

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Fracionamento Físico da Matéria Orgânica nas Classes de Agregado do Solo sob Sistemas Agroflorestais de Cacau no Sul da Bahia

JOICE CLEIDE DE OLIVEIRA RITA⁽¹⁾, **EMANUELA FORESTIERI DA GAMA-RODRIGUES**⁽²⁾,
ANTONIO CARLOS DA GAMA-RODRIGUES⁽³⁾ & **JOSÉ CARLOS POLIDORO**⁽⁴⁾

RESUMO-Os sistemas agroflorestais por promoverem grande deposição de resíduos vegetais sobre o solo, tornam-se importante fonte de matéria orgânica para o solo. O presente estudo teve o objetivo de avaliar a distribuição do carbono e nitrogênio das frações da matéria orgânica nas classes de agregados de solos sob sistemas agroflorestais de cacau. Este estudo foi realizado em agrossistemas de cacau: cacau-cabruca; cacau com sombreamento definitivo de eritrina e floresta natural. A separação das classes de agregados foi realizada por via úmida, utilizando um jogo de peneiras (2000 μm ; 1000 μm ; 250 μm ; 53 μm). As frações leves e pesadas da matéria orgânica das classes de agregados foram obtidas de acordo com o procedimento adotado por Sohi et al. (2001). Os macroagregados representaram em torno de 98% das classes de agregado de cada cobertura. Os solos sob sistemas agroflorestais de cacau apresentaram mais de 60% de agregados na classe > 2000 μm . O teor de carbono (C) e nitrogênio (N) das classes de agregados não variou entre os sistemas de uso do solo. Nas frações da matéria orgânica foi observado que entre as coberturas, o cacau-cabruca apresentou o maior teor de C da fração leve livre na classe 1000-250 μm e do C da fração leve intra-agregado na classe 2000-1000 μm . Na fração pesada, o teor de C e N foram maiores na classe 1000-250 μm nos sistemas agroflorestais de cacau. Na floresta natural não houve variação entre as classes.

Palavras-Chave: (cacau cabruca; *Erythrina glauca*; carbono; nitrogênio)

Introdução

A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha um papel fundamental no entendimento dos agroecossistemas, visto que possui um heterogêneo conjunto de materiais orgânicos, que difere em composição, grau de disponibilidade para a microbiota e função no ambiente (Carter, 2001). Além da matéria orgânica do solo ser indispensável na formação dos

agregados, unidades básicas da estrutura do solo, ela fica protegida no interior de agregados e, portanto, apresenta um tempo de permanência no solo maior do que a matéria orgânica livre Feller e Beare (1997) e Buyanovsky et al. (1994).

A quantificação do carbono em classes de agregados é fundamental em estudos da dinâmica da matéria orgânica, tendo em vista que estas frações apresentam velocidades de transformação e níveis de proteção física distintos.

A técnica do fracionamento físico da matéria orgânica visa quantificar os compartimentos mais lábeis, fração leve livre e intra-agregado, que são formados principalmente por resíduos orgânicos em diferentes estádios de decomposição (Christensen, 1992; Janzen et al., 1992) e os compartimentos mais humificados ligados à fração mineral do solo, tipicamente mais estáveis às mudanças nos ambientes do solo provocadas pelo manejo (Feller e Beare, 1997).

Dessa forma, a fração leve livre constitui o compartimento orgânico mais sensível à degradação do solo pelo cultivo, podendo ser considerada um indicador precoce do declínio da MOS (Freixo et al., 2002). Todavia, a fração pesada, por ser mais estável às mudanças decorrentes do manejo, torna-se importante no acúmulo de carbono do solo (Souza et al., 2006).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a distribuição do carbono e nitrogênio das frações da matéria orgânica nas diferentes classes de agregados de solos sob sistemas agroflorestais de cacau

Material e Métodos

O trabalho foi realizado em duas áreas de sistemas agroflorestais de cacau: cacau cabruca e cacau + eritrina, ambos com aproximadamente 30 anos de idade, e uma floresta natural, localizados no município de Uruçuca, sul da Bahia. O solo das áreas foram classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa.

No sistema cacau + eritrina (*Erythrina glauca*) retirou-se todo revestimento florístico da área pelo método da derruba total, para formação de plantações

(1)Primeira Autora é aluna de doutorado do curso de Pós graduação em Produção Vegetal em Solos e Nutrição de Plantas, Bolsista CAPES-UENF, Laboratório de solos, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Av. Alberto Lamego, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP 28013-602. E-mail: jcleideoliver@yahoo.com.br.

