

Calidad de los suelos de viñedo en la Denominación de Origen Rioja: Índice de riesgo de encostramiento (FAO-PNUMA), contenido de carbono orgánico y relación con la fertilidad del suelo

Soil quality of vineyards in the Origin Denomination Rioja: Index of overcrusting risk (FAO-PNUMA), content of organic carbon and relation with soil fertility

F. Peregrina¹, D. López, O. Zaballa, M. T. Villar,
G. González & E. García-Escudero

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar en primera aproximación la calidad de los suelos de viñedo en la Denominación de Origen Calificada (D.O.Ca) Rioja. Para ello se tomaron los 30 cm superficiales de 123 suelos de viñedo con laboreo convencional. Se analizó el carbono orgánico, pH, C.E., carbonatos, textura, bases de cambio y P Olsen; se determinó también el índice de riesgo de formación de costra superficial (FAO-PNUMA). Según este índice FAO-PNUMA más del 50 % de los suelos tienen un riesgo medio-alto de encostramiento. El contenido de carbono orgánico, está por debajo del 1%, inferior al nivel necesario para mantenimiento de la calidad del suelo. El carbono orgánico está correlacionado con la fracción arcilla y con el P Olsen, indicando el favorable efecto de la mate-

ria orgánica en la disponibilidad del P.

Palabras-clave: Calidad de suelos; Carbono orgánico; Fertilidad de suelo; Viñedo

ABSTRACT

The aim of this study was evaluate in first approximation the soil quality in vineyards of the Origin Denomination Rioja. For this study, soil samples were collected from 0 cm to 30 cm depth in 123 vineyards under conventional tillage, and were determined the organic carbon, pH, C.E, % carbonates, texture, exchangeables bases and P Olsen. Also was calculated the index of overcrusting risk by FAO-PNUMA. According FAO-PNUMA index, over 50 % of the soils had a medium-high overcrusting risk. The average organic carbon content was infe-

¹ *Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agroalimentario (CIDA), Gobierno de La Rioja. Ctra. Logroño-Mendavia NA-134 Km. 87,8. 26071 Logroño, La Rioja, España, e-mail: viticultura4.cida@larioja.org*

rior to the 1 % necessary level to maintain the quality of the soil. Also organic carbon was correlated with the clay content and with the P Olsen, indicating the positive effect of the organic matter in the P availability.

Key-words: Organic carbon; Soil fertility; Soil quality; Vineyards

INTRODUCCIÓN

La Denominación de Origen Calificada (D.O.Ca.) Rioja tiene una superficie aproximada de 60.000 ha de viñedo. En este cultivo el control de las malas hierbas se realiza fundamentalmente mediante el laboreo de las calles. Este manejo deja el suelo desnudo durante la mayor parte del año, lo que unido a unas condiciones climáticas mediterráneas, pueden favorecer la formación de costras superficiales, que es uno de los principales mecanismos de degradación del suelo por sus consecuencias negativas para su erosionabilidad, potenciando en gran medida la escorrentía superficial (Morgan, 1997). Por su parte, el contenido en materia orgánica es otro factor indicador de la calidad del suelo. Loveland & Webb (2003) han marcado el umbral del 2 % de carbono orgánico como valor por debajo del cual pueden originarse pérdidas importantes de calidad del suelo. En términos de fertilidad, sugieren que por debajo del 1 % de carbono orgánico, el bajo contenido en N mineralizable dificulta el mantenimiento de las cosechas.

El objetivo es estudiar el riesgo de formación de costras superficiales, el nivel de carbono orgánico y la relación del carbono orgánico del suelo con otras propiedades del suelo y los niveles de fertilidad, en viñedos de la D.O. Ca. Rioja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 123 parcelas de vid en producción, representativas del perfil medio del cultivo de viñedo en la D.O.Ca. Rioja (Figura 1). Se clasificaron según su posición en las unidades geomorfológicas, resultando 37 en terrazas, 58 en glaciares y 28 en laderas. En cada parcela se tomaron 8 submuestras de los 30 cm superficiales que se mezclaron y homogenizaron, se secaron al aire y se tamizaron a 2 mm. En ellas se determinó el pH y conductividad eléctrica en el extracto (1:2,5), el carbono orgánico oxidable según el método de Walkley-Black (Nelson & Sommers, 1982), la textura por el método de la pipeta automatizado (determinándose las fracciones arena, arcilla, limo USDA (50-2 μm) y el limo Internacional (20-2 μm) (Porta, 1986), carbonatos totales determinados con calcímetro (Porta, 1986), caliza activa con oxalato amónico (Porta, 1986), la capacidad de intercambio catiónico total y las bases de cambio con cobaltihexamina (Orsini & Remy, 1976), y el P por el método Olsen (Olsen *et al.* 1954).

