



XXXI CONGRESSO BRASILEIRO & DESAFIOS DA CIÊNCIA DO SOLO da Ciência do Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 - Sebrano Centro de Convenções - Gramado-RS

Carbono e nitrogênio em diferentes classes de tamanho de agregados de um Argissolo sob sistemas florestais

D.C. SANTOS⁽¹⁾, C.N. PILLON⁽²⁾, C.L.R. LIMA⁽³⁾, E.F. ARAUJO⁽⁴⁾, P.B. DUPONT⁽⁵⁾ & L.O. ANTUNES⁽⁶⁾

RESUMO - Informações sobre o monitoramento do carbono orgânico e do nitrogênio em sistemas florestais ainda são escassas no sul do Brasil. Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de sistemas de manejo sobre a concentração de carbono orgânico total (COT) e de nitrogênio total (NT) em diferentes classes de tamanho de agregados de um Argissolo Vermelho Distrófico Latossólico sob cultivo de eucalipto após 13 e 20 anos, adotando-se a mata nativa e um sistema de produção com pastagem como referências, localizadas no município de Butiá, RS. As amostras de solo foram coletadas nas camadas de 0,00 - 0,05; 0,05 - 0,10; 0,10 - 0,20 e 0,20 - 0,40 m, nos seguintes sistemas de manejo: eucalipto com 13 anos, eucalipto com 20 anos, pastagem e mata natural. As amostras foram secas ao ar e peneiradas em classes de tamanho de agregados de 8,00 - 4,76; 4,76 - 2,00; 2,00 - 1,00; 1,00 - 0,50; 0,50 - 0,25 e < 0,25 mm, nas quais determinou-se a concentração de COT e o NT do solo. A maior concentração de COT e de NT do solo foi verificada nas classes de agregados de maior tamanho. Não foram observadas diferenças na concentração de COT entre os sistemas de manejo até a classe de diâmetro de agregados de 0,50 mm, na camada de 0,20 a 0,40 m. Houve similaridade da concentração de NT e relação C/N existente em todas as classes de tamanho de agregados.

Introdução

A configuração da paisagem brasileira, principalmente no Rio Grande do Sul, tem mudado nos últimos anos. Áreas de campo natural do bioma Pampa estão sendo convertidas em cultivos florestais. Espécies de eucaliptos têm sido empregadas em larga escala em reflorestamentos devido a fatores favoráveis à silvicultura no país, visando sua utilização como matéria-prima nas indústrias, sobretudo para a obtenção de celulose e de energia. [1]. O rápido desenvolvimento desta espécie florestal, sua adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas e a ampla gama de utilização explicam o sucesso da sua implantação [2].

A matéria orgânica compreende todo o carbono orgânico presente no solo na forma de resíduos frescos ou em diversos estágios de decomposição que, quando associados às partículas minerais, formam agregados estáveis, que fornecem proteção física à matéria orgânica. Alterações na distribuição e estabilidade de agregados, na concentração de carbono orgânico total [3] e de nitrogênio total constituem-se indicadores

sensíveis às práticas de manejo. O monitoramento destes parâmetros no tempo poderá ser útil na avaliação da qualidade do solo e para a definição e/ou adequação de práticas de manejo.

Embora existam diversos estudos enfatizando o efeito de sistemas de manejo sobre indicadores químicos e físicos da qualidade do solo, especialmente para sistemas de produção de grãos, escassos são os trabalhos no sul do Brasil que monitoram esses indicadores em áreas de produção florestal e em pastagens implantadas.

Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de sistemas de manejo sobre a concentração de COT e de NT em diferentes classes de tamanho de agregados de um Argissolo Vermelho Distrófico Latossólico sob eucalipto após 13 e 20 anos, adotando-se a mata nativa e um sistema de produção com pastagem como referências.

Palavras-Chave: química do solo, qualidade do solo, fertilidade do solo, sistemas florestais.

Material e métodos

Caracterização da área experimental

O estudo foi realizado em áreas de produção florestal de eucalipto com diferentes tempos de implantação, em uma área sob pastagem de braquiária e em uma área de mata nativa, localizadas no município de Butiá, RS, situada entre as coordenadas geográficas 30°06'06" S e 51°52'18" W.

