

SUPERFICIE ESPECIFICA DE UN HAPLUDULT TIPICO. EFECTOS DE LA APLICACION DE MATERIA ORGANICA

LL FOURNIER¹, RR FILGUEIRA^{1,2}, LJ SIKORA³, WJ RAWLS³, YA PACHEPSKY³

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Calles 60 y 119, CC 31 - 1900 La Plata - Argentina.

Email: llfournier@infovia.com.ar

²Investigador Científico del CONICET

³USDA-ARS, Beltsville, Maryland, USA

Recibido 18 de junio de 2002, aceptado 18 de noviembre de 2002

SPECIFIC SURFACE AREA OF A TYPIC HAPLUDULT AS AFFECTED BY THE ADDITION OF ORGANIC MATTER

Beneficial effects of amending soils with organic by-products includes improvement of chemical and physical properties. Very few papers have studied changes in soil specific surface area after amendments with manures or composts. Soil samples were taken from a Typic Hapludult under a corn (*Zea mays* L)-soybean (*Glycine max* Merr) rotation, before and after four years of manures, composts and inorganic nitrogen fertilizer application. Soil samples were tested for changes in soil surface area using nitrogen gas adsorption at 78 K. The specific surface area significantly increased in all treatments, excepting in the fertilized treatment. With the addition of organic amendments the specific surface varied between 0.73 m²/g and 0.91 m²/g by one percent of soil C increase.

Key words: Soil specific surface area, Organic amendments, Nitrogen adsorption.

INTRODUCCION

El proceso de compostado ha demostrado ser efectivo para el tratamiento de residuos orgánicos. Se han estudiado algunos efectos de la adición de compostado sobre las propiedades del suelo. El aumento del contenido de nutrientes es uno de los efectos positivos (Sikora, Enkiri 1999). La aplicación de aguas cloacales, compostadas o no, incrementa la permeabilidad del suelo (Brudel, Vorwerk 1977), la porosidad (Pagliai *et al.* 1981, Guidi, Poggio 1987), aumenta la superficie específica (SE) y disminuye la resistencia a la penetración (Tester 1990).

La SE del suelo es uno de los parámetros que se utiliza para caracterizar la habilidad del suelo para retener y transportar agua y nutrientes. La SE se correlaciona positivamente con la capacidad de sorción y de intercambio de iones. Tester (1990) observó que la SE de un suelo, determinada por el método del etilenglicol (EG), incrementaba con el agregado de estiércol.

La SE de la materia orgánica del suelo ha sido un tema de debate hasta hace pocos años (Chiou *et al.* 1990, 1992, Pennell *et al.* 1995). La controversia sobre el tema se centró en los casi tres órdenes de magnitud de

diferencia entre la SE de la materia orgánica del suelo, cuando se mide por adsorción de nitrógeno gaseoso (1 - 20 m²/g) y el método basado en la adsorción de EG que, erróneamente, la estima entre 550 y 800 m²/g. La utilidad de estas mediciones es fundamental para predecir y tener un concepto real del rol de la materia orgánica en los procesos del suelo, tales como el intercambio iónico y la adsorción de contaminantes, entre otros.

El objetivo de este trabajo fue comparar la magnitud de la SE de un suelo muy erosionado y pedregoso, antes y después de cuatro años de enmendado con varios tipos de compostado y estiércol, que fuera cultivado con soja y maíz en rotación.

MATERIALES Y METODOS

El suelo estudiado fue un Hapludult Típico, serie Metapeake, de textura franco limosa (27% arena, 62% limo, 11% arcilla, 2% carbono) localizado en el Beltsville Agricultural Research Center, Maryland, Estados Unidos. El ensayo consistió en dividir un lote en parcelas de 6x24 m². Cada parcela recibió un tratamiento diferente, consistente en enmiendas orgánicas y fertilización inorgánica. Los tipos y cantidades de enmienda orgánica usadas anualmente fueron (en Mg/ha): estiércol vacuno compostado, 45 (en 1994), 57 (en 1995), 29 (en 1996), 37 (en

1997); biosólidos compostados, 30 (en 1994), 37 (en 1995), 5 (en 1996), 5 (en 1997); estiércol vacuno, 20 (en 1994), 15 (en 1995), 1 (en 1996), 4 (en 1997); estiércol de aves, 10 (en 1994), 21 (en 1995), no enmendado (en 1996), 2 (en 1997).

En los cinco años previos al comienzo del experimento la zona era sembrada con maíz (*Zea mays* L.) y soja (*Glycine max* Merr) mediante labranza cero. Con posterioridad a la instalación del ensayo continuó cultivándose maíz y soja en rotación.

