



XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

Estoque de carbono e nitrogênio em Latossolo Amarelo sob sistema integração lavoura-pecuária no Cerrado do Piauí

**Liliane Pereira Campos⁽¹⁾; Luiz Fernando Carvalho Leite⁽²⁾; Giovana Alcântara Maciel⁽²⁾;
José Afonso Lima de Abreu⁽³⁾; Claudyanne do Nascimento Costa⁽⁴⁾; Janyelle de Oliveira
Lemos⁽⁴⁾; Diego Rolney Magalhães da Silva⁽⁴⁾**

(1) Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas - Bolsista CAPES – Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bom Jesus, PI, CEP 64.900-000, e-mail: licalivre@hotmail.com; (2) Pesquisador (a) Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220, e-mail: luizf@cpamn.embrapa.br; giovana@cpamn.embrapa.br; (3) Assistente A, Laboratorista, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220, e-mail: afonsoabreu@hotmail.com; (4) Graduando (a) em Agronomia, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Bolsista na área de Solos, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI, CEP 64006-220, e-mail: claudyannycosta@hotmail.com; janyelle_lemos@yahoo.com.br; diego_rolney@hotmail.com

RESUMO: A função do solo no seqüestro de carbono (C) atmosférico pode ser influenciada pelas práticas de manejo agrícola, devido à influência sobre o conteúdo de C orgânico do solo. O presente estudo teve por objetivo avaliar alterações nos teores e nos estoques de C e nitrogênio (N) em Latossolo Amarelo sob sistema integração lavoura-pecuária no Cerrado do Piauí. Foram estudados cinco sistemas: Cerrado nativo sem histórico de interferência humana em uso agrícola (CN); plantio convencional com uso de grade pesada, intermediária e niveladora, com três anos (PC3); plantio direto com três e cinco anos (PD3 e PD5, respectivamente) e sistema integração lavoura-pecuária, com dois anos (SILP). As amostragens foram efetuadas em janeiro de 2010, durante a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura da soja. As amostras do solo foram coletadas em quatro profundidades (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm) para determinação dos teores e estoques totais de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT) e relação C/N. A área sob PD5 apresentou maiores teores e estoques de C e N no solo, diferindo significativamente ($p < 0,05$) em relação aos demais sistemas de manejo. A adoção do sistema PD associado ao SILP pode contribuir para o seqüestro de C atmosférico através da manutenção dos estoques de C e N do solo, sendo observadas relações C/N mais favoráveis para estes sistemas.

Palavras-chave: seqüestro de carbono, interferência humana, práticas de manejo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o ciclo do C tem sido avaliado por diversos pesquisadores, uma vez que o carbono, sobretudo na forma de gás carbônico (CO₂), é o elemento chave nos processos que englobam mudanças climáticas globais (Lal, 2003). De acordo com Salton (2005), sistemas de manejo capazes de manter e até mesmo incrementar o C orgânico no solo podem contribuir para a manutenção da capacidade produtiva dos solos e para a atenuação do problema do incremento do CO₂ atmosférico, causador do efeito estufa.

Sistemas de preparo ou cultivo, tais como plantio direto (PD) e integração lavoura-pecuária (ILP) tem-se mostrado com grande potencial para mitigar a emissão de CO₂ atmosférico para regiões tropicais e subtropicais (Goedert & Oliveira, 2007). A manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo deixados por sistemas que contemplam o não revolvimento do solo proporcionam a decomposição gradual do material orgânico, que, associado à fração mineral, favorece o aumento do C no solo (Amado et al., 2001; Sá et al., 2001). No entanto, o potencial de mitigação depende das condições climáticas, como temperatura e umidade (Fang & Moncrieff, 2001), dos tipos de solo e da mineralogia com relação à proteção física da matéria orgânica do solo (MOS) (Madari et al., 2005).

Segundo Roscoe et al. (2006), apesar dos benefícios do PD e dos diversos trabalhos reportando aumento significativo dos teores de MOS quando comparados com os convencionais, não tem sido observada, em outros estudos,

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

nenhuma diferença significativa entre os tipos de preparo. Isso tem sido atribuído às diferentes condições experimentais e o que se convencionou denominar de PD. Além dos trabalhos serem avaliados em sistemas com diferentes tempos de adoção, sua localização também influencia devido às diferenças climáticas, com resultados mais favoráveis no sul do Brasil em que as taxas de decomposição são menores do que nas áreas tropicais do Cerrado e Amazônia (Feller & Beare, 1997; Roscoe et al., 2006).