Se calculó el índice de riesgo de desarrollo de costra superficial (IE) según FAO-PNUMA, (1980):

$$IE = [(1,5 \times \% \text{Limo fino}(20-2 \mu\text{m}) + 0,75 \times \% \text{Limo grueso}(50-20 \mu\text{m})) / (\% \text{Arcilla} + 10 \times \% \text{Materia Orgánica})]$$

Se agruparon en las 5 clases establecidas por Bienes *et al.* (1994):

Clase I: $IE < 1,15$; Clase II: $1,16 < IE < 1,25$; Clase III: $1,26 < IE < 1,55$; Clase IV: $1,56 < IE < 1,65$; Clase V: $IE > 1,66$.

Los análisis estadísticos efectuados, consistieron en aplicar el test de rango múltiple de Tukey, el cálculo de correlaciones, el análisis de componentes principales y el análisis Cluster, y se realizaron con el programa Statgraphics Plus for Windows 4.0.

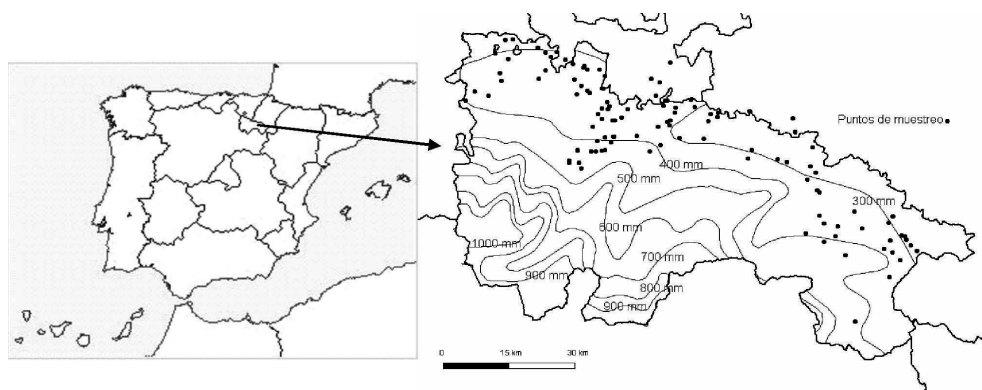


Figura 1- Situación de los puntos de muestreo y líneas isoyetas

RESULTADOS

En los 30 cm superficiales de los suelos estudiados predominan las texturas francas con cantidades apreciables de limo y contenidos en carbono orgánico inferiores al 1 % (Tabla 1).

Estas características hacen que de los suelos analizados, más del 50 % se clasifiquen en las tres clases de mayor riesgo de encrostramiento superficial definidas por Bienes *et al.* (1994) (Figura 2).

El % Carbono Orgánico en los 30 cm superficiales, es similar al recopilado por Romanyà *et al.* (2007), para viñedos en clima mediterráneo de España y es menor del 1,6 % valor por debajo del cual, Malinda (1995) observó un incremento importante de la pérdida de suelo por erosión (Tabla 1); también es inferior al 1 % establecido por Loveland & Webb (2003), por debajo del cual, el reducido contenido en N mineralizable puede dificultar el mantenimiento de las cosechas.