(2)Segunda Autora é Professora Associada do Laboratório de Solos, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Av. Alberto Lamego, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP 28013-602.

(3)Terceiro Autor é Professor Associado do Laboratório de Solos, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Av. Alberto Lamego, Campos dos Goytacazes, RJ, CEP 28013-602.

(4) Quarto autor é Pesquisador da Embrapa-Solos, Rua: Jardim Botânico, 1024, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 22460-000.

tecnicamente orientadas da eritrina e do cacau. No cacau cabruca, sob mata raleada, foi realizado o cultivo do cacau em consórcio com a mata nativa, retirando a vegetação rasteira e as árvores de menor porte. A Floresta natural, com pouca intervenção antrópica, foi utilizada como um sistema referencial.

Em cada sistema de uso da terra, em parcelas de 1500 m², foram coletadas, em março de 2007, quatro amostras compostas na profundidade de 0-10 cm, utilizando-se uma colher de pedreiro para a abertura de uma minitrincheira no solo. Em seguida as amostras foram cuidadosamente transferidas para uma peneira de 19 mm, e acondicionadas em saco plástico. Cada amostra composta foi constituída de três amostras simples.

O tamisamento úmido foi realizado por meio da metodologia proposta pela (EMBRAPA, 1997), em que foram pesados 25 g de amostras de solo em placa de vidro por quatro vezes, totalizando 100 g de solo/amostra composta, que foram pré-umedecidas por meio de um borrifador e mantidas em repouso por 4 h.

Em seguida as amostras de solo foram transferidas para a parte superior de um jogo de peneiras na ordem decrescente: 2000 µm; 1000 µm; 250 µm; 53 µm de abertura de malha. E os solos foram agitados por 15 min em um aparelho de Yooder de oscilação vertical, graduado para uma amplitude de 4 cm de altura e uma frequência de 32 oscilações/min. Em seguida, foram retiradas as amostras contidas nas peneiras com o auxílio de jatos de água dos pissetes, passando-as para as placas de Petri, previamente pesadas e levadas à estufa a 105°C por 24h.

Para a obtenção das frações da matéria orgânica foi utilizada a metodologia adaptada por Sohi et al. (2001). Primeiro foram extraídas do solo a fração leve livre (FLL), por meio de uma solução de iodeto de sódio (NaI) com densidade de 1,80 g cm⁻³, ajustada por densímetro em duplicata, totalizando 10 g, na proporção de 5 g terra fina (passada em peneira de 2 µm) seca ao ar. Foram adicionados nos tubos da centrífuga 35 ml de NaI e a seguir, uma leve agitação manual por 30 s e centrifugação a 9000 rpm por 15 min, sob temperatura de 15 °C. O sobrenadante foi succionado logo em seguida, por meio da bomba de vácuo, e a FLL foi separada em filtro de fibra de vidro (2 m - Whatman tipo GF/A). Após a remoção da FLL, a fração leve intra-agregado (FLI) foi obtida após aplicação de ultra-som por 3 min, equivalente a uma intensidade de 400 J ml⁻¹, visando à desagregação e dispersão do solo.

Depois deste tratamento, foi realizado o mesmo procedimento efetuado para a FLL, separando-se assim a FLI. Os filtros contendo as frações leves foram posteriormente secos a 40 °C por 48 h, pesados e finalmente moídos em almofariz.

Com a extração das frações leves, a amostra de solo residual, correspondente à fração pesada, foi separada por granulometria, de acordo com metodologia proposta por Gavinelli et al. (1995). Depois da execução desses fracionamentos (densimétrico e

granulométrico) foram determinados seus percentuais de carbono e nitrogênio por meio do analisador automático de C total (Perkin Elmer CHNS, Series II 2400). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com comparação de médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Resultados

No geral, os solos sob sistemas agroflorestais (SAF's) de cacau apresentaram mais de 60% de agregados na classe > 2 µm (Quadro 1). O teor de carbono (C) e nitrogênio (N) aumentou com o tamanho das classes de agregados (Quadro 2). Em geral, o menor teor de C e N foi encontrado na classe 53-250 µm dos solos estudados. Não houve diferenças significativas no teor de C da fração leve livre (FLL), C e N da fração intra-agregado (FLI) e C e N da fração pesada (FP) das classes de agregados do solo sob floresta natural. Nos solos sob sistemas agroflorestais de cacau houve variação entre as classes, exceto para o C e N da FLI do cacau cabruca. Em geral, os maiores teores de C e N das frações da matéria orgânica (FLL, FLI e FP) foram observados na classe 250-1000 µm.