No Cerrado do PI e MA as altas temperaturas e altas taxas de umidade relativa têm favorecido a decomposição rápida do milho o que tem indicado a necessidade de se testar outras culturas de cobertura, como a *Brachiaria brizantha*. Porém, para que estas tecnologias se tornem consolidadas e bem sucedidas, é essencial a presença de culturas de cobertura com elevado aporte de resíduos, que aumentem as entradas de C no solo e outras com a função de inserir N no sistema (leguminosas), sendo tais culturas adaptadas às condições edafoclimáticas da região. De forma complementar, uma alternativa promissora para o Cerrado brasileiro e especificamente do Meio-Norte, é a ILP, que assegura elevado aporte de resíduo e elevada taxa de acúmulo de MOS (Leite & Galvão, 2008).

No entanto, ainda são escassos os trabalhos de pesquisa com este sistema na região Meio-Norte do Brasil. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar alterações nos teores e no estoque de C e N em Latossolo Amarelo sob sistema integração lavoura-pecuária no Cerrado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda São Marcos, localizada no município de Bom Jesus (09° 09' 59,49" S e 45° 06' 42,61" W), inserida na região do bioma Cerrado da Serra do Quilombo, no sul do Piauí, Nordeste do Brasil. O clima da região é do tipo quente e semi-úmido (AW' segundo a classificação de Köppen). A temperatura média anual é de 27°C com precipitação média anual de 1.000 mm, com estação chuvosa de outubro a abril, sendo janeiro e março o trimestre mais chuvoso, com ocorrência de veranicos. O solo é classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média.

Foram avaliados quatro diferentes sistemas de manejo do solo, além de uma área de Cerrado nativo usada como referência. Foram escolhidos talhões conduzidos sob os seguintes sistemas: Cerrado nativo sem histórico de interferência humana em uso agrícola (CN); plantio convencional com uso de

grade pesada, intermediária e niveladora, com três anos (PC3), sendo cultivado arroz por dois anos e após correção com 2 Mg ha⁻¹ de calcário e 300 kg ha⁻¹ de gesso foi implantado soja para o ano agrícola de 2009/2010, com adubação de acordo com a necessidade da cultura; plantio direto com três e cinco anos (PD3 e PD5, respectivamente) com utilização do milho para formação da palhada para cultivo de soja; e sistema integração lavoura-pecuária (SILP) com dois anos de uso de forrageira do gênero *Brachiaria sp.*, após quatro anos de convencional com soja, quatro anos de direto com soja e três anos de direto com rotação soja/milho.

As amostragens do solo foram feitas em mini-trincheiras, em quatro profundidades (0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm), nas entrelinhas dos plantios onde foram retiradas oito amostras simples para formar uma composta por profundidade, num total de vinte amostras compostas por sistema, durante a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura da soja.

As amostras de solo coletadas, para análises de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT), foram secas ao ar, destorroadas, maceradas e passadas em peneira de 0,21 mm de malha (TFSA) para a determinação do COT, o qual foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida, empregando solução de dicromato de potássio a 0,167 mol L⁻¹ em meio ácido, com fonte externa de calor (Yeomans & Bremner, 1988). O NT foi quantificado nas amostras de solo submetidas à digestão sulfúrica e dosado por destilação Kjeldhal (Bremner, 1996), cujos valores obtidos foram utilizados para determinar a relação entre carbono orgânico total e nitrogênio total (relação C/N). O estoque de carbono orgânico e nitrogênio total para cada profundidade foi calculado utilizando-se as seguintes expressões (Leite et al., 2003):

$$\text{Est C} = \frac{\text{COT} \times \text{Ds} \times \text{e}}{10}$$

Onde: EstC é o estoque de carbono orgânico total em determinada profundidade (Mg há⁻¹); COT o teor de carbono orgânico total (g kg⁻¹); Ds a densidade do solo em cada profundidade (kg dm⁻³) determinada a partir de amostras indeformadas, segundo Blake & Hartge (1986); e é a espessura da camada considerada (cm).

$$\text{EstN} = \text{NT} \times \text{Ds} \times \text{e}$$

Onde: EstN é o estoque de N total do solo em determinada profundidade e NT o teor de N total.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA

Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias das variáveis em cada profundidade foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do sistema computacional ASSISTAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram comparados os efeitos nos teores e nos estoques de CO e NT dos sistemas de manejo dentro de cada profundidade (Tabela 1). A área de CN apresentou maior conteúdo de COT na superfície do solo (0-5 cm), sendo superior ($p < 0,05$) aos demais tratamentos. Verificou-se para a mesma camada que os valores do NT foram maiores para os sistemas PD5 e SILP.

Tabela 1. Teores e estoques totais de carbono orgânico (COT) e de nitrogênio (NT), relação C/N de um Latossolo Amarelo distrófico sob sistema integração lavoura-pecuária no Cerrado do sul do Piauí.

