

Carbono orgánico total y estabilidad de agregados de suelos sometidos al uso intensivo de agricultura

Total organic carbon and aggregate stability of soils subjected to intensive agriculture

Llerme Navarro¹, José Eduardo Corá², Junior Steve Garrido³, y Miriam Navarro⁴

^{1,2,3,4} Estudiantes de Maestría del PPG en Ciencia del Suelo; Departamento de Suelos y Abonos; Universidad Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, Via de acceso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal, SP, CEP 14884-900, São Paulo, Brasil.

RESUMEN

Los sistemas de manejo alteran la calidad de los suelos, debido a la influencia de la cantidad y calidad de la materia orgánica del suelo, las cuales pueden afectar el estado de agregación del suelo. El objetivo del presente trabajo fue verificar la influencia del carbono orgánico total (COT) en la estabilidad de agregados del suelo. Los sistemas de manejo del suelo evaluados fueron: Bosque, pasto con 35 años; producción de granos (soya y maíz) sobre sistema de siembra convencional de preparo del suelo (aradora y niveladora por 35 años) (SC) y sistema de siembra directa con rotación de maíz (SDRM) por 20 años desde 1991. Antes de 1991, el área fue utilizada para producción de granos sobre SC. El presente estudio fue realizado en la ciudad de Jaboticabal, estado de São Paulo, en Brasil con latitud de 21°14'S, longitud 48°17'W, localizado a 595 m de altitud. Según el Sistema Brasileiro de Clasificación de Suelos [1], el suelo fue clasificado como un Latossolo Vermelho eutrófico, según la base de USDA Soil taxonomy [3], es un oxisol (Ródico eutródico). Las muestras del suelo fueron colectadas en la camada de 0-0,1 m de profundidad en cada sistema de manejo, al azar y con un azadón, teniendo 30 muestras del suelo, la colecta en el SDRM fue en la entrelinea de los cultivos y en el SC fue antes del preparo del suelo, las cuales, fueron analizadas el diámetro medio ponderado (DMP) de agregados estables en agua basándose en la metodología de [2] y la cantidad de COT siguiendo los procedimientos descritos por [4]. Los datos del COT e DMP del suelo fueron analizados estadísticamente, y las medias fueron comparadas por la prueba de t, a 5% de probabilidad. Cada situación de manejo del suelo fue considerada como una muestra al azar, con tamaño 30 (muestras del suelo). Separadamente para cada situación de manejo del suelo, se realizó el análisis de correlación de Pearson ($P < 0,05$) realizadas entre el COT y el DMP. El sistema de pasto presentó valores de COT y DMP semejantes al suelo de bosque, siendo este sistema el que presentó los mayores valores del COT y DMP en relación a los sistemas de uso con SDRM y SC. El sistema de SC presentó los menores valores de DMP y el COT. Correlaciones significativas y positivas fueron obtenidas entre el COT y DMP en todos los manejos evaluados. Por tanto, en este estudio, la agregación del suelo fue gobernada principalmente por el COT del suelo.

Descriptores: *manejo del suelo, diámetro medio ponderado, materia orgánica*

ABSTRACT

Management systems affect the quality of the soil, due to the influence of the quantity and quality of soil organic matter, which can affect soil aggregation state. The aim of this study was to verify the influence of total organic carbon (TOC) in soil aggregate stability. The soil management systems evaluated were: Forest, pasture with 35 years, production of grains (corn and soybean) over conventional seeding system prepare the ground (Ploughshare and level for 35 years) (SC) and direct seeding system rotation of corn (SDRM) for 20 years since 1991. Before 1991 the area was used for grain production on SC. This study was conducted in the city of Jaboticabal, state of São Paulo, Brazil with latitude 21 ° 14'S, longitude 48 ° 17'W, located at 595 m altitude. According to the Brazilian System of Soil Classification [1], the soil was classified as a Latossolo eutrófico Vermelho, according to the USDA Soil taxonomy database [3], is an Oxisol (Rhodic eutródico). Soil samples were collected in the litter of 0-0.1 m depth in each management

system, at random and with a hoe, taking 30 samples of soil, collected in the SDRM was in between the lines of crops and in the SC was before preparing the soil, which were analyzed weighted mean diameter (WMD) of water-stable aggregates based on the methodology of [2] and the amount of TOC using the procedures described by [4]. COT data and soil DMP were statistically analyzed and means were compared by t test, a 5% probability. Each land management situation was considered a random sample of size 30 (soil samples). Separately for each soil management situation, we performed Pearson correlation analysis ($P < 0.05$) occurred between TOC and DMP. The present grazing system and DMP TOC values similar to forest soil, with this system that presented the highest values of TOC and DMP in relation to use systems with SDRM and SC. The SC system presented the lowest values of DMP and TOC. Significant and positive correlations were obtained between TOC and DMP in all dealings evaluated. Therefore, in this study, soil aggregation was governed mainly by soil TOC.

