

## EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE COMPOST EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE SUELOS ALTAMENTE DEGRADADOS POR MOVIMIENTOS DE TIERRAS

*M. C. RAMOS, J. A. MARTÍNEZ-CASASNOVAS*

Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo, Universidad de Lleida, Alcalde Rovira Roure 191, 25198 Lleida. [email:cramos@macs.udl.es](mailto:cramos@macs.udl.es).

**Abstract.** The main aim of this study is to know the impact of compost addition on soils resulted from heavy land transformations carried out for the mechanisation of agricultural labours in vineyards located in the Anoia-Alt Penedès region (NE Spain). The soils show very low organic matter content (<1%) and weak aggregate stability. The improvement in organic matter, nitrogen, phosphorous, and potassium in treated vs. untreated soils is analysed, as well as the changes in aggregate stability against different disaggregation processes: slaking, cracking and mechanical breakdown. Aggregate stability is measured by the mean weight diameter (MWD) of the remaining fractions after disaggregation. The study was conducted in a commercial vineyard, in which soil surface samples (0-20 cm) were collected in treated and untreated soils one year after the addition of composted cattle manure in a levelled plot before vineyard establishment. Organic matter increased from 4 to 18 g kg<sup>-1</sup>, N from 0.3 to 1.2 g kg<sup>-1</sup>, P from 39 to 139 mg kg<sup>-1</sup> and K from 143 to 200 mg kg<sup>-1</sup> in treated versus untreated soils, which represents a positive effect. There is also a positive effect on aggregate stability against the processes of slaking caused by fast wetting (MWDR increased from 0.14 to 0.25 mm) and against cracking caused by slow wetting (MWDL increased from 0.75 to 0.91 mm).

**Key words:** compost, physical and chemical properties, soil degradation, land transformations, aggregate stability, nutrients.

**Resumen.** El objetivo de este estudio es conocer los efectos de la aplicación de residuos orgánicos sobre las propiedades físicas y químicas de suelos altamente degradados por trabajos de nivelación, realizados en la preparación de las parcelas para permitir la mecanización de las labores en el cultivo de la viña en las comarcas Anoia y Alt Penedès (Barcelona). Como resultado de estos trabajos los suelos cultivados son pobres en materia orgánica (en muchos casos < 1 %) y de escasa estabilidad estructural. En este trabajo se analizan los cambios en el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo y en la estabilidad estructural de los agregados superficiales frente a diferentes procesos de desagregación. El estudio se realiza a escala de parcela de campo en una finca comercial realizándose un análisis comparativo entre suelos tratados y no tratados 1 año después de la aplicación del compost, en una parcela de viñedo nivelada antes de su plantación. La adición del compost aumenta significativamente el contenido de materia orgánica (de 0,4 a 1,8%), N (de 0,3 a 1,2 g kg<sup>-1</sup>), P (de 39 a 139 mg kg<sup>-1</sup>) y K (de 143 a 200 mg kg<sup>-1</sup>) y mejora la estabilidad estructural frente a procesos de desagregación por humectación rápida y a procesos de ruptura debida a humectación lenta. EL efecto se cuantifica por el diámetro medio ponderado de los agregados que resultan tras el proceso de desagregación, el cual aumenta de 0,14 a 0,25 mm, (para la desagregación por humectación rápida) y de 0,75 a 0,91 mm (para los procesos de desagregación por humectación lenta).

**Palabras clave:** compost, propiedades físicas y químicas, degradación de suelos, transformación de tierras, estabilidad de agregados, nutrientes.

## INTRODUCCIÓN

Las tendencias socio-económicas actuales han ido acompañadas de cambios en las prácticas de manejo y de la introducción de la maquinaria en la mayor parte de las labores agrícolas. La mecanización de las labores agrícolas del cultivo de la viña ha requerido importantes movimientos de tierra para conseguir parcelas grandes y con pendientes suaves, en las que los viñedos son plantados en largas filas. Estos movimientos de tierra, que en muchas ocasiones suponen cortes de más de 2 metros de altura y que son realizados sin capaceo, dan lugar a capas de suelo superficial muy pobres en materia orgánica y nutrientes, y con una estabilidad estructural escasa. Para tratar de mejorar las propiedades del suelo, se suelen añadir algunos residuos orgánicos, que son mezclados con la capa superficial, antes de la plantación y después, con una frecuencia de 3/4 años, en dosis que varían entre 10 y 50 Mg ha<sup>-1</sup>. Algunos autores han puesto de manifiesto el efecto de la materia orgánica en la mejora de la estructura (Tisdall and Oades, 1982; Oades, 1984; Hamblin, 1991; LeónGonzález et al., 2000; Ourédraogo et al., 2001; Nyamangara et al., 2001), cuantificada por cambios en la estabilidad de agregados. Además, la aplicación de residuos puede ser una importante fuente de nutrientes. El objetivo de este trabajo es evaluar la efectividad de las aplicaciones de residuos orgánicos, que se están llevando a cabo en suelos altamente alterados por los trabajos de nivelación, sobre las propiedades físicas y químicas de dichos suelos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Características del área de estudio

