

Cambios en las propiedades fisico-químicas del suelo por adición de enmiendas orgánicas en cultivo de tomate

A. Sánchez Navarro, P. Marín Sanleandro y M^a. J. Delgado Iniesta.

Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Facultad de Químicas. Campus de Espinardo, 30100 Murcia.

ABSTRACT

This study possible changes in the physico-chemical properties of soil under intensive cultivation of tomatoes after the addition of two different types of organic amendments: a natural as sheep manure and synthetic made.

Trial plots that were designed are located in de NE of the province of Granada, in Puebla de Don Fadrique, in the area that in recent years, changes are very important in agriculture, from traditional farms extensive cultivation of rain-fed cereal crops such as intensive vegetable broccoli or tomatoes.

Palabras clave: usos del suelo, agricultura intensiva, tomate, enmiendas orgánicas.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola viene sufriendo profundos cambios en los últimos tiempos debido a las cada día más sofisticadas técnicas de cultivo, todo ello orientado fundamentalmente a aumentar la producción y calidad del producto obtenido y, por tanto, la rentabilidad de las explotaciones agrícolas. Este planteamiento de la agricultura ha conducido en algunas ocasiones a la degradación progresiva del medio natural y la pérdida de su potencial productivo.

Los suelos del sureste español son pobres en materia orgánica y tienen un alto índice de mineralización debido al clima y sobre todo a las labores de cultivo. Debido a ello, el uso de residuos orgánicos frescos o transformados supone por una parte valorizar estos residuos y por otra incrementar la calidad de los suelos agrícolas. Una de las posibilidades de encontrar vías para una agricultura sostenible pasa por optimizar los sistemas de cultivo, con las necesarias adiciones de fertilizantes orgánicos procedentes de residuos de origen vegetal y animal y el estudio diferencial de la calidad y cantidad de la producción agrícola obtenida. La optimización de las dosis o aportes de estos subproductos debe asegurar una correcta nutrición del cultivo, obtener productos de calidad y no producir efectos adversos en el suelo y aguas subterráneas.

El nivel de materia orgánica de un suelo está influenciado por algunas prácticas agronómicas como el tipo de cultivo, rotaciones y manejo de residuos (Janzen, 1987; Stevenson y Cole, 1999), y aunque ésta evoluciona muy lentamente, algunas de sus fracciones constituyentes pueden ser mucho más sensibles a cambios inducidos por dichas prácticas (Omey *et al.*, 1997).

El uso sostenible del suelo implica la utilización de técnicas que tiendan a atenuar la mineralización de la materia orgánica, con el objeto de no deteriorar su capacidad para regular la disponibilidad de macro y micronutrientes (Peirano *et al.*, 1992; Stevenson y Cole, 1999), por ello, la materia orgánica se considera como un componente esencial de la calidad del suelo (Elliot *et al.*, 1994).

El objetivo del presente trabajo es el estudio de la influencia que tiene en las propiedades físico-químicas del suelo la incorporación de enmiendas orgánicas de dos tipos distintos: estiércol de oveja y una enmienda orgánica sintética formulada (Ecomañán). Se pretende encontrar alternativas al uso de fertilizantes inorgánicos como base para una agricultura racional y sobre todo más respetuosa con el medio ambiente y la calidad nutricional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las parcelas que se prepararon para este ensayo se encuentran situadas en la Puebla de Don Fadrique, en el NE de la provincia de Granada, zona en la que en los últimos años se están produciendo cambios muy importantes en la agricultura, al pasar de explotaciones agrícolas extensivas ancestrales con cultivos de cereal de secano a cultivos hortícola intensivos tales como el brócoli o el tomate.

Se diseñó el ensayo con una parcela testigo, sin ninguna fertilización orgánica, una fertilizada con la enmienda orgánica sintética y una tercera a la que se le aportó el estiércol de oveja. Se tomaron muestras a tiempo cero, al inicio sin cultivo y después de haber sido recogida la cosecha de tomate para evaluar las posibles modificaciones en las propiedades del suelo. El ensayo se realizó utilizando plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) de tipo pera para industria.

Respecto a las determinaciones analíticas se ha determinado el carbono orgánico por el método de Anne (1945), modificado por Duchaufour (1970). El nitrógeno total según el método Kjeldhal tal como describe Duchaufour (1970). El carbonato cálcico equivalente o total se ha determinado con el método del calcímetro de Bernard y el carbonato cálcico activo por Drouineau (1943). Los valores de pH en agua y en cloruro potásico 1 M se han obtenido con el método de Peech (1965) en relaciones 1:1. La capacidad de cambio catiónico siguiendo el método de Chapman (1965); en el primer percolado con acetato amónico 1N pH=7 se han medido sodio y potasio asimilables por emisión y magnesio asimilable por absorción atómica, tras preparar la dilución adecuada al rango de medida. El fósforo asimilable se ha determinado siguiendo el método de Watanabe y Olsen (1965). El hierro, cobre, manganeso y cinc asimilables por el método de Lindsay y Norvell (1969).