Keywords: soil management, mean-weight diameter, organic matter

INTRODUCCIÓN

Los bosques nativos son considerados ecosistemas sustentables, debido al equilibrio existente entre ganancias y pérdidas de carbono (C) orgánico, que preserva la estructura del suelo. El proceso de transformación de los bosques nativos en sistemas agrícolas, resulta en la reducción del C del suelo, debido al aumento de las tasas de descomposición de la materia orgánica del suelo, reducción de las cantidades de material vegetal adicionadas al suelo, además de la diferencia de calidad y en relación a los residuos vegetales provenientes del bosque nativo. De esa forma, el equilibrio del sistema es afectado, de modo que las pérdidas superan a las ganancias de C, reduciendo los contenidos de C en el suelo.

Varios trabajos demostraron correlaciones positivas entre los contenidos de COT y agregación del suelo [1, 5, 6] Los resultados demostraron que prácticas de manejo y uso del suelo pueden influenciar la agregación del suelo y consecuentemente, su estructura y la manutención del C humificado en el suelo [5].

Con todo lo expuesto, se estableció la hipótesis de que, en función del uso y manejo del suelo, las formas de COT influyen en la agregación del suelo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los contenidos de C orgánico total en el suelo y DMP, así como la relación de esos atributos con la agregación del suelo de un oxisol sometido a diferentes usos.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en la ciudad de Jaboticabal, SP, con latitud de $21^{\circ}14'S$, longitud $48^{\circ}17'W$, localizado a 595 m de altitud y clima del tipo Aw, tropical de invierno seco, conforme clasificación

climática de Köppen, teniendo temperatura media anual de $22^{\circ}C$ y humedad relativa del aire de 70 %. La precipitación anual media es de 1425 mm, con distribución anual concentrada en el período de octubre-marzo y con relativa seca en el período de abril-setiembre.

Fueron seleccionadas áreas con diferentes usos y/o manejos bajo el mismo suelo. Según el Sistema Brasileiro de Clasificación de Suelos [2], el suelo fue clasificado como Latossolo Vermelho eutrófico. Los sistemas de usos del suelo fueron: Bosque; pasto con 35 años; producción de granos (soja y maíz) bajo sistema convencional de preparación del suelo (grada aradora y gradas por 35 años) (SC); sistemas de siembra directa con rotación de maíz (SDRM) por veinte años desde 1991. Antes de 1991, el área fue utilizada para producción de granos bajo sistema de preparación convencional del suelo. El bosque fue considerado como referencia.

En cada sistema de manejo, fueron colectados, aleatoriamente, con un azadón, 30 muestras de suelo en la camada 0-10 cm de profundidad. El muestreo fue realizado en la entrelinea del cultivo en el SSD y en el PC fue realizado antes del preparo del suelo.

Estabilidad de agregados

Las muestras de suelo fueron manipuladas con el mismo contenido de agua que fueron obtenidas en el campo y pasadas en tamices con abertura de malla de 6,30 mm. Los agregados que pasaron por el tamiz con abertura de malla de 6,30 mm y que quedaron retenidas en el tamiz con abertura de 4,00 mm fueron secos al aire por 48 h y cometidos a la determinación de la estabilidad de agregados en agua, utilizando el equipo para la oscilación vertical (Yoder, 1936), equipado con un conjunto de seis

tamices (apertura de mallas de 4,00; 2,00; 1,00; 0,50; 0,25; 0,125 mm) por 15 min, ajustado a 31 ciclos min^{-1} . Los análisis de cada muestra fueron realizadas en triplicata.

El cálculo del diámetro medio ponderado (DMP) de agregados estables en agua se basó en el método de [4], utilizándose la siguiente ecuación 1.

$$\text{DMP} = \sum_{i=1}^n (x_i \cdot w_i) \quad (\text{Ecuación 1})$$

En que, x_i es el diámetro medio de agregados de la i -ésima clase de tamaño; w_i es la proporción de agregados estables, retenidos en cada clase de tamaño de agregados en relación a la masa inicial; y, n es el número de clases utilizadas.

Determinación del COT

Se utilizó 1g de TFSA (Tierra fina seca al aire), que fue tamizada en una de 2 mm para la cual fue manipulada conforme los procedimientos descritos por [9].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de pasto fue el que presentó condiciones más próximas al suelo de Bosque, indicando mayor capacidad de recuperación del carbono (C) orgánico del suelo en relación a los demás sistemas de manejo, con cultivos anuales (SDRM y SC) (Figura 1). Las gramíneas que componen el pasto, debido a su sistema radicular permanente en el suelo, contribuyeron para elevar el C orgánico en el suelo en una forma más estable. Se cree que el sistema radicular de las gramíneas sobre el pasto explora un mayor volumen del suelo en relación a los cultivos anuales, los cuales permanecen por menor período en el suelo (menor ciclo). El sistema de pasto favoreció la formación de agregados con mayor tamaño, en relación a los cultivos anuales, debido al mayor aporte de C orgánico del suelo vía sistema radicular, especialmente en la formación de agregados.