O clima da região é classificado, segundo a classificação climática de Köppen, como "Cfa", clima subtropical, úmido e sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês menos quente fica entre 3 a 18°C. O solo é um Argissolo Vermelho Distrófico Latossólico, contendo 428 g kg⁻¹ de argila na camada de 0,00 a 0,40 m.

Descrição dos sistemas de manejo e amostragem de solo

A coleta de solo foi realizada em área (i) com cultivo comercial de eucalipto implantado há 13 anos, em um talhão de 17,71 ha, o primeiro corte foi efetuado aos 8,5 anos de idade e o segundo plantio, efetuado nas entrelinhas, há 4,5 anos (E1); (ii) com cultivo de eucalipto implantado há 20 anos (E2), (iii) com pastagem de braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha*) consorciada a pensacola (*Paspalum lourai*) e trevo (*Trifolium sp.*)

(PAST) e (iv) com mata nativa (MN). A implantação da pastagem foi feita há aproximadamente 5 anos em uma área de 1200 ha.

Em cada área foram abertas aleatoriamente três trincheiras de 1 x 1 x 1 m, coletando-se amostras com estrutura alterada nas camadas 0,00 – 0,05; 0,05 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m.

Preparo das amostras e análises químicas

As amostras foram secas ao ar por aproximadamente 72 horas e, posteriormente peneiradas e separadas em diferentes classes de tamanho de agregados (8,00 – 4,76; 4,76 – 2,00; 2,00 – 1,00 mm; 1,00 – 0,50; 0,50 – 0,25 e < 0,25 mm).

Os teores de COT e de NT presentes na massa de solo em cada classe de agregados foram quantificados pela oxidação a seco em um analisador elementar FLASH EA 1112 HT, sendo os resultados expressos pela relação massa/volume, por meio da correção pela densidade do solo.

Delimitação experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três repetições. A comparação de médias dos resultados foi feita pelo teste que considera a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

As concentrações de COT foram maiores em superfície (0 – 0,05 m) em todas as classes de agregados havendo, de forma geral, uma tendência de diminuição dos teores com o aumento da profundidade do solo (Tabela 1). A maior concentração de matéria orgânica em superfície decorre, possivelmente, da adição de resíduos vegetais da parte aérea na camada superficial do solo [4].

Em todos os sistemas de manejo, as concentrações de COT aumentaram com o diâmetro das classes de agregados, sendo observadas diferenças significativas nas camadas de 0,00 – 0,05; 0,05 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m. A maior concentração de carbono e de nitrogênio tem sido encontrada nas maiores classes de tamanho de agregados de solos (macroagregados) sob diferentes manejos [5]. Tisdall & Oades [6] consideram que raízes e hifas de fungos constituem-se agentes cimentantes de permanência temporária no solo, exercendo influência na formação e na estabilidade de macroagregados (> 0,25 mm), e que o material orgânico particulado recentemente incorporado ao solo é depositado nos espaços intermicroagregados e/ou intermacroagregados, constituindo-se agentes de estabilização no processo de formação de agregados estáveis, sendo um mecanismo de proteção física da matéria orgânica [7, 8].

Para todas as camadas, a concentração de NT foi estatisticamente semelhante entre as classes de agregados, embora os valores tenham sido maiores nas

classes de maior tamanho (Tabela 2). Possivelmente, a alta relação C/N dos resíduos vegetais da parte aérea do eucalipto (31-72:1, dados não apresentados), da braquiária e da mata natural tenha contribuído para este fato.