Las enmiendas fueron aplicadas con un distribuidor de abonos y las cantidades usadas se determinaron en función del contenido de nitrógeno del suelo disponible para las plantas. Se estimó que el 70 % del N requerido por el maíz, o el 50% en el caso de la soja, fueran suministrados por las enmiendas. Se agregó fertilizante, para completar la cantidad de N disponible al 100%.

Después de la aplicación de la enmienda, las parcelas fueron trabajadas con cincel, rastra de discos y luego sembradas. La cosecha se hizo usando un equipo convencional que dejaba un residuo del tallo de 150 mm sobre la superficie. Las muestras de suelo fueron tomadas del horizonte A en todas las parcelas, en la primavera de 1994 (abril) y en la primavera de 1998 (mayo), antes de la aplicación anual de la enmienda. Ocho a doce muestras cilíndricas de 100 mm de diámetro y 150 mm de profundidad fueron extraídas, llevadas a un recipiente y mezcladas. De allí se tomaron de 1 a 2 kg de suelo para los análisis, se secaron al aire y se tamizaron con malla de 2 mm. Los fragmentos rocosos mayores de 2 mm fueron removidos. Las muestras se mantuvieron en frascos de vidrio a temperatura ambiente.

Los contenidos totales de C y N de las muestras de suelo fueron determinados por combustión seca usando un analizador de CHN Perkin Elmer 2400. Para estimar la superficie específica se utilizó la adsorción de nitrógeno a bajas temperaturas (78 K). La técnica para determinar la cantidad de gas adsorbida por el adsorbente fue la volumétrica (Sarli *et al.* 1993). Durante los experimentos, porciones sucesivas de gas fueron admitidas en los porta muestras con muestras de suelo y se midieron las cantidades adsorbidas. Las muestras, de 1,25 g aproximadamente, se llevaron inicialmente a los portamuestras y se sometieron al vacío (0,133 Pa) durante la noche, a una temperatura de 313 K. El objeto fue eliminar la fase gaseosa adsorbida, preparando así la superficie para la deposición del nitrógeno. Luego de este tratamiento, las muestras de suelo fueron mantenidas bajo vacío y a temperatura ambiente, hasta ser conectadas al instrumento para obtener las isothermas de adsorción. Todo este proceso se realizó por duplicado para cada muestra. Las medidas de SE fueron realizadas

en muestras de 1994 y 1998. Se supuso una distribución normal de las medidas y se usó la distribución de Student (test t) para analizar las diferencias entre las medias. El primer muestreo se hizo en 1994 antes de la incorporación de las enmiendas y el último, en la primavera de 1998, también antes de la incorporación de enmiendas.

La superficie específica se calculó utilizando la siguiente ecuación (Sarli *et al.* 1993):

$$SE = 4,464 \times 10^{-17} n_m s N \quad [1]$$

donde SE es la superficie específica [m^2/g], s es el área ocupada por una molécula de adsorbato cuando está depositada sobre la muestra [nm^2], N es el número de Avogadro y v_m es la capacidad de monocapa expresada como un volumen de gas (en condiciones estándar de temperatura y presión) por gramo del sólido [m^3/g]. Para este trabajo se utilizó nitrógeno como adsorbato, con un valor de $s = 0,162 nm^2$. En la ec. [1], el valor de v_m debe ser encontrado a partir de las medidas realizadas. Para lograr esto, se midieron cantidades sucesivas de gas adsorbidas por la muestra, v , a diferentes presiones parciales y a temperatura constante. La isoterma de adsorción obtenida se interpretó mediante el modelo BET (Brunauer *et al.* 1938), cuya ecuación, en su forma linealizada, es la siguiente (Sarli *et al.* 1993):

$$\frac{p}{v(p_0 - p)} = \frac{1}{v_m c} + \frac{(c-1)}{v_m c} \frac{p}{p_0} \quad [2]$$

donde v es el volumen de gas adsorbido [m^3/g], p es la presión parcial del adsorbato [Pa], p_0 es la presión de saturación [Pa] a la temperatura de la isoterma. La constante c depende del calor de adsorción. La expresión de la izquierda de esta ecuación, $p/(v(p_0 - p)) = y$, al igual que la relación $p/p_0 = x$, en el segundo miembro, se conocen para cada punto medido. Una regresión lineal de y sobre x conduce a los valores de la pendiente, $b = (c-1)/v_m c$, y la ordenada al origen $a = 1/v_m c$. Por lo tanto, el valor de la capacidad de monocapa, necesario para usar la ec. [1], es igual a $v_m = 1/(a+b)$. En la práctica se utilizan presiones relativas en el rango $0,05 < p/p_0 < 0,35$, donde la condición de linealidad está asegurada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de superficie específica obtenidos en las muestras de suelos, antes y después de cuatro años de enmiendas, se resumen en la Tabla 1. Los compostados y el estiércol produjeron incrementos de la SE (0,55 a 1,37 m^2/g). El suelo fertilizado con productos inorgánicos también registró un incremento en la SE (0,47 m^2/g) que no resultó

Tabla 1. Superficie específica de un Hapludult Típico al momento de iniciar la aplicación de enmiendas orgánicas (1994) y luego de cuatro años de aplicación (1998)*.

