term of these agricultural soils.

**Keywords:** carbon sequestration, dissolved organic carbon, climate change, vineyard, calcisol.

## INTRODUCCIÓN

La gran variabilidad de suelos existente implica una diferente capacidad y aptitud para suministrar bienes y servicios. Por ello, los estudios a escala local son imprescindibles para contrastar la información existente a escala global, cada vez más abundante. En los últimos años se ha elaborado un mapa de contenido de carbono en el suelo (FAO & ITPS, 2018), uno de cuyos objetivos es que sirva de punto de partida para conocer la evolución del contenido de carbono en el suelo a lo largo del tiempo. Este aspecto, la capacidad de secuestro de carbono del suelo, se ha considerado clave por múltiples razones, pero fundamentalmente por la cascada de beneficios físicos, químicos y bióticos que aporta al suelo (Blavet *et al.*, 2009; Thiele-Bruhn *et al.*, 2012; Van der Wal & de Boer, 2017), y por su contribución colateral en la lucha contra el cambio climático (Emmett *et al.*, 2004; Rumpel *et al.*, 2020). El manejo de los suelos agrícolas influye de forma determinante en su capacidad de almacenamiento de carbono. Los cultivos leñosos, como los viñedos, manejados tradicionalmente con frecuentes laboreos han conducido a un agotamiento del carbono orgánico del suelo, habiéndose publicado cifras de carbono entre 0.7 y 1% para los primeros 30 cm de suelo en el centro peninsular (Calvo de Anta *et al.*, 2020). Este equipo investigador lleva varias décadas estudiando suelos agrícolas y ha ensayado diferentes cubiertas vegetales y caracterizado los efectos en el suelo. Por la dificultad que entraña el muestreo más allá del horizonte Ap, la mayoría de los trabajos se han referido a los primeros 20 o 30 cm de suelo, por otra parte, recomendados por la FAO (2020). No obstante, es importante saber hasta qué punto el manejo del suelo puede ayudar a que el carbono orgánico se almacene a más profundidad y, por tanto, a más largo plazo. El carbono orgánico se estudia mayoritariamente como contenido de carbono orgánico oxidable, pero son pocos los estudios que incluyen el carbono orgánico disuelto (COD). Se parte de la hipótesis de que una mayor proporción de COD favorecerá su lavado hacia horizontes más profundos del suelo y facilitará su almacenamiento a más largo plazo (Kaiser & Kalbitz, 2012). Este trabajo ha analizado tanto el carbono orgánico oxidable como el COD en dos manejos de un viñedo en el centro de la península ibérica. Se pretende conocer si las cubiertas vegetales favorecen que haya más carbono orgánico,

total y disuelto estudiando muestras hasta 50 cm de profundidad, más allá del horizonte de laboreo.

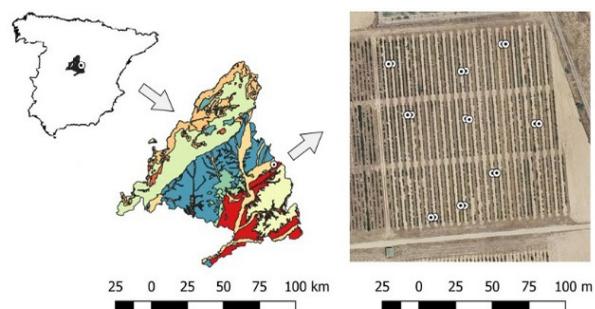
## MATERIAL Y MÉTODOS

El viñedo de estudio se encuentra en la finca experimental El Encín, perteneciente al IMIDRA (40°31' 34.0" N, 3°17' 21.5" W). El clima es semiárido, con una temperatura media anual de 13°C y una precipitación acumulada de 450 mm. El suelo es un Calcisol (FAO, WRB) algunas de cuyas características se observan en la Tabla 1.

**Tabla 1** - Perfil edáfico en la zona de estudio (INIA, 1977)

Prof. cm	Ar. (%)	L. (%)	Arc. (%)	Caliza (%)	pH (agua)	MO (%)
0-18	49	38	14	10	8,1	1,1
18-38	49	37	15	8	8,2	1,5
38-67	48	32	21	18	7,9	0,7

El viñedo está dividido en tres bloques, con calles alternas de laboreo y cubierta vegetal espontánea segada. Se tomaron 6 muestras aleatoriamente en cada uno de los bloques, 3 en suelos con cubiertas y 3 en suelos labrados. En total se analizaron 3 bloques x 3 réplicas x 2 manejos x 3 profundidades, es decir 54 muestras (Figura 1).