Na camada de 0,00 – 0,05 m e na classe de diâmetro de agregados de 4,76 – 0,50 mm, verificou-se diferenças na concentração de COT entre os sistemas de manejo (Tabela 1). Por exemplo, os sistemas PAST, MN e E2 apresentaram maior concentração de COT, comparativamente ao sistema E1, na classe de tamanho de agregados de 4,76-2,00 mm. Possivelmente, o menor tempo de adição de resíduos vegetais em superfície pela área de produção de eucalipto com 13 anos (E1) tenha contribuído para uma menor concentração de COT nesta camada, especialmente quando comparado ao E2.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas na concentração de COT e de NT entre os sistemas de manejo até a classe de diâmetro de agregados de 0,50 mm, na camada de 0,20 a 0,40 m (Tabelas 1 e 2), para os sistemas sob cultivo de eucalipto (E1 e E2), verificou-se um aumento da concentração de COT e de NT na camada 0,20 – 0,40 m em relação à camada de 0,10 – 0,20 m, na maior classe de agregados (8,00 – 4,76 mm). A maior concentração em profundidade e nesta classe de agregados, possivelmente esteja relacionada ao desenvolvimento de raízes e à liberação de exudatos, cujos compostos orgânicos podem contribuir significativamente para o acúmulo de matéria orgânica em profundidade [9].

De forma similar as conclusões obtidas por Madari et al. [10], estudos detalhados envolvendo o fracionamento físico do solo em diferentes classes de tamanho de agregados são relevantes para rastrear a alocação do carbono recentemente adicionado ao solo e para avaliar os mecanismos de proteção física da matéria orgânica. O estado de agregação e o carbono orgânico do solo têm sido considerados indicadores importantes da qualidade do solo e na avaliação do uso sustentável de terras [11].

A matéria orgânica presente nas diferentes classes de agregados, em todas as profundidades, apresentou relação C/N estatisticamente semelhante (Tabela 3). Valores mais elevados da relação C/N foram observados na camada superficial da MN, variando entre 17,67 a 26,31:1 entre as classes de agregados. Possivelmente, o elevado aporte de resíduos vegetais na superfície do solo na MN tenha contribuído para este fato. Diferenças significativas mais importantes entre os sistemas para a relação C/N foram observadas entre a MN e E2, para as classes 1,00-0,50 mm e <0,25 mm, na camada 0,00 – 0,05 m.

Agradecimentos

A todos os estagiários, pesquisadores e técnicos do Laboratório de Física do Solo da Embrapa Clima Temperado, que auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho. Ao Dr. Elias Frank de Araújo, pesquisador da Aracruz Celulose, S.A., pelo apoio e suporte a realização deste trabalho e ao Sr. José Alencar pela liberação para coleta de solo nas áreas de pastagem e mata nativa.

Referências

- [1] LIMA, W. P. 1987. O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais. São Paulo, Artpress, 114p.
- [2] GARAY, I.; KINDEL, A.; CARNEIRO, R.; FRANCO, A.A.; BARROS, E.; ABBADIE, L. 2003. Comparações da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acácia mangium* e *Eucalyptus grandis*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27:705-712.
- [3] PUGET, P.; CHENU, C.; BALESSENT, J. 1995. Total and young organic matter distribution in aggregates of silty cultivated soils. European Journal of Soil Science, 46:449-459.
- [4] NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; TOKURA, A. M. 2004. Estoque de carbono em sistemas agropastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. Rev. Ciência Agrotec. Lavras, 28:5:1038-1046.
- [5] WRIGHT, A.L.; HONS, F.M. 2005. Tillage impacts on soil aggregation and carbon and nitrogen sequestration under wheat cropping sequences. Soil and Tillage Research, 84:67-75.
- [6] TISDALL, J. M., OADES, J. M. 1982. Organic matter and water stable aggregates in soils. Journal of Soil Science, London, v. 33, p. 141-163.
- [7] CONCEIÇÃO, P. C. 2006. Agregação e proteção física da matéria orgânica em dois solos do sul do Brasil. Tese de Doutorado, Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo, UFRGS, Porto Alegre.
- [8] BALESSENT, J.; BALABANE, M. 1996. Major contribution of roots to soil carbon storage inferred from maize cultivated soil. Soil Biology Biochemistry, Amsterdam, 28:1261 - 1263.
- [9] GOLCHIN, A.; OADES, J. M., SKJEMSTAD J. O., CLARKE P. 1994. Study of free and occluded particulate organic matter in soils by solid state ¹³C Cp/MAS NMR spectroscopy and scanning electron microscopy. Collingwood, 32:285-309.
- [10] MADARI, B.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E.; ANDRADE, A. G. VALENCIA, L. I. O. 2005. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. Soil and Tillage Research, 80:185 - 200.
- [11] CARTER, M. R. 2002. Soil quality for sustainable land Management: organic matter and aggregation interactions that maintain soil functions. Agronomy Journal, 94:38-47

Tabela 1 - Concentração de carbono orgânico total (g dm^{-3}) nas diferentes classes de tamanho de agregados e camadas de um Argissolo sob sistemas de manejo.