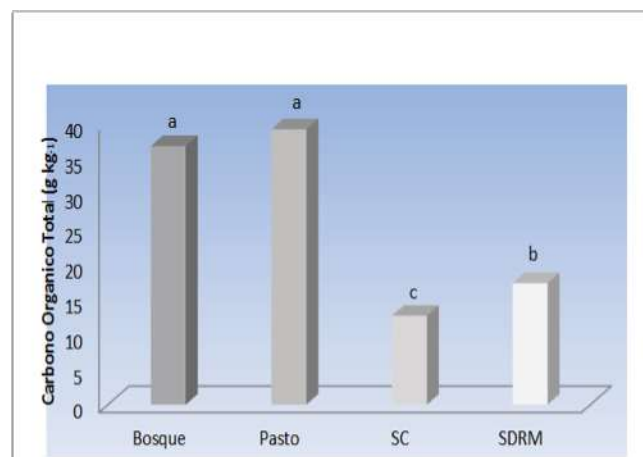


Figura 1: Valores del carbono orgánico total (COT) en el suelo sobre diferentes sistemas.

El menor valor del DMP del suelo sobre SC es atribuido a los menores valores de C orgánico del suelo (Figura 2), proporcionados por el revolvimiento periódico del suelo, que provoca a ruptura de los agregados presentes en el suelo y intensifica el proceso de mineralización de los compuestos orgánicos del suelo, afectando negativamente la formación y estabilidad de los agregados del suelo.

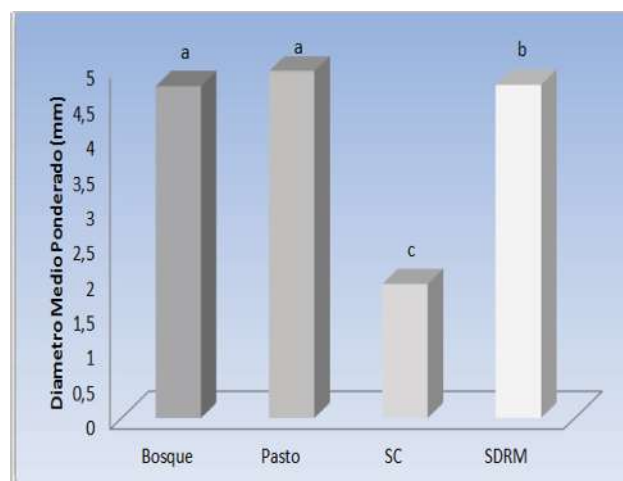


Figura 2: Diámetro medio ponderado (DMP) de agregados estables en agua, en diferentes sistemas.

Correlaciones significativas y positivas fueron obtenidas entre COT y DMP en todos los manejos evaluados (Tabla 1). Por tanto, en este estudio, la agregación del suelo fue gobernada principalmente por el COT del suelo.

	COT
Bosque	
DMP	0,55 ^{***}
Pasto	
DMP	0,58 ^{***}
SDRM	
DMP	0,60 ^{***}
SC	
DMP	0,53 ^{***}

Tabla 1: Coeficientes de correlación del carbono orgánico total (COT) y diámetro medio ponderado (DMP) de agregados, sobre diferentes sistemas.

Esos resultados demuestran la acción cimentante del C orgánico en el proceso de agregación del suelo. Varias investigaciones indican que el C orgánico es fundamental en la agregación y en la estabilización de los agregados en el suelo [3,8]. Según [1], es común encontrar correlación positiva entre el C orgánico y la agregación del suelo, pues el C orgánico es considerado un eficiente agente de formación y estabilización de los agregados.

CONCLUSIONES

El manejo de pasto presentó los valores de carbono más próximos del bosque.

El suelo sobre el sistema con preparo convencional presentó los menores valores del COT y DMP del suelo, indicando el efecto negativo del revolvimiento periódico en la estructura física y recuperación del carbono orgánico.

REFERENCIAS

[1] C. CASTRO FILHO; O. MUZILLI, & A.L. PODANOSCHI, Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 22(1998)527-538.

- [2] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- [3] F.P. FERREIRA, A.C. AZEVEDO, R.S.D. DALMOLIN, D. GIRELLI, Carbono orgânico, óxidos de ferro e distribuição de agregados em dois solos derivados de basalto no Rio Grande do Sul – Brasil. Ciência Rural, 37(2007)381-388.
- [4] W.D. KEMPER & R.C. ROSENAU, Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A., ed. Methods of soil analysis. 2.ed. Madison, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, 1986. 425-441p.
- [5] B. MADARI, P.L.O.A. MACHADO, E. TORRES, A.G. ANDRADE, L.I.O. VALENCIA, No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. Soil & Tillage Research, 80(2005)185-200.
- [6] E.F.M. PINHEIRO, M.G. PEREIRA & L.H.C. ANJOS, Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28(2004)31-737.
- [7] SOIL SURVEY STAFF. Keys to Soil Taxonomy, 9th ed. USDA-NRCS, Washington, DC, 2003.
- [8] B. WENDLING, I. JUCKSCH, E.S. MENDONÇA, J.C.L. NEVES, Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40(2005)487-494.
- [9] J.C. YEOMANS & J.M. BREMNER, A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, London. 19(1988)1467-1476.
- [10] R.E. YODER, A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. Soil Science Society of American Journal, 28(1936)337-351.

E-mail: llerme_22@hotmail.com