

AC y recuperación de suelos ácidos degradados: aplicación en Ultisoles

La forma de uso de los suelos agrícolas incide sobre la dinámica de su contenido en carbono orgánico total y en particular de la de su fracción más lábil. En la formación de raña de Cañamero, con suelos muy ácidos, el laboreo convencional hace disminuir rápidamente el contenido en materia orgánica del horizonte superficial con las consiguientes repercusiones sobre la toxicidad por Al, estabilidad de agregados, actividad biológica, fertilidad, etc., siendo la disminución proporcional al tiempo en que el suelo se lleva cultivando, siendo las variaciones en función del uso más drásticas en la fracción orgánica más lábil. En los suelos altamente degradados por un uso previo inadecuado, la agricultura de conservación es una herramienta imprescindible para su recuperación.

Mariscal Sancho, I. Peregrina Alonso, F. y Espejo Serrano, R. ⁽¹⁾



Actualmente se está estudiando la incidencia del manejo de estos suelos por no laboreo con cultivos forrajeros después de la aplicación de las enmiendas.

Las formaciones de raña del oeste de la península ibérica constituyen amplias plataformas de muy escasa pendiente, generadas en el medio-final (Espejo 1987), y constituidas por sedimentos procedentes de las sierras cuarcíticas con las que se relacionan; actúan como divisoria de cuenca entre los ríos en ellas encajados. Sus suelos, Palehumults y Palexerults (Soil Survey Staff, 1999) se desarrollaron en un ambiente bien distinto del presente, con un clima con estaciones cálido-húmedas del tipo del de las zonas subtropicales (Espejo 1987), con un régimen de humedad del suelo údico en lugar del xérico actual. Sus suelos guardan en gran parte la morfología del paleoambiente: están desaturados y acidificados en todo el espesor de la formación (6-7 m de potencia), la acidez y el Al extraíble con KCl se incrementan con la profundidad, y presentan segregaciones plínticas en los horizontes Bt por debajo de los 100 cm.

Bajo unas condiciones de alta precipitación (la precipitación media anual en la estación de Cañamero es del orden

de los 800 mm), la clímax arbórea de estas plataformas es un alcornocal, sustituido por un encinar por acción antrópica; bajo estas condiciones, o bajo el matorral más próximo al alcornocal que es un ahulagar jaral brezal, el suelo tiene suficiente cantidad de carbono orgánico como para ser clasificado como un Palehumults.

En los años 40 del siglo pasado una parte importante de estas superficies fue desbrozada y puesta en cultivo. El uso agrícola de estas superficies por el sistema tradicional, con cultivos de centeno año y vez, y ocasionalmente con plantaciones de vid u olivar, condujo a un rápido empobrecimiento en el contenido en materia orgánica en los horizontes A de estas superficies, lo que supuso una degradación del suelo que llegó a afectar a su clasificación a nivel de Suborden, de modo que muchos de los suelos que en su día eran Palehumults pasaron a ser Palexerults. Esta degradación fue acompañada por un descenso de su ya muy baja productividad.

En el caso de estas formaciones de raña, la sostenibilidad del sistema suelo-vegetación está íntimamente relacionada con el contenido en materia orgánica.

En estos suelos, la materia orgánica humificada, a parte de su importantísimo papel como proveedora de nutrientes a través de su lenta mineralización, forma complejos estables con el Al, por lo que la actividad del Al^{3+} en el horizonte A se mantiene en niveles compatibles con el desarrollo radicular de la vegetación; en los horizontes AB y Bt, con menos materia orgánica la actividad iónica de esta especie se incrementa rápida y progresivamente a unos niveles que la hacen altamente tóxica (Peregrina *et al.*, 2006), circunstancia que explica en parte el escaso desarrollo radicular en el horizonte AB y la total ausencia de raíces en los horizontes Bt incluso en Palehumults bajo encinares ó matorrales de gran porte.

Una de las características de la “calidad del suelo” se relaciona con su capacidad de “recuperación” ante la acción de un agente degradante una vez cesa la acción de éste; dado que la dinámica de la materia orgánica está muy relacionada con la forma de uso del suelo, el objeto de este trabajo es analizar la evolución del contenido en carbono orgánico total y de la fracción más activa ó lábil (COL), en función de la “historia” reciente del mismo.