Sistemas de manejo ¹	Classes de diâmetro (mm)					
	8,00 - 4,76	4,76 - 2,00	2,00 - 1,00	1,00 - 0,50	0,50 - 0,25	< 0,25
	0,00 - 0,05 m					
E1	7,35 Aa	5,59 Bab	3,33 Cc	3,82 Bbc	3,50 Ac	3,23 Ac
E2	8,83 Aa	7,28 ABa	4,19 BCb	3,42 Bbc	2,29 Abc	1,60 Ac
PAST	8,77 Aab	10,87 Aa	6,87 ABbc	6,15 ABbc	4,14 Acd	1,98 Ad
MN	5,89 Aab	8,61 ABa	7,14 Aa	8,18 Aa	4,83 Aab	2,71 Ab
	0,05 - 0,10 m					
E1	5,65 ABa	4,33 Ba	2,38 BCb	1,92 Bb	1,67 Ab	1,10 Ab
E2	7,93 Aa	7,21 Aa	3,43 ABb	2,71 ABb	1,82 Abc	1,06 Ac
PAST	4,65 Bb	6,95 Aa	3,99 Abc	3,10 Acd	1,96 Ade	0,99 Ae
MN	5,71 ABa	6,63 Ba	2,19 Cb	2,09 Bb	1,50 Abc	0,92 Ac
	0,10 - 0,20 m					
E1	3,92 Ba	4,22 Ba	2,40 ABb	2,09 ABb	1,74 Abc	1,09 Ac
E2	6,21 Aa	6,28 Aa	2,89 Ab	1,89 ABbc	1,07 Bc	0,67 Ac
PAST	4,07 Bb	5,55 Aa	3,02 Ac	2,28 Ad	1,58 ABc	0,81 Af
MN	7,30 Aa	3,86 Bb	1,68 Bc	1,25 Bc	1,04 Bc	0,79 Ac
	0,20 - 0,40 m					
E1	5,36 Aa	4,15 Aa	1,87 Aa	1,53 Aa	1,33 ABa	0,92 Ba
E2	6,27 Aa	5,09 Aa	2,40 Aa	1,54 Aa	0,94 Ba	0,49 Ba
PAST	3,95 Aa	3,89 Aa	2,16 Aa	1,74 Aa	1,19 ABa	0,77 Ba
MN	5,45 Aa	4,28 Aa	2,17 Aa	1,81 Aa	2,39 Aa	1,37 Aa

¹E1 = eucalipto de 13 anos; E2 = eucalipto de 20 anos; PAST = pastagem e MN = mata nativa. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste que considera a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Concentração de nitrogênio total (g dm^{-3}) nas diferentes classes de tamanho de agregados e camadas de um Argissolo sob sistemas de manejo.