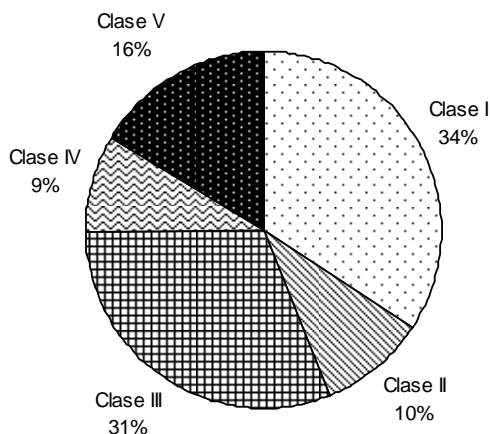
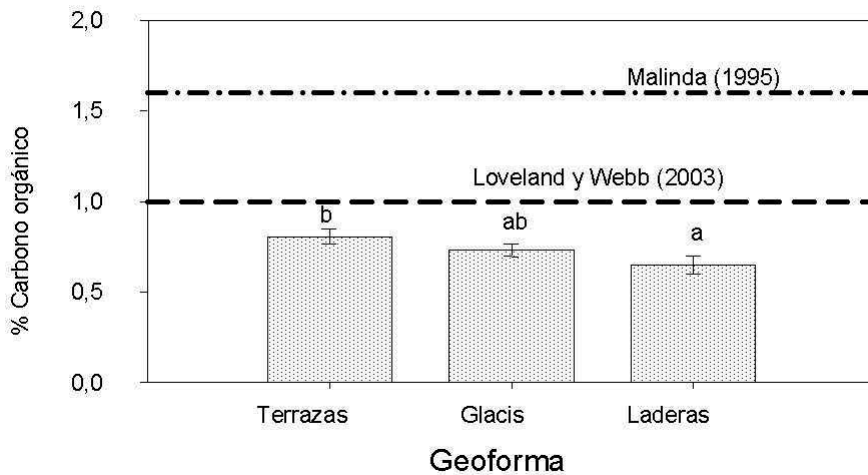


Figura 2 - Porcentaje de distribución en Clases de riesgo de formación de costra superficial definidas por Bienes *et al.* (1994) de los suelos estudiados (n=123).

Tabla 1- Media, mediana, desviación standard y valor máximo y mínimo de los parámetros físico-químicos de los suelos estudiados (n=123).

	Media	Mediana	Desv. Standard	Máximo	Mínimo
pH (H ₂ O) 1:2,5	8,04	8,10	0,29	8,65	6,83
C.E. (dS m ⁻¹) 1:2,5	0,21	0,15	0,21	2,03	0,04
% Carbono Orgánico	0,73	0,69	0,26	1,70	0,18
% Carbonatos*	20,12	17,90	13,79	55,00	n. d.
% Caliza Activa*	6,81	7,10	4,36	14,50	n. d.
% Arena 2 mm-50 µm	40,67	40,20	14,79	80,00	5,30
% Limo USDA 50-2 µm	37,93	37,60	10,51	67,90	14,40
% Limo IS 20-2 µm	20,74	18,90	8,11	46,60	5,50
% Arcilla < 2 µm	21,40	21,30	6,12	42,30	5,00
Ca ⁺² cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	10,17	10,25	2,51	16,05	3,29
Mg ⁺² cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,77	0,69	0,44	3,73	0,27
K ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,63	0,54	0,36	2,56	0,14
Na ⁺ cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,31	0,30	0,08	0,64	0,15
CIC cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	11,24	11,48	2,68	17,60	3,77
P Olsen mg kg ⁻¹	29,43	21,10	19,85	122,40	6,80

**Figura 3-** Promedio de % Carbono Orgánico del suelo de cada posición geomorfológica. Las líneas de punto indican los niveles de carbono referido por cada autor. Se representa el error standard al 95 % y las letras muestran las diferencias significativas entre las geoformas según el test de Tukey, $p < 0,05$.

El % Carbono Orgánico de los suelos situados en posiciones de ladera, es menor que los situados sobre terrazas (Figura 3), lo que indicaría que la mayor erosión en las laderas contribuye a la disminución del carbono en estos suelos.

El análisis cluster muestra la relación entre el % Arcilla y % Carbono Orgánico (Figura 4); así como entre las dos fracciones de limo y el % Carbonato Total y % Caliza Activa. También se observan la relación del K y P, que sería debida a la aplicación conjunta de estos dos nutrientes en el abonado.

El análisis de componentes principales, muestra como se agrupan las fracciones de limo (USDA e IS) con el % Carbonato Total y el % Caliza Activa, el % Carbono Orgánico con la CIC y el Ca (Figura 5). El componente 1 se podría asignar al factor textura del suelo y el componente 2 al factor fertilidad de P y K. De esta manera

la variabilidad, del carbono orgánico se distribuye de forma casi equitativa entre estos dos componentes.

El análisis cluster muestra la relación entre el % Arcilla y % Carbono Orgánico (Figura 4); así como entre las dos fracciones de limo y el % Carbonato Total y % Caliza Activa. También se observan la relación del K y P, que sería debida a la aplicación conjunta de estos dos nutrientes en el abonado.