La finca experimental está situada en el límite de las comarcas Anoia-Alt Penedès, en la provincia de Barcelona. En la Denominación de Origen Penedès, la superficie de viñedo ha aumentado desde 26660 ha en 1992 a 27729 ha in 2004, y las plantaciones adaptadas a los requerimientos necesarios para llevar a cabo todas las labores de forma mecanizada representan un 50% del total. El viñedo seleccionado, se puede considerar representativo de las nuevas prácticas de manejo en la zona.

La zona de estudio tiene clima mediterráneo, con una temperatura media anual 15°C y una precipitación media anual de unos 550 mm, registrada mayoritariamente en primavera y otoño. Las características lluvias de primavera suelen ser de larga duración y baja intensidad, mientras que en otoño son habituales lluvias de corta duración y elevada intensidad, lo que les confiere un alto potencial erosivo. El régimen de humedad de los suelos es xérico y el régimen de temperatura del suelo es térmico.

### Características de la parcela de estudio

Para el análisis se eligió una parcela en las que se habían realizado importantes movimientos de tierra, previos a la plantación de la viña, que implicaron cortes de más de 2,5 m en la parte superior de la ladera y rellenos en la parte baja. Los suelos de la parcela se clasifican como Xerorthent Typic (SSS, 1998). El cultivo está emparrado con un marco de plantación de 3 m (separación entre filas) \*1,3 m (separación entre cepas). El suelo se mantiene desnudo prácticamente todo el año, con sucesivos labrados (al menos 5 distribuidos entre noviembre-junio), para evitar la competencia de las malas hierbas por el agua. El único recubrimiento del suelo es el que produce el cultivo, que no llega al 50% cuando éste es máximo. En la parcela se ha aplicado estiércol de vaca compostado, a razón de 40 Mg ha<sup>-1</sup>, entre las filas de viñedo, y en hileras alternas, el cual ha sido incorporado y mezclado con la capa superficial de suelo (en los 25 cm superficiales).

## Toma de muestras y análisis

En dicha parcela se eligieron 4 zonas distribuidas a lo largo de la pendiente, a fin de tener información de las diferentes posiciones en la ladera. Dado que la aplicación de compost se había realizado en filas alternas, en cada una de estas zonas se tomaron muestras superficiales de suelo (0-20 cm) a ambos lados de la fila de viña (con y sin compost) un año después de la aplicación del mismo. Las distancias medidas desde la cabecera a los puntos de muestreo fueron 21, 69, 117 a 128 m para las muestras sin compost y 24, 72, 120 y 135 m para las muestras con compost. Las características del compost aplicado se muestran en la Tabla 1. Las muestras se secaron al aire y en ellas se analizó textura (USDA), materia orgánica, pH y carbonato cálcico equivalente siguiendo los métodos descritos en Porta et al. (1986), fósforo Olsen (Olsen and Sommers, 1982), nitrógeno total (Bremner and Mulvaney, 1982) y potasio (Knudsen et al., 1982). La estabilidad estructural se evaluó por el método propuesto por Amezqueta et al. (1996), que incluye tres tratamientos (humectación lenta, humectación rápida y rotura mecánica por agitación). El resultado se expresó como el diámetro medio ponderado (DMP) de la fracción residual en 4 clases (2, 1, 0,5 y 0,25 mm) después de la desagregación. Las determinaciones se hicieron por triplicado. Se realizó un análisis de la varianza y un análisis de separación de medias (Duncan), usando el programa Statgraphics 5.1.

TABLA 1: Características de compost aplicado en la zona de estudio.