**Figura 1** - Localización del viñedo y puntos de muestreo. Alcalá de Henares, Comunidad de Madrid, España.

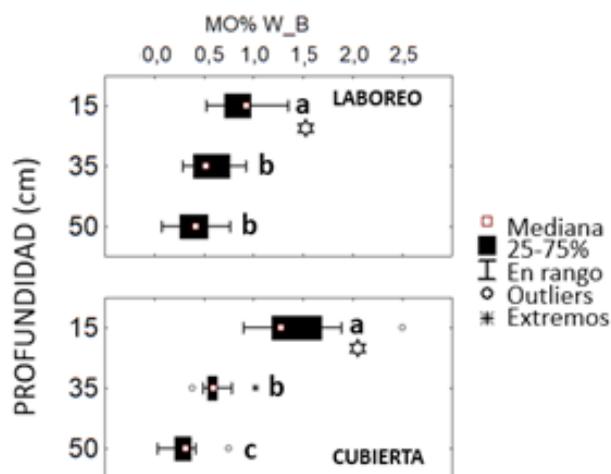
El COD se midió siguiendo el método propuesto por Jones & Willet (2005), que implica extracción acuosa con agitación, centrifugación y filtrado (< 0.45µm). El análisis se realizó con el equipo Multi N/C Analytik Jena Analyzer. El carbono oxidable se obtuvo por oxidación húmeda siguiendo el

método de Walkley & Black (1934). Todos los análisis fueron realizados por duplicado.

Las diferencias entre profundidades o entre manejos se han establecido estadísticamente mediante test Kruskal-Wallis, empleándose el programa Estadística StatSoft Inc. 8.0.

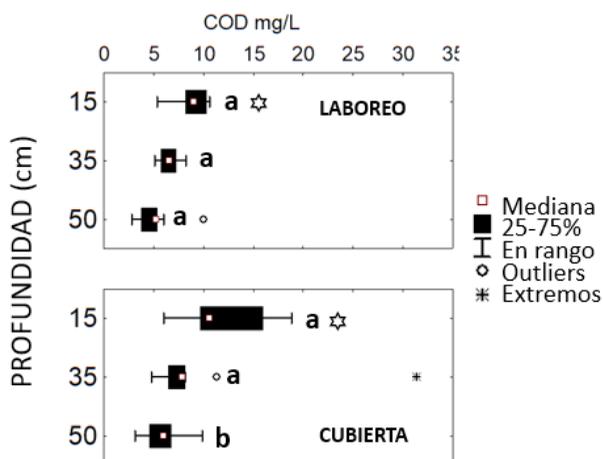
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de carbono orgánico es mayor en la superficie de los suelos manejados con cubiertas vegetales y desciende significativamente con la profundidad en ambos manejos, como era esperable. La Figura 2 muestra una diferencia entre los suelos labrados, que tienen una mediana de 0,92 % de materia orgánica, frente a 1,27 % en la superficie de los suelos con cubiertas (Kruskal-Wallis test:  $H(1, N=18) = 5,9; p = 0,015$ ). Las capas más profundas, a 35 y 50 cm de profundidad tienen valores estadísticamente similares de materia orgánica, en torno a 0,6 % y 0,4 % respectivamente.



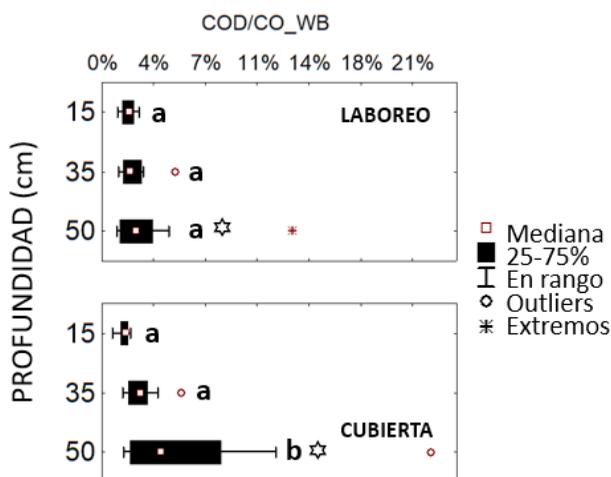
**Figura 2** - Materia orgánica oxidable (MO%, método Walkley-Black) a diferentes profundidades y manejos (n=9). Diferentes letras indican diferencias en profundidad. Los casos con el símbolo □ indican diferencias entre manejos ( $p < 0,01$ ).

Análogamente el COD disminuye en profundidad (Figura 3), habiéndose encontrado diferencias apreciables entre laboreo (8,9 mg/L) y cubierta (10,5 mg/L) en superficie (Kruskal-Wallis test:  $H(1, N=18) = 3,60; p = 0,057$ ), a mayor profundidad no parece haber diferencias de COD.



**Figura 3** - Carbono Orgánico Disuelto (COD) a diferentes profundidades y manejos (n=9). Diferentes letras indican diferencias en profundidad. Los casos con el símbolo □ indican diferencias entre manejos ( $p = 0,06$ ).