El análisis de componentes principales, muestra como se agrupan las fracciones de limo (USDA e IS) con el % Carbonato Total y el % Caliza Activa, el % Carbono Orgánico con la CIC y el Ca (Figura 5). El componente 1 se podría asignar al factor textura del suelo y el componente 2 al factor fertilidad de P y K. De esta manera la variabilidad, del carbono orgánico se distribuye de forma casi equitativa entre estos dos componentes.

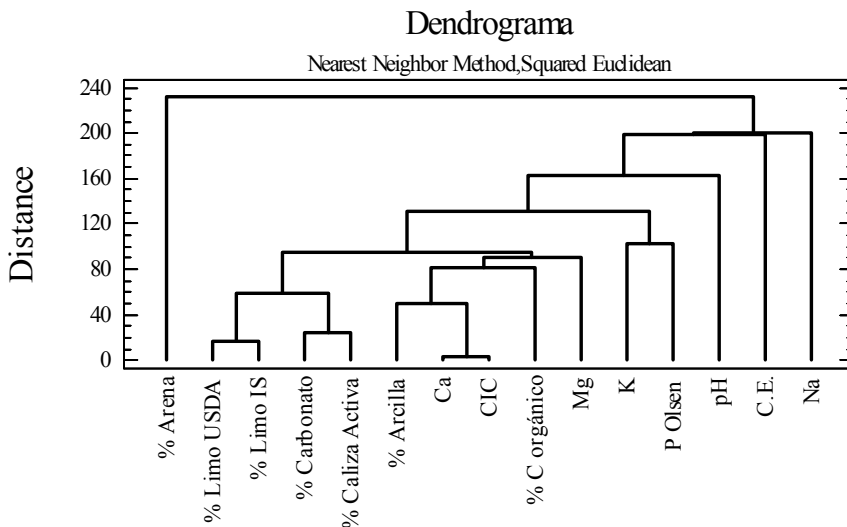


Figura 4 - Dendrograma obtenido a partir del análisis Cluster

Análisis de componentes principales

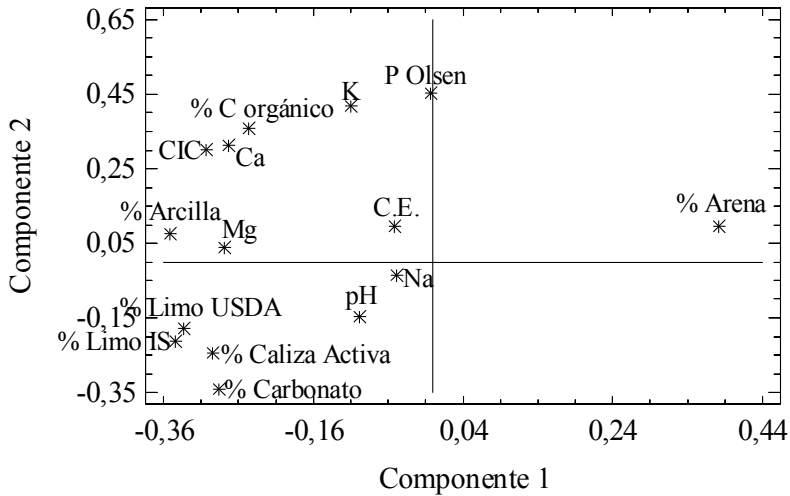


Figura 5 - Análisis de componentes principales. Variabilidad explicada por la componente 1,40 % y por la componente 2,16 %.

Existe una correlación positiva entre el % de Carbono Orgánico y el % Arcilla (Tabla 2). Este resultado es similar al obtenido por Plante *et al.* (2006), y se

debería a que el carbono orgánico *bioquímicamente estabilizado* está asociado habitualmente a la fracciones arcilla y limo (Paul & Clark, 1989).