Parámetro	Concentración (referido a peso seco)
Humedad (%)	28±3
Materia orgánica (g kg <sup>-1</sup> )	830 ± 40
N -total (mg g <sup>-1</sup> )	22,6 ±0,6
N-Orgánico (mg g <sup>-1</sup> )	17,6 ±0,8
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg g <sup>-1</sup> )	3,5 ± 0,5
N-NO <sub>3</sub> (mg g <sup>-1</sup> )	1,5 ± 0,2
relación C/N	18,2 ± 0,9
P (mg kg <sup>-1</sup> )	1411 ± 12
K (mg g <sup>-1</sup> )	29 ± 4
K-soluble agua (mg g <sup>-1</sup> )	15 ± 1
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	30 ± 2
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	67 ± 5
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	128 ± 10
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	62 ± 6
Cd (mg kg <sup>-1</sup> )	0,8 ± 0,2
Pb (mg kg <sup>-1</sup> )	9,8 ± 0,8
EC (1:5) <sub>25°C</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	16,3 ± 0,6

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta la dosis aplicada y las concentraciones de N, P y K en el mismo, la cantidad de estos tres nutrientes añadida al suelo tras una aplicación representan 20/1/10 veces las cantidades de N/P/K

respectivamente, añadidas anualmente por el agricultor (la dosis habitual de fertilización es una aplicación anual de fertilizante: 4 N - 6 P - 2 MgO - 1 Fe 40 S + 15% de material orgánica, a razón de 500 kg ha<sup>-1</sup>), lo que va a suponer una importante reserva de N y K para el cultivo.

TABLA 2: Contenido en materia orgánica (MO), nitrógeno total (N), fósforo Olsen (P) y potasio (K) en los suelos tratados (Pi+) y no tratados Pi en las cuatro zonas muestreadas y valor promedio.

Punto de muestreo	MO (g kg <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K (mg kg <sup>-1</sup> )
P1	0,43	0,4	31	139
P1(+)	2,67	1,8*	191*	163*
P2	0,16	0,2	25	148
P2(+)	1,24	1,1*	165*	227*
P3	0,28	0,2	62	136
P3(+)	1,17	0,9*	156*	202*
P4	0,53	0,4	36	150
P4(+)	1,38	1,0*	162*	212*
Pi medio	0,35 ± 0,16	0,3 ± 0,1	39 ± 16	143 ± 7
Pi(+) medio	1,6 ± 0,7 *	1,2 ± 0,4*	169 ± 15*	200 ± 30*

### Efectos de la aplicación de compost en las propiedades químicas

Los suelos de la parcela experimental presentan porcentajes de limo que varía entre 40 y 45%, de arcilla entre 8 y 12 y de arena entre 43 y 51%. Los contenidos en carbonato cálcico oscilan entre 38 y 41% y el pH varía entre 8,3 y 8,9. En contenido en materia orgánica en los suelos originales es muy bajo, oscilando 0,16% y 0,53%. En los suelos tratados dicho valor aumenta significativamente, hasta un valor máximo de 2,67% (Tabla 2). El contenido en N, P y K también fue significativamente (\*p> 0,005) mayor en los suelos tratados. La Tabla 2 muestra los valores para cada zona muestreada, pero dado que no hay diferencias significativas entre puntos y que no se observa ninguna tendencia a lo largo de la pendiente, la comparación entre suelos tratados y no tratados se hace considerando el valor promedio de todos los puntos considerados en la parcela. Para N y P el valor medio en los suelos tratados es cuatro veces mayor que en los suelos no tratados, y el K aumentó en aproximadamente un 50%, lo que confirma el efecto del compost añadido.

TABLA 3: Valores del diámetro medio ponderado para cada tratamiento (DMPR: humectación rápida; DMPL: humectación lenta; DMPAg: humectación con agitación, para suelos tratados y no tratados) para cada zona muestreada y valor medio.

Punto de muestreo	DMPR	DMPL	DMPAg
P1	0,1315	0,7818	0,5053
P1(+)	0,2303	1,1721	0,6021
P2	0,1340	0,6823	0,6207
P2(+)	0,2019	1,2611	0,7610
P3	0,1586	0,9166	0,7317
P3(+)	0,2006	1,1218	0,8358
P4	0,1835	0,6866	0,5331
P4(+)	0,2055	0,8316	0,6990
DMP Pi medio	0,14 ± 0,03	0,75 ± 0,14	0,79 ± 0,12
DMP Pi(+) medio	0,25 ± 0,09 *	0,91 ± 0,22*	0,74 ± 0,16

(\* diferencias significativas entre suelos tratados y no tratados, p< 0.05)

## Efectos de la aplicación de compost en la estabilidad de agregados

Se considera que los tres tratamientos aplicados en el proceso de desagregación representan la destrucción de los agregados por hinchamiento (humectación lenta), ruptura por oclusión (humectación rápida) y ruptura por procesos mecánicos (agitación precedida de humectación), procesos señalados por Le Bissonnais (1996) como los responsables de la ruptura de los agregados según el grado de humedad existente en el suelo. Los valores de los diámetros medios ponderados tras la humectación lenta (DMPL) son mayores que los correspondientes a los otros dos tratamientos (DMPR y DMPAg), oscilando sus valores entre 0,61 y 0,93 mm en las muestras de suelos no tratados y entre 0,83 y 1,27 mm en suelos tratados (Tabla 3). Para la humectación rápida los valores variaron entre 0,13 y 0,18 mm para suelos no tratados y entre 0,20 y 0,23 mm para suelos tratados, y para la humectación con agitación oscilaron entre 0,50 y 0,73 mm en suelos sin compost y entre 0,53 y 0,84 mm en suelos con compost.