Discussão

Os sistemas agroflorestais de cacau contribuíram para a formação de macroagregados (Quadro 1). Os sistemas agroflorestais contribuíram com cerca de 60% na classe > 2 µm, mostrando que a densa camada de resíduos vegetais nestes sistemas favoreceu o aumento de agregados grandes. Maia et al. (2006), trabalhando com a estabilidade e distribuição de percentual dos agregados estáveis em água, em sistemas agrossilvipastoril e silvipastoril, observaram a influencia positiva desses sistemas agroflorestais na formação de macroagregados do solo.

Os macroagregados são resultados da ação mecânica de raízes finas e hifas de fungos, principalmente micorrízicos, entrelaçando os microagregados, formando estruturas mais complexas, diversificadas, e com grande quantidade de matéria orgânica retida (Tisdall e Oades 1982; Mielniczuk et al. 2003).

Como a matéria orgânica é a principal fonte de carbono e nitrogênio para o solo, torna-se importante a sua manutenção ou recuperação por meio de implantação de sistemas de manejo sustentável, assim como o sistema agroflorestral de cacau.

A fração pesada apresentou em todos os solos a maior quantidade de C e N. De acordo com Souza et al. (2006), a fração pesada, por ser mais estável às mudanças decorrentes do manejo, torna-se importante no acúmulo de carbono do solo. Ocorreu um decréscimo da relação C:N (como pode ser visto pelos dados de C e N totais) com o diminuição do tamanho das classes de agregados, corroborando com a hipótese de que os macroagregados são formados por agentes de ligação lábeis. Oades et al. (1987) sugeriram que a

matéria orgânica com relação C:N próxima de 20 são compostas por material vegetal em estágios iniciais de decomposição. Outros estudos também mostraram maior relação C:N nos macroagregados e sugeriram que a matéria orgânica a eles associada é menos processada do que a matéria orgânica associada ao microagregados (John et al., 2005; Liao et al., 2006).

No presente trabalho, a menor relação C:N da fração pesada sugere que a matéria orgânica destes solos estaria em avançado estágio de humificação e, portanto, bem protegido da ação da microbiota. As pequenas diferenças entre os três sistemas de uso do solo em relação à quantidade de C e N acumulados na camada de 0-10 cm, sugerem que os sistemas agroflorestais de cacau são sistemas acumuladores de matéria orgânica e, portanto, são importantes no processo de mitigação de CO₂ atmosférico.

Conclusões

- Os sistemas agroflorestais de cacau acumulam grandes quantidade de C e N quando comparado com a floresta natural.
- As classes de agregados maiores que 250 µm foram predominantes nos solos estudados.
- A fração pesada foi à fração mais representativa destes solos.

Referências

- [1] CARTER, M.R. Organic matter and sustainability. 2001 In: Rees, R.M.; Ball, B.C.; Campbell, C.D.; Watson, C.A. (ed) Sustainable management of soil organic matter. New York: CABI Publishing, p. 9-22.
- [2] FELLER, C., BEARE, M.H. 1997. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma*, 79:69-116.
- [3] BUYANOVSKY, G.A., ASLAM, M., WAGNER, G.H. 1994. Carbon turnover in soil physical fractions. *Soil Science Society of America Journal*, 58:1167-1173.
- [4] CHRISTENSEN, B.T. 1992. Physical fractionation of soil and organic matter in primary particle size and density separates. *Adv. Soil Sci.*, 20:1-90.
- [5] JANZEN, H.H., CAMPBELL, C.A., BRANDT G.P., LAFOND, G.P., TOWNLEY-SMITH, L. 1992. Light-fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 56:1799-1806.
- [6] FREIXO, A.A., MACHADO P.L.O.A., GUIMARÃES C.M., SILVA C.A., FADIGAS F.S. 2002. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26: 425-464.
- [7] SOUZA, E.D. DE., CARNEIRO, M.A.C., PAULINO, H.B., SILVA, C.A., BUZETTI, S. 2006. Alterações nas frações do carbono em um neossolo quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo. *Maringá*, 28:305-311.
- [8] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (1997) Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS). 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 212p.
- [9] SOHI, S., MAHIEU, N., ARAH, J.R.M., POWLSON, D.S.P., MADARI, B., GAUNT, J.L. 2001. Procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. *Soil Sci. Soc. Am.J.* vol. 65, July–August.
- [10] GAVINELLI, E., FELLER, C., LARRÉ-LARROUY, M.C., BACYE, B., DJEEGUI, N. AND NZILA, J.D. 1995. A routine method to study soil organic matter by particle-size fractionation: example for tropical soils. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26 (11 e12), 1749-1760.
- [11] MAIA, S. M. F., XAVIER, F. A. DA S., OLIVEIRA, T. S., MENDONÇA, E. DE SÁ., FILHO, J. A. DE A. 2006. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. *Revista Árvore*, 30:837-848.
- [12] TISDALL, J.M., OADES, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils, *Journal of Soil Science* 33:141-163.
- [13] MIELNICZUK, J., BAYER, C., VEZZANI, F.M., LOVATO, T., FERNANDES, F.F., DEBARBA, L. (2003) Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. *Tópicos em Ciência do Solo*, v.3, p. 209-249
- [14] OADES, J.M., VASSALLO, A.M., WATERS, A.G., WILSON, M.A. 1987. Characterization of organic matter in particle size and density fractions from Red –Brown Earth by solide-state ¹³CNMR. *Australian Journal of Soil Research*, 25, 71-82.
- [15] JOHN, B., YAMASHITA, T., LUDWIG, B., FLESSA, H. 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils in different types of land use. *Geoderma* 128, 63-79.
- [16] LIAO, J.D., BOUTTON, T.W., JASTROW, J.D. 2006. Storage and dynamics of carbon and nitrogen in soil physical fractions following woody plant invasion of grassland. *Soil Biol. Biochem.* 38, 3184–3196.