Materiales y métodos

Para el estudio se ha seleccionado la cabecera de la raña de Cañamero, que dentro de esta superficie se corresponde con el área más lluviosa. Se tomaron muestras de los 10 cm más superficiales del suelo bajo diferentes tipos de vegetación y/o formas de uso, los cuales fueron:

- 1 - Superficie bajo la copa de encina de más de 100 años
- 2 - Superficie dejada de cultivar hace unos 25 años cubierta por un jaral en un 60-75%
- 3 - Suelo cultivado con centeno por el sistema “año y vez” y en barbecho continuo desde hace 4 años.
- 4 - Olivar de marco amplio cultivado en continuo durante los últimos 50-60 años.

Las muestras 1, 2, y 3 fueron tomadas en zonas próximas entre sí, mientras que la 4 está separada de las anteriores unos 1.200 m.

El carbono orgánico oxidable, se determinó por oxidación con dicromato potásico en medio sulfúrico (Walkley y Black, 1934). La fracción más activa del carbono orgánico se determinó mediante oxidación con permanganato potásico 0,02 M y posterior medida de la absorbancia del exceso de $KMnO_4$ a 550 nm (Weil *et al.*, 2003).

Los datos presentados son promedio de 4 muestras recogidas por uso eliminando el dato que presentaba mayor desviación de la media si esta era superior al 7%.

Resultados y discusión

La Tabla 1 recoge los datos referentes a las muestras superficiales de suelo recogidas en la cabecera de la raña. Dentro del carbono orgánico del suelo, interesa de forma especial la proporción de la fracción más lábil ó activa (COL), fácilmente mineralizable, que incluye al C de la biomasa microbiana (Kennedy & Papendick, 1995), al car-



Detalle praderas mejoradas y cultivo de veza-avena.

bono de las partículas orgánicas mayores de 53 μm (POM) (Cambardella y Elliott, 1992; Wander *et al.*, 1998) y a los carbohidratos solubles (Saviozi *et al.*, 1999). La fracción COL es muy sensible y experimenta rápidos cambios como consecuencia de variaciones en la forma de uso del suelo; estos cambios se detectan con mayor rapidez y facilidad que los del CO total, de ahí que la variación en el contenido en COL sea considerada como uno de los primeros indicadores que puede aportar información sobre el grado de degradación o mejora de la calidad del suelo en respuesta a determinadas prácticas agrícolas (Blair *et al.*, 1995; 2001; Weil *et al.*, 2003). Murage *et al* (2000) encuentran más práctico la determinación del COL a través de esta valoración que por medio de la integración de las diferentes fracciones que componen el carbono orgánico lábil ó más activo. En nuestro caso hemos considerado como lábil a la fracción oxidable con $KMnO_4$ 0,02 N (Weil *et al.*, 2003), que da unos valores inferiores a la determinada según el método de Blair *et al.*, 1995, que utiliza una disolución de $KMnO_4$ de mayor concentración.

Tabla 1. Textura, pH en agua y contenido en carbono orgánico total y activo

Uso suelo	Textura (ISSS)	pH (H2O)	Carbono orgánico (%)	
			Total (Ct)	Activo (Cact)
Bajo encina (1)	F. arenosa	5,1	3,9	0,218
Jaral abierto (2)	''	5,4	2,6	0,122
Barbecho 4 años (3)	''	5,0	2,3	0,090
Olivar (4)	''	4,9	1,7	0,023

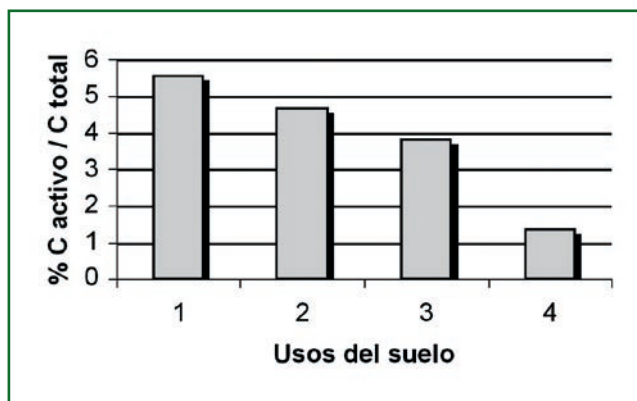


Figura 1. Variación del porcentaje de carbono lábil con el uso del suelo.