En esta dinámica de disminución de carbono orgánico en profundidad, es interesante conocer la proporción de COD en relación al carbono orgánico oxidable (CO\_WB). El resultado es que esta relación COD/CO\_WB tiene tendencia a aumentar en profundidad (Kruskal-Wallis test:  $H(1, N=18) = 1,87; p = 0,17$ ) en el manejo de cubiertas (Figura 4).



**Figura 4** - Porcentaje de Carbono orgánico Disuelto (COD) con relación al carbono orgánico oxidable (CO\_WB) en diferentes profundidades y manejos (n=9). Diferentes letras indican diferencias en profundidad. Los casos con el símbolo □ indican diferencias entre manejos ( $p = 0,17$ ).

## CONCLUSIONES

Tras 10 años de manejo del suelo de este viñedo con cubiertas vegetales espontáneas segadas, se ha podido demostrar un aumento significativo del contenido de carbono orgánico oxidable. La materia orgánica llega a un 1,5% de media en el horizonte superficial, mientras que el laboreo ha mantenido valores similares a los publicados en los años 70 en estos suelos. También se ha demostrado un aumento en el carbono orgánico disuelto en el horizonte superficial manejado con cubiertas. Un cambio en la importancia relativa del COD con relación al carbono orgánico total se interpreta como un transporte de carbono en disolución hacia la profundidad del perfil del suelo. Diez años son un

plazo muy corto para observar este tipo de cambios en horizontes profundos, pero los resultados parecen apuntar a que en los suelos con cubiertas, esta relación parece aumentar a 50 cm de profundidad. Esto podría permitir un almacenamiento más a largo plazo de carbono, que en los horizontes más profundos podría estabilizarse. Los suelos con cubiertas serían pues más eficaces en su función de sumidero o secuestro de carbono.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto ACCION, en el marco del Programa de Desarrollo Rural de Madrid, en cooperación con fondos FEADER y Ministerio de Agricultura.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blavet, D.; De Noni, G.; Le Bissonnais, Y.; Leonard, M.; Maillou, L.; Laurent, J.Y.; Asseline, J.; Leprun, J.C.; Arshad, M.A. & Roose, E. (2009) - Effect of land use and management on the early stages of soil water erosion in French Mediterranean vineyards. *Soil Tillage Research*, vol. 106, n. 1, p. 124–136. <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.04.010>
- Calvo de Anta, R.; Luís, E.; Febrero-Bande, M.; Galiñanes, J.; Macías, F.; Ortíz, R. & Casás, F. (2020) - Soil organic carbon in peninsular Spain: Influence of environmental factors and spatial distribution. *Geoderma*, vol. 370, art. 114365. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114365>
- Emmett, B.A.; Beier, C.; Estiarte, M.; Tietema, A.; Kristensen, H.L.; Williams, D.; Peñuelas, J.; Schmidt, I. & Sowerby, A. (2004) - The response of soil processes to climate change: Results from manipulation studies of shrublands across an environmental gradient. *Ecosystems*, vol. 7, p. 625–637. <https://doi.org/10.1007/s10021-004-0220-x>
- FAO & ITPS (2018) - *Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap)*. Technical Report. Rome. 162 p.
- FAO (2020) - *A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes – GSOC-MRV Protocol*. Rome.
- INIA (1977) - *El Encín, suelo y clima*. Departamento de Ecología. CRIDA 6.
- Jones, D. & Willett, V. (2005) - Experimental evaluation of methods to quantify dissolved organic nitrogen (DON) and dissolved organic carbon (DOC) in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 38, n. 5, p. 991-999. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.08.012>
- Kaiser, K. & Kalbitz, K. (2012) - Cycling downwards-dissolved organic matter in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 52, p. 29-32. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.04.002>
- Rumpel, C.; Amiraslani, F.; Chenu, C.; Cardenas, M.G.; Kaonga, M.; Koutika, L.-S.; Ladha, J.; Madari, B.; Shirato, Y.; Smith, P.; Soudi, B.; Soussana, J.-F.; Whitehead, D. & Wollenberg, E. (2020) - The 4p1000 initiative: Opportunities, limitations and challenges for implementing soil organic carbon sequestration as a sustainable development strategy. *Ambio*, vol. 49, p. 350–360. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01165-2>
- Thiele-Bruhn, S.; Bloem, J.; de Vries, F.T.; Kalbitz, K. & Wagg, C. (2012) - Linking soil biodiversity and agricultural soil management. *Environmental Sustainability*, vol. 4, n. 5, p. 523-528. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2012.06.004>
- Van der Wal, A. & De Boer, W. (2017) - Dinner in the dark: Illuminating drivers of soil organic matter decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 105, p. 45-48. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.11.006>
- Walkley, A. & Black, I.A. (1934) - An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, vol. 37, n. 1, p. 29-38.