La salinidad del suelo se ha estimado con los valores de conductividad eléctrica del extracto de saturación según Bower y Wilcox (1965); en dicho extracto se midieron por cromatografía iónica los aniones: sulfatos, cloruros, nitratos y nitritos y los cationes: calcio, magnesio, sodio y potasio solubles. Se ha calculado la razón de adsorción de sodio (R.A.S.) a partir de los valores de sodio, potasio y magnesio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como era de esperar, tras la adición del estiércol se produce un incremento considerable en materia orgánica en los suelos tratados con respecto al suelo blanco (Tabla 1). Este aumento es mayor en el suelo enmendado con estiércol de oveja que en el suelo con Ecomañán, debido a que en este segundo caso la enmienda utilizada es más elaborada y presenta una mineralización de la materia orgánica mayor. Igualmente, se observa que los niveles de nitrógeno total son más altos en las parcelas enmendadas que en el blanco, aunque después del cultivo es éste precisamente el que conserva un valor superior, debido muy posiblemente al exceso de este elemento en los programas de fertirrigación. En el suelo con estiércol de oveja se presentan los valores más elevados de relación C/N, debido a su mayor contenido de restos vegetales escasamente humificados como es el caso de la paja incorporada a dicha enmienda procedente de la cama utilizada en los establos del ganado.

Son suelos muy calizos, apreciándose una disminución ligera en los suelos tratados con estos enmendantes, ya que son sustancias ligeramente ácidas que han podido disolver parte de los carbonatos presentes. De acuerdo con su carácter calizo los pHs de estos suelos son básicos, no viéndose afectados por la adición de estos abonos orgánicos, tal vez debido al efecto tampón de estos suelos, atribuible principalmente a su elevado contenido en arcilla y carbonato cálcico.

La capacidad de cambio catiónico escasamente se ve afectada por el aporte de las enmiendas, consecuencia directa del escaso grado de humificación de las mismas. Hay que destacar el valor de dicho parámetro en el ensayo suelo-Ecomañán después del cultivo ($26.2 \text{ cmol}_{(+)} \text{ Kg}^{-1}$), que difícilmente puede ser explicado salvo que su origen esté en el amoniaco existente en esta enmienda comercial y que el mismo sea incorporado al extracto salino junto con el procedente de las posiciones de cambio, y, por tanto, pueda falsear en parte el resultado obtenido. Las texturas de estos suelos son limo-arcillosas y en el análisis granulométrico se observa que disminuye el porcentaje de la fracción arcilla y aumenta el del limo fino, tal vez debido a la formación de complejos arcillo-húmicos con el nuevo aporte orgánico; la arcilla ya no estará individualizada sino que aumentaría al formar este complejo con el humus su tamaño.

La conductividad eléctrica aumenta muy ligeramente en las parcelas enmendadas con respecto al blanco y dicho aumento es superior después del cultivo, muy posiblemente como consecuencia de la mineralización parcial de estas enmiendas orgánicas y la consiguiente incorporación a la solución del suelo de los correspondientes iones, en el caso de los suelos enmendados y, como consecuencia de la fertirrigación.

PARÁMETRO	Suelo-Estíercol		Suelo-Ecomañán		Suelo (Blanco)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Materia orgánica (g Kg^{-1})	52.3	20.7	30.8	23.6	19.3	20.5
Carbono orgánico (g Kg^{-1})	30.4	12.0	17.9	13.7	11.2	11.9
Nitrógeno total (g Kg^{-1})	2.1	1.4	2.2	1.5	1.6	1.6
Relación C/N	14.3	8.3	8.2	8.9	7.3	7.2
C. cálcico equiv. (g Kg^{-1})	314	308	264	360	438	280
C. cálcico activo (g Kg^{-1})	163	168	143	148	166	169
pH suelo-agua (1:1)	8.1	8.1	7.9	8.0	7.8	7.8
pH suelo-KCl (1:1)	7.2	7.3	7.3	7.3	7.1	7.8
Cond. eléctrica (dS m^{-1})	1.63	1.82	1.74	1.77	1.63	1.98
C.C.C. ($\text{cmol}_{(+)} \text{Kg}^{-1}$)	30.1	22.9	23.3	26.2	22.2	21.5

Tabla I: Determinaciones analíticas generales

En cuanto al estudio de los nutrientes (Tabla II), tras la adición de las enmiendas se aprecia un incremento en todos los micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn) con respecto a los encontrados en el blanco, siendo este aumento más acentuado en el suelo tratado con Ecomañán. El fósforo sin embargo es más abundante en el suelo tratado con estiércol de oveja, lo mismo sucede con potasio y sodio.

Después del cultivo, es de destacar que el blanco conserva los niveles de nutrientes incluido el de nitrógeno, y sólo en el caso del K se observa un descenso considerable (0.91 a 0.47 g Kg^{-1}), aspecto este que debe estar relacionado con la gran avidéz que el cultivo de tomate tiene por este macronutriente y que puede llegar a esquilmar el suelo si no se repone adecuadamente. En la parcela abonada con estiércol de oveja bajan ligeramente todos los niveles después de la cosecha, como consecuencia de las extracciones del cultivo, pero se conservan en niveles que aseguran una buena fertilidad del suelo para cultivos posteriores. El potasio también sufre un descenso muy considerable debido a las razones expuestas anteriormente, hecho que vuelve a repetirse en el ensayo suelo-Ecomañán.