Los mayores aumentos de los DMPR y en particular los DMPL se deben a un aumento de la fracción residual en las clases de mayor tamaño (1-2 mm), sin embargo para el tratamiento con agitación no hubo diferencias significativas (Figura 1). El resultado indica que la aplicación de compost mejora la estabilidad de agregados frente a procesos de desagregación por oclusión y aquellos producidos por hinchamiento, pero no es efectiva, al menos para la dosis utilizada, frente a los procesos de ruptura por métodos mecánicos. Este proceso, que implica una ruptura de agregados grandes en agregados de menor tamaño, se ve favorecido por la propia textura de los suelos, con bajo contenido en arcilla y alto contenido en limo (43-48%) y arena fina (18-20%).

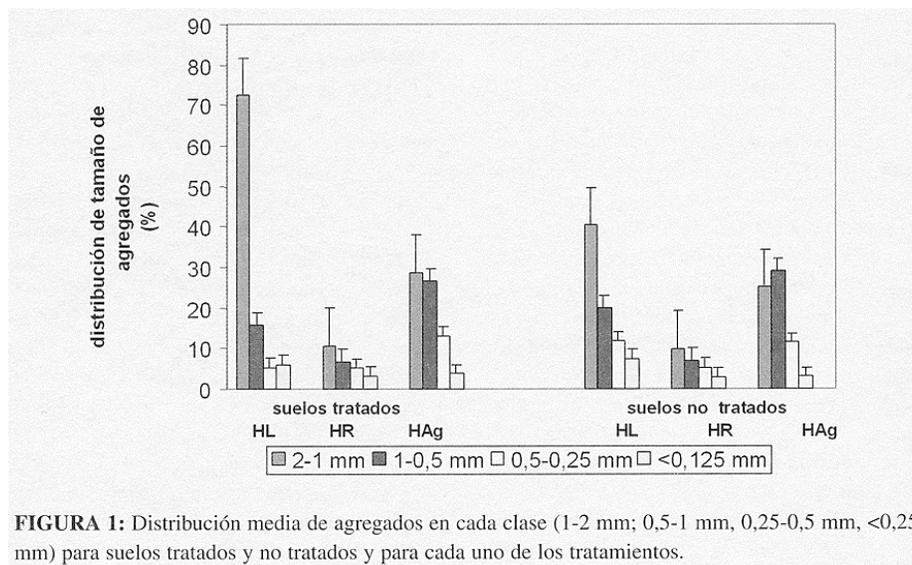
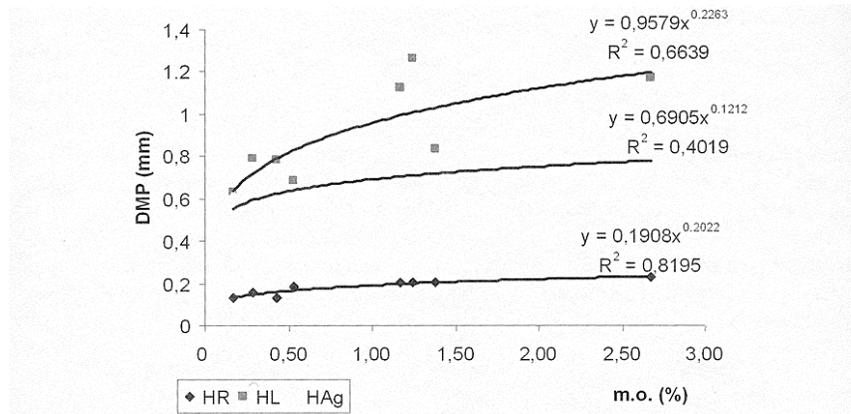


FIGURA 1: Distribución media de agregados en cada clase (1-2 mm; 0,5-1 mm, 0,25-0,5 mm, <0,25 mm) para suelos tratados y no tratados y para cada uno de los tratamientos.