Quadro 1: Distribuição dos agregados estáveis em água e o índice de agregação dos solos sob floresta natural e sistemas agroflorestais de cacau

Classes de Agregados (μm)	Floresta Natural	Cacau-cabruca	Cacau-eritrina
	------(%)-----		
> 2000	44,88 Ab	66,96 Aa	64,80 Aa
1000-2000	30,42 Ba	19,73 Bb	25,18 Bab
250-1000	23,29 Ba	11,97 BCb	9,00 Cb
53-250	0,98 Ca	1,04 CDa	0,60 Ca
< 53	0,43 Ca	0,30 Da	0,42 Ca

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, maiúscula (comparação das classes de agregado dentro de cada cobertura) e, na linha, minúscula (comparação entre as coberturas dentro de cada classe de agregado) não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. DMP, diâmetro médio ponderado dos agregados; Macroagregado (classe > 250 mm) e Microagregado, (classe < 250 mm).

Quadro 2: Teor de carbono e nitrogênio das frações da matéria orgânica das classes de agregados dos solos sob floresta natural e sistema agroflorestal de cacau

		Ctotal	C-FLL	C-FLI	C-FP	Ntotal	N-FLL	N-FLI	N-FP
		----- g kg ⁻¹ solo-----							
		----- μm -----							
Floresta Natural	> 2000	16.86 a	0.50 a	0.33 a	2.26 a	1.55 a	0.02 b	0.01 a	0.41 a
	1000-2000	9.94 ab	0.82 a	0.39 a	3.21 a	0.96 ab	0.03 ab	0.01 a	0.45 a
	250-1000	7.65 bc	1.63 a	0.73 a	4.42 a	0.80 b	0.06 a	0.02 a	0.64 a
	53-250	0.26 c				0.03 c			
Cacau-cabruca	> 2000	21.02 a	0.31 b	0.21 a	1.16 b	2.69 a	0.01 b	0.01 a	0.19 b
	1000-2000	5.95 b	1.38 b	0.69 a	2.72 ab	0.71 b	0.06 b	0.03 a	0.71 a
	250-1000	2.93 bc	3.81 a	0.98 a	3.79 a	0.24 b	0.18 a	0.04 a	1.17 a
	53-250	0.20 c				0.04 b			
Cacau+Eritrina	> 2000	27.34 a	0.64 b	0.22 b	1.20 b	2.94 a	0.03 b	0.01 b	0.20 b
	1000-2000	7.10 b	1.89 b	0.82 ab	4.20 ab	1.13 b	0.07 b	0.03 ab	0.83 ab
	250-1000	2.28 b	9.14 a	1.98 a	11.03 a	0.43 bc	0.47 a	0.09 a	1.77 a
	53-250	0.14 b				0.02 c			

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste de Tukey. C-total carbono total das classes; C-FLL, carbono da fração leve livre; C-FLI, carbono da fração leve intra-agregado; C-FP, carbono da fração pesada; N-total, nitrogênio total das classes; N-FLL, nitrogênio da fração leve livre; N-FLO, nitrogênio da fração leve leve intra-agregado; N-FP, nitrogênio da fração pesada.