Elemento	Suelo-Estiércol		Suelo-Ecomañán		Suelo (Blanco)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Fósforo (mg Kg ⁻¹)	34.2	33.3	30.8	35.6	23.0	24.1
Potasio (g Kg ⁻¹)	1.48	0.52	1.01	0.45	0.91	0.47
Magnesio (g Kg ⁻¹)	0.68	0.80	0.76	1.18	0.61	0.80
Sodio (g Kg ⁻¹)	0.52	0.58	0.37	1.07	0.55	0.52
Hierro (mg Kg ⁻¹)	2.9	1.3	4.1	4.2	2.1	2.4
Manganeso (mg Kg ⁻¹)	6.3	4.6	8.6	6.5	5.3	2.3
Cobre (mg Kg ⁻¹)	1.1	1.2	1.2	1.3	1.1	1.3
Cinc (mg Kg ⁻¹)	1.2	0.6	2.4	1.6	0.6	1.0

Tabla II: Fertilidad química

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la investigación claramente los mejores resultados de producción y mantenimiento de las propiedades físico-químicas del suelo se obtuvieron en las experiencias realizadas con el abonado orgánico sintético frente a una fertilización tradicional con estiércol de oveja. Sin embargo, además de estos resultados, habrá que considerar el aspecto económico que es muy importante para el agricultor que deberá de evaluar y sopesar el costo del preparado sintético frente al estiércol de oveja.

REFERENCIAS

- ❖ Anne, (1945). *Ann. Agro.*, 2, 161-172.
- Black, C.A. 1965. *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Physica and Mineralogical Properties, including Statistics of Measurement and Sampling. Am. Soc. of Agron., Inc. Publisher. Madison. Wisconsin. USA. 1-770.
- Black, C.A. 1965. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Am. Soc. of Agron., Inc. Publisher. Madison. Wisconsin. USA. 771-1572.
- Bower, C.A. y Wilcox, L.V., 1965. Soluble salts. En C.A. Black, Ed. *Methods of Soil Análisis*, part 2, 933-940. Amer. Soc. Agronomy, Inc. Madison. Wisconsin. EEUU.
- Chapman, H.D. 1965. Cation exchange capacity. En C.A. Black, Ed. *Methods of Soil Análisis*, part 2, 891-900. Amer. Soc. Agronomy, Inc. Madison. Wisconsin. EEUU.
- De Ploey, J. y Poessen, J. 1985. Aggregate stability, runoff generation and interrill erosion. *Geomorphology and Soils.* (eds. K.S. Richards R.R. Arnett y S. Ellis). 99-120. Allen and Unwin, Londres Duhaufour, PH. (1970). Pedalogie. Masson. París.
- Elliott, E.T. & Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R., Grace, P.R. (Eds). 1994. The potential use of soil biotic activity as an indicator of productivity, sustainability and pollution. In: *Soil Biota: Management in Sustainable Farming Systems*. CSIRO, Melbourne, pp. 250–256.
- FAO-ISRIC-IUSS. 2006. World reference base for soil resources 2006. *World Soil Resource Reports* n° 103. FAO. Roma. 145 pp.
- Janzen, HH. 1987. Soil organic matter characteristics after longterm cropping to various spring wheat rotations. *Can. J. Soil Sci.* 67:845-856.
- Lindsay, W.L y Norwell, W.A. 1969. Development of a DTPA micronutrient soil test. *Agron, Abstr*, 84.
- Murphy, J. y Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, 27, 31-36.
- Olsen, S.R. y Dean, L.A. 1965. Phosphorus. En C.A. Black, Ed. *Methods of Soil Analysis*, part 2, 1044-1045. Amer. Soc. Agronomy, Inc. Madison, Wis.
- Omay, A.B., 1997. Soil microbial and chemical property under long crop rotation and fertilization. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61, 1672–1678.
- Peech, M. (1965). Hydrogen-ion activity. En C.A. Black, Ed. *Methods of Soil Análisis*, part 2, 914-916. Amer. Soc. Agronomy, Inc. Madison. Wisconsin. EEUU.
- Peirano, P; M Aguilera; G Borie & M Caiozzi. 1992. Actividad biológica en suelos volcánicos y su relación con la dinámica de la materia orgánica. *Agricultura Técnica* 52:367-371. Chile.
- Pratt, M. 1965. Potassium and sodium. En C.A. Black, Ed. *Methods of Soil Análisis*, part 2, 1022-1034. Amer. Soc. Agronomy, Inc. Madison. Wisconsin. EEUU.
- Stevenson, FJ & MA Cole. 1999. Cycles of soil. Pp. 427. 2nd Ed. *John Wiley & Sons. New York, USA*.