Es de destacar como el contenido en CO total que bajo la encina es del 4%, disminuye en función de las formas de uso, pasando al 1,7% en el caso del olivar que lleva cultivándose desde hace más de 60 años; la superficie dejada de cultivar hace unos 25 años y que está siendo invadida por un jaral de *Cistus ladaniferus*, también muestra un contenido sensiblemente inferior al del suelo de la encina. Pero interesa destacar que el porcentaje de carbono lábil respecto

del total disminuye progresivamente desde el suelo bajo la encina al olivar (Figura 1).

La recuperación de estos suelos requiere por un lado de la aplicación de enmiendas que contrarresten la acción tóxica del Al en el horizonte superficial (Peregrina *et al.*, 2006); el menor contenido en materia orgánica, consecuencia de la degradación antrópica, hace muy difícil la reinserción y desarrollo de la vegetación natural por los niveles de contenido en Al³⁺ en la disolución del suelo. Por otro lado, el manejo de estas superficies por sistemas de laboreo de conservación propiciará el enriquecimiento progresivo en materia orgánica del suelo y su aproximación a los niveles originales (Smith *et al.*, 1998; Smith, 1999); de lo contrario, volvería a repetirse el ciclo de “combustión” acelerada de la materia orgánica del suelo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Educación de España por la ayuda prestada a través del proyecto AGL2005-07017-C03-01. ●

Referencias

Blair, G.J., R. Lefroy, A. Whitbread, N. Blair, and A. Coneth. 2001. The development of the KMnO₄ oxidation technique to determine labile carbon in soil and its use in a carbon management index. In R. Lal, J. Kimble, R. Follet, and B Stewart (eds.). Assessment Methods for Soil Carbon. Lewis Pub., Boca Raton, Fl. 323-337

Cambardella, C.A. and Elliot E.T. (1992). Particulate Soil Organic-Matter Changes across a Grassland Cultivation Séquense. Soil Science Society American Journal. 56:777-783

MacLauchlan K. K. and Hobbie S. E. 2004. Comparison of labile soil organic matter fractionation techniques. Soil Science Society American Journal. 68: 1616-1625

Murage, E.W., Naranja, N.K., Smithson, P.C., and Woome, P.L. 2000. Diagnostic indicators of soil quality in productive and non-productive smallholders' fields of Kenya's Central Highlands. Agriculture, Ecosystems and Environment 79:1-8

Peregrina, F., Mariscal, I., González, P. & Espejo, R. 2006. Effect of the application of gypsum and lime byproducts to a Paleixerult on, I: composition changes in the soil solution. A laboratory study. European Journal Soil Science. Submitted

Peregrina, F., Santano, J., Ordóñez, R., González, P. & Espejo, R. 2006. Agronomic implications of the use of lime and gypsum byproducts as acid soil amendments. Application to Paleixerults in W Spain. Soil Science. 171, 65-81.

Saviozzi A, Biasci A, Riffaldi R, Levi-Minzi R. 1999. Long-term effects of farmyard manure and sewage

sludge on some biochemical characteristics. Biology Fertility Soils 30: 100-106

Smith, P., Powlson, D.S., Glendenning, A.J., and Smith, J.U. 1998. Preliminary estimates of the potential for carbon mitigation in European soils through no-till farming. Global Change Biology.4, 679-685

Smith, K.A. 1999. After the Kyoto Protocol: can soil scientists make a useful contribution. Soil Use and Management 15, 71-75

Soil Survey Staff(1999). Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. En: Agriculture handbook number 436, 2nd edition. U.S. Department of Agriculture. Washington D.C

Walkley, A. & Black, I. A. (1934). An examination of the Dejtjareff method for determining soil matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-38.

Wander, M.M., Bidart, M.G., and Aref, S. 1998. Tillage impacts on depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. Soil Science Society of American Journal, 62. 1704-1711

Weil, R. R., Kandikar, R. I., Stine., M. A., Gruver, J. B. & Sampson-Liebig, S. E. (2003). Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. American Journal of Alternative Agriculture.18: 1-15.

I. Dpto. Edafología, ETSI Agrónomos, UPM, Madrid 28040