Tabla 2 - Tabla de coeficientes de correlación lineal (r) entre algunos parámetros físico-químicos de los suelos estudiados (n=123)

	% Arcilla	% C Orgánico	Ca cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Mg cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	K cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	Na cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	CIC cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	P Olsen mg kg ⁻¹
%Arcilla								
% C Orgánico	0,4522**							
Ca cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,7392**	0,6450**						
Mg cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,6316**	0,3595**	0,3434**					
K cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,2122*	0,4657**	0,2602**	0,2229*				
Na cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,0775	0,0232	-0,0804	0,1788*	0,1309			
CIC cmol ₍₊₎ kg ⁻¹	0,7967**	0,6644**	0,9847**	0,4944**	0,2959**	0,007		
P Olsen mg kg ⁻¹	0,0906	0,3981**	0,0902	0,0124	0,5820**	-0,0386	0,0906	

* Significante al 95%; ** Significante al 99%

Ca, Mg y K también presentan correlaciones positivas con el % Arcilla. Así mismo, el % Carbono Orgánico está correlacionado positivamente con Ca, Mg, K y P Olsen. La correlación del % Carbono Orgánico con el P Olsen, se explicaría por la existencia de una fracción de P biogénico (aportado por los restos vegetales de la vid), que no estaría relacionada con la fracción de carbono *bioquímicamente estabilizado* por la arcilla (ya que el P no se encuentra correlacionado con la arcilla), sino con el *carbono no protegido*, definido como las partículas de materia orgánica libres, que incluyen la materia orgánica particulada (MOP), restos plantas de metabolización rápida, carbohidratos microbianos y las más recalcitrantes partículas derivadas de restos de plantas y de productos de la descomposición microbiana (Six *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en los suelos estudiados en la D.O. Ca. Rioja, se puede concluir que una parte considerable tienen riego de sufrir degradación física por la formación de costra superficial. El contenido de carbono orgánico, en sus 30 cm superficiales, está por debajo de los niveles necesarios para mantener la calidad del suelo. En estas condiciones climáticas y de manejo de suelo, la correlación existente entre la fracción arcilla y el carbono orgánico podría ser atribuida a la existencia de una fracción de C físicamente estabilizada. A pesar de sus bajos niveles, el carbono orgánico está correlacionado con el P Olsen, indicando el favorable efecto del contenido de materia orgánica en la disponibilidad del P.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido posible al proyecto INIA, SC 00-16 y a proyectos regionales del Gobierno de La Rioja. También a la financiación del INIA y del Fondo Social Europeo a través de la convocatoria contratos Doctores INIA-CCAA.

Agradecimientos a M^a Carmen Arroyo del Laboratorio Regional del Gobierno de La Rioja.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bienes, R., Nieves, M., Rodríguez, C., Moscoso, J. & del Olmo, A. 1994. Soil overcrusting index map of the Madrid community. XV International Congress Science of Soil, Tomo 5b, pp. 58-59, Mexico.
- FAO-PNUMA 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. FAO, Roma, Italia.
- Loveland, P. & Webb, J. 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. Soil and Tillage Research, 70: 1-18.
- Malinda, D. K. 1995. Factors in conservation farming that reduce erosion. Australian Journal of Experimental Agriculture, 35:969-978.
- Morgan, R. P. C. 1997. Erosión y conservación del suelo. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Nelson, D.W. & Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In A.L. Page et al. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. pp. 539-594. Agron. Mongr. 9 2nd ed ASA and SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Olsen, S.R., Cole, C. V., Watanabe, F. S. & Dean, L. D. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction

- with sodium bicarbonate. USDA Circular 939. U.S. Government Printing Office, Washington D.C., USA.
- Orsini, L. & Remy, J. C. 1976. Utilisation du chlorure de cobaltihexammine pour la détermination simultanée de la capacité d'échange et des bases échangeables des sols. *Science du Sol*, 4: 269-275.
- Paul, E. A. & Clark F. E. 1989. *Soil microbiology and biochemistry*. Academic Press, New York, USA.
- Plante, A. F., Conant, R. T., Stewart, C. E., Paustian, K. & Six, J. 2006. Impact of soil texture on the distribution of soil organic matter in physical and chemical fractions. *Soil Science Society of America Journal*, 70:287-296.
- Porta, J. 1986. *Técnicas y experimentos en Edafología*. Col.legi Oficial d'Enginyers Agrònoms de Catalunya, Barcelona, España.
- Romanyà, J., Rovira, P. & Vallejo, R. 2007. Análisis del carbono en los suelos agrícolas de España. Aspectos relevantes en relación a la reconversión a la agricultura ecológica en ámbito mediterráneo. *Ecosistemas*, 16: 50-57.
- Six, J., Guggenberger, G., Paustian, K., Haumaier, L., Elliott, E.T. & Zech W. 2001. Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates. *European Journal of Soil Science*, 52:607-618.