En aquellas zonas de la parcela donde el aumento de materia orgánica fue mayor, se observó también un mayor aumento de la estabilidad frente a los procesos indicados, lo que está en concordancia con los expuestos por Elwell (1986). La relación entre el DMP y la materia orgánica para cada tratamiento se muestra en la Figura 2. Las relaciones son de tipo potencial en todos los casos, con bajos valores de la potencia (próximos a 0,2). Los mayores aumentos del DMP con la materia orgánica se observan en la humectación lenta. Sin embargo los valores del DMP para la humectación rápida, a pesar de mejorar, son aún muy bajos. La mejora de la estabilidad de agregados en los suelos es un factor importante para la zona, donde además de existir los problemas inducidos por las alteraciones del terreno realizadas por el hombre se producen procesos de degradación natural por erosión. Fox y Le Bissonnais (1998) indicaron que el efecto producido en los agregados por el impacto de las gotas sobre suelo seco, podría estar simulado por la desagregación por humectación rápida, mientras que la humectación lenta simula los procesos de desagregación cuando el suelo está húmedo. En este sentido, la mejora de la estabilidad frente a los dichos procesos, aunque aún pequeña, disminuiría la ruptura de los agregados por el impacto de las gotas y contribuiría a disminuir las pérdidas de suelo por erosión.



**FIGURA 2:** Relación entre el diámetro medio ponderado y el contenido de materia orgánica para cada tratamiento (HR: humectación rápida, HL: humectación lenta; HAg: Humectación con agitación).

## CONCLUSIONES

Un año después de la aplicación de estiércol de vaca compostado a razón de 40 Mg ha<sup>-1</sup> en un suelo altamente alterado por trabajos de nivelación, llevados a cabo antes de la plantación de la viña, se observa un efecto positivo significativo en el suelo por aumento en el contenido en materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio. El aumento en materia orgánica, a su vez, produce un efecto positivo en la estabilidad de los agregados superficiales frente a procesos de desagregación por hinchamiento y por colapso, pero no es efectivo frente a procesos de desagregación mecánica, tratamiento para el que la relación entre el aumento del diámetro medio ponderado y contenido de materia orgánica es menor.

## REFERENCIAS

- Amezqueta, E., Singer, M., Le Bissonnais, Y. (1996): Testing a New Procedure for Measuring Water-stable Aggregation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 60, 888-894. Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. (1982): Nitrogen-total. En: *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. 2nd ed. [Agron. Mongr. 9. ASA](#) and SSSA, Madison, WI.
- Elwell, H.A. (1986): Determination of erodibility of a subtropical clay soil: a laboratory rainfall simulator experiment. *J. Soil Sej.* 37, 345-350.
- Fox, DM., Le Bissonnais, Y. (1998): Process-based analysis stability effects on sealing, infiltration and interrili erosion. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62, 717-724.
- Hamblin, A. (1991): Sustainable agricultural systems: what are the appropriate measures for soil structure??. *Australian J. Soil Res.* 29, 709-715.
- Knudsen, D., Peterson GA., Pratt., P. F. (1982). Lithium, sodium and potassium. En: *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. 21 ed. [Agron. Mongr. 9. ASA](#) and SSSA, Madison, WI.

León-González, F., Hernández-Serrano, MM., Etchevers, J.D., Payán-Zelaya, F., Ordaz-Chaparro, V. (2000): Shortterm effect on macroaggregation in a sandy soil under low rainfall in the Valley of Mexico. *Soil and Tillage Res.* 56, 213-217.

Le Bissonnais, Y. (1996): Aggregate stability and assessment on soil crustability and rodibility. I, Theory and methods. *European Journal of Soil Science*, 47, 425-437.

Nyamangara, J., Gotosa, J., Mpofu, S.E. (2001): Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbabwe. *Soil and Tillage Res.* 62, 157-162.

Oades, J.M. (1984): Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. *Plant and Soil* 76, 319-337.

Olsen, S.R., LE. Sommers. (1982): Phosphorous. En: *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties.* 2nd ed. [Agron. Mongr. 9. ASA](#) and SSSA, Madison, WI. pp. 403-430.

Ouédraogo, E., Mando A.M., Zombré, N.P. (2001): Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa., *Agric. Ecosystems and Environ.* 84, 259-266.

Porta, J., López-Acevedo, M., Rodriguez, R. (1986): *Técnicas y experimentos en edafología.* Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Cataluña. Barcelona. 283 pp.

Soil Survey Staff (SSS) (1998): *Keys to Soil Taxonomy*, 8th edition. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, D.C.

Tisdali, J.M., Oades, J.M. (1982): Organic matter and water stable aggregates in soils. *J. Soil Science* 33, 141-163.