Sistemas de manejo ¹	Classes de diâmetro (mm)					
	8,00 - 4,76	4,76 - 2,00	2,00 - 1,00	1,00 - 0,50	0,50 - 0,25	< 0,25
	0,00 - 0,05 m					
E1	0,62 Aa	0,46 ABa	0,26 Ba	0,26 Aa	0,21 Aa	0,19 Aa
E2	0,74 Aa	0,63 ABa	0,37 Aa	0,31 Aa	0,20 Aa	0,14 Aa
PAST	0,70 Aa	0,71 Aa	0,40 Aa	0,37 Aa	0,23 Aa	0,11 Aa
MN	0,32 Aa	0,41 Ba	0,33 ABa	0,34 Aa	0,22 Aa	0,11 Aa
	0,05 - 0,10 m					
E1	0,63 Aa	0,51 Aa	0,28 ABa	0,26 Aa	0,25 Aa	0,16 Aa
E2	0,75 Aa	0,64 Aa	0,32 ABa	0,24 Aa	0,16 Aa	0,09 Aa
PAST	0,57 Aa	0,74 Aa	0,42 Aa	0,33 Aa	0,22 Aa	0,11 Aa
MN	0,55 Aa	0,43 Aa	0,23 Ba	0,23 Aa	0,17 Aa	0,11 Aa
	0,10 - 0,20 m					
E1	0,47 Aa	0,50 Aa	0,28 Aa	0,26 ABa	0,22 Aa	0,13 Aa
E2	0,71 Aa	0,76 Aa	0,32 Aa	0,20 ABa	0,15 Aa	0,07 Aa
PAST	0,52 Aa	0,69 Aa	0,36 Aa	0,28 Aa	0,19 Aa	0,10 Aa
MN	0,82 Aa	0,45 Aa	0,20 Aa	0,15 Ba	0,10 Aa	0,09 Aa
	0,20 - 0,40 m					
E1	0,55 Aa	0,42 Aa	0,20 Aa	0,16 Aa	0,13 Aa	0,09 ABa
E2	0,82 Aa	0,72 Aa	0,32 Aa	0,21 Aa	0,12 Aa	0,07 Ba
PAST	0,54 Aa	0,52 Aa	0,28 Aa	0,20 Aa	0,15 Aa	0,09 ABa
MN	0,51 Aa	0,39 Aa	0,21 Aa	0,17 Aa	0,24 Aa	0,12 Aa

¹E1 = eucalipto de 13 anos; E2 = eucalipto de 20 anos; PAST = pastagem e MN = mata nativa. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste que considera a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Relação C/N nas diferentes classes de tamanho de agregados e camadas de um Argissolo sob sistemas de manejo.

Sistemas de Manejo ¹	Classes de diâmetro (mm)					
	8,00 - 4,76	4,76 - 2,00	2,00 - 1,00	1,00 - 0,50	0,50 - 0,25	< 0,25
	0 - 0,05 m					
E1	11,90 Aa	12,36 Aa	13,23 Aa	14,88 ABa	17,38 Aa	17,63 ABa
E2	11,86 Aa	11,83 Aa	11,48 Aa	10,96 Ba	11,39 Aa	11,56 Ba
PAST	15,48 Aa	16,72 Aa	17,37 Aa	16,28 ABa	18,20 Aa	17,62 ABa
MN	17,67 Aa	21,53 Aa	23,43 Aa	26,31 Aa	23,71 Aa	25,64 Aa
	0,05 - 0,10 m					
E1	9,04 Aa	8,88 Aa	9,03 Aa	8,12 Aa	7,73 Aa	8,50 Aa
E2	11,14 Aa	11,62 Aa	11,23 Aa	11,15 Aa	11,19 Aa	10,04 Aa
PAST	10,15 Aa	11,09 Aa	10,10 Aa	10,04 Aa	10,10 Aa	10,09 Aa
MN	10,46 Aa	10,85 Aa	10,01 Aa	10,52 Aa	9,74 Aa	11,65 Aa
	0,10 - 0,20 m					
E1	8,44 Aa	8,64 Aa	8,78 Aa	8,60 Aa	8,41 Aa	8,92 Aa
E2	9,59 Aa	8,94 Aa	9,50 Aa	9,99 Aa	8,06 Aa	10,65 Aa
PAST	8,59 Aa	8,96 Aa	9,08 Aa	8,65 Aa	8,82 Aa	8,75 Aa
MN	9,14 Aa	8,95 Aa	8,51 Aa	8,25 Aa	9,56 Aa	8,68 Aa
	0,20 - 0,40 m					
E1	9,62 Aa	9,93 Aa	9,35 Aa	9,68 Aa	10,31 Aa	9,73 Aa
E2	7,73 Aa	7,27 Aa	7,51 Aa	7,43 Aa	8,10 Aa	7,96 Aa
PAST	7,74 Aa	7,79 Aa	7,77 Aa	9,28 Aa	8,84 Aa	9,00 Aa
MN	10,58 Aa	10,99 Aa	10,63 Aa	10,90 Aa	10,55 Aa	11,33 Aa

¹E1 = Eucalipto de 10 anos; E2 = Eucalipto de 20 anos; PAST = Pastagem e MN = Mata Nativa. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste que considera a diferença mínima significativa a 5%.