Table 1. Specific surface area of a Typic Hapludult at experiment start (1994) and after four years of organic amendments (1998).

Tratamiento	Superficie específica		
	m ² /g		
	1994	1998	
Fertilización inorgánica (NE)	3,55±0,27	4,02±0,15	NS
Estiércol vacuno compostado	3,17±0,08	3,75±0,09	*
Biosólidos compostados	2,20±0,09	2,75±0,09	*
Estiércol vacuno	2,90±0,13	4,27±0,25	*
Estiércol de aves	3,60±0,10	4,25±0,10	*

Valor promedio ± error estándar. NE: no enmendado.

NS = No son estadísticamente diferentes.

* Significativamente diferentes (P<0,05). Se aplicó el test de Student.

estadísticamente diferente del testigo (P < 0,19).

Al inicio del ensayo (1994) SE fue significativamente menor que al final del mismo (1998, P < 0,05). Esta tendencia podría atribuirse a la materia orgánica que ingresó al suelo proveniente de los desechos vegetales de las cosechas. Los valores de la SE de la materia orgánica reportados en la literatura, obtenidos mediante adsorción de nitrógeno, variaron entre 1 y 20 m²/g. (Pennell *et al.* 1995). Los resultados reportados en el presente estudio son coherentes con estos datos y no con los que se obtenían por la utilización del EG, que oscilaba entre 550 y 800 m²/g.

El incremento del contenido de C total varió entre 0,60 y 1,62 % en las parcelas enmendadas. Cuando se relacionó el aumento de la SE del suelo con el aumento del contenido del C total medido en porcentaje, en 1998 respecto de 1994, se encontró que la SE varió entre 0,73 y 0,91 m²/g por cada 1% de C. Dicha relación lineal fue de tipo lineal. Tester (1990) observó también un incremento lineal en la SE, usando el EG como adsorbato, con el aumento de materia orgánica cuando se aplicó a un suelo residuo cloacal, por lo que nuestros resultados están de acuerdo con esta propiedad.

Se puede concluir que la SE del horizonte superficial del suelo estudiado, medida por adsorción de nitrógeno, aumentó luego de cuatro años de aplicación de enmiendas orgánicas. La variación de SE se relacionó

linealmente con el aumento de carbono orgánico total del suelo.

REFERENCIAS

- Brudel F, Vorwerk R. 1977. Die Wirkung von organischen Düngestoffen auf die Strukturstabilisierung der oberen Bodenschicht und den Ertrag von Gemse Arch Gartenbau 25:107-120.
- Brunauer S, Emmett P H, Teller E. 1938. Adsorption of gases in multimolecular layers. J. Am. Chem. Soc. 60:309-319.
- Chiou C T, Lee J-F, Boyd S A. 1990. The surface area of soil organic matter. Environ. Sci. Technol. 24:1164-1167.
- Chiou C T, Lee J-F, Boyd S A. 1992. Reply to comment of "The surface area of soil organic matter". Environ. Sci. Technol. 26:404-406.
- Guidi G, Poggio G. 1987. Some effects of compost on soil physical properties. En: De Bertoldi M *et al.* (eds) Compost: Production, Quality and Use. Elsevier Applied Science, London, pp 577-583.
- Pagliai M, Guidi G, La Marca M, Giachetti M, Lucamante G. 1981. Effects of sewage sludges and composts on soil porosity and aggregation. J. Environ. Qual. 10:556-561.
- Pennell K D, Boyd S A, Abriola L M. 1995. Surface area of soil organic matter reexamined. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:1012-1018.
- Sarli, G O, Piro, A, Filgueira, R R. 1993. Puesta a punto de un método para medir superficie específica de suelos. Ciencia del Suelo 10-11:85-88.
- Sikora L J, Enkiri N K. 1999. Growth of tall fescue

- in compost/fertilizer blends. *Soil Sci.* 164:62-69.
- Sikora L J. 1998. Benefits and drawbacks to composting organic by-products. En: Brown S, Angle J S, Jacobs L (eds) *Beneficial Co-Utilization of Agricultural, Municipal and Industrial By-Products*. Kluwer Acad Publishers Dordrecht, pp 69-78.
- Tester C F. 1990. Organic amendment effects on physical and chemical properties of a sandy soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:827-831.