Sist. manejo	COT (g kg ⁻¹)	NT (g kg ⁻¹)	Est. C (Mg ha ⁻¹)	Est. N (Mg ha ⁻¹)	C/N
-----0-5 cm-----					
CN	30,6 a	0,9 b	14,4 ab	0,4 c	32,0
PC3	17,9 bc	0,7 c	10,6 c	0,4 c	24,2
PD3	16,5 c	0,9 b	10,9 c	0,6 b	17,6
PD5	22,0 b	1,1 ab	16,0 a	0,8 a	19,6
SILP	20,4 bc	1,1 a	13,9 b	0,8 a	17,2
-----5-10 cm-----					
CN	18,0 b	0,7 b	10,6 d	0,4 c	23,7
PC3	18,4 b	0,7 b	11,7 cd	0,4 c	23,9
PD3	18,4 b	0,8 ab	12,9 bc	0,5 bc	22,6
PD5	21,8 a	0,9 a	15,9 a	0,7 a	22,1
SILP	18,6 b	0,8 ab	13,8 b	0,6 ab	21,9
-----10-20 cm-----					
CN	13,3 b	0,6 c	18,0 c	0,8 b	21,7
PC3	15,1 a	0,8 a	20,5 b	1,0 a	18,8
PD3	11,0 c	0,5 d	16,7 c	0,7 b	21,4
PD5	15,0 a	0,8 a	21,9 ab	1,1 a	18,7
SILP	15,2 a	0,7 b	22,9 a	1,0 a	21,4
-----20-40 cm-----					
CN	9,3 a	0,4 cd	26,0 ab	1,2 c	21,7
PC3	9,1 a	0,4 ab	24,7 b	1,3 bc	18,9
PD3	7,9 b	0,4 d	24,7 b	1,2 c	20,1
PD5	9,8 a	0,5 a	29,0 a	1,5 a	18,9
SILP	8,8 ab	0,4 bc	26,5 ab	1,4 ab	18,9

CN: Cerrado nativo; PC3: Plantio convencional (3anos); PD3 e PD5: Plantio direto (3 e 5 anos, respectivamente); SILP: Sistema integração lavoura-pecuária, 2 anos. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para as demais profundidades, o sistema PD5 obteve os melhores resultados tanto para COT quanto para NT. Estudos realizados por Sá et al.

(2004) demonstraram que após cinco anos, o sistema PD começa a acumular C orgânico no solo onde a imobilização de N aproxima-se da mineralização, originando estruturas mais estáveis de formação da MOS. Por outro lado, a semelhança dos valores de COT e NT nas profundidades de 10-20 e 20-40 cm entre o PC3 e o PD5 pode estar relacionada ao uso de implementos agrícolas, onde Balesdent et al. (2000) alertaram para o fato de o arado de aiveca incorporar resíduos em profundidade e ser a MOS translocada para profundidades abaixo do pé-de-arado.

De modo geral, em todas as profundidades do solo, os maiores valores ($p < 0,05$) de estoque tanto do COT quanto do NT foram observados no sistema PD5 e SILP. O PD contribui para aumentar os estoques de C no solo devido à cobertura vegetal sem revolvimento. Além disso, a fertilização nitrogenada utilizada em PD favorece a manutenção dos estoques de N no solo (Matias et al., 2009).

Foram observados os menores valores nos estoques de CO e NT para os sistemas PC3 e PD3 nas primeiras camadas, possivelmente devido à decomposição da MOS pelo excessivo preparo do solo e exposição dos agregados ao ataque microbiano (Leite & Galvão, 2008) e ao curto período de tempo de adoção do PD, cuja consolidação ocorre aos cinco anos de implantação (Sá, 2004).

Para a relação C/N, observou-se maior imobilização de N para o tratamento CN (relação $C/N > 30$), com predomínio do processo de imobilização. Segundo Moreira & Siqueira (2006), quando $C/N < 20$, há predomínio do processo de mineralização que favorece a decomposição e a liberação do N para o solo, podendo ser intermediários quando a relação C/N estiver entre 20-30. Neste caso, todos os sistemas, com exceção do CN, se mantiveram em equilíbrio.

CONCLUSÕES

1. O sistema PD após cinco anos de implantação no Cerrado do Piauí contribui para o aumento nos teores e nos estoques de C e N do solo;
2. O PD associado ao SILP pode contribuir para o seqüestro de C atmosférico através da manutenção dos estoques de C e N do solo;
3. A relação C/N para os diferentes sistemas de manejo adotados no Cerrado do Piauí encontra-se em equilíbrio, sendo mais favorável para o PD e SILP.

REFERÊNCIAS

XVIII REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil

- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:189-197, 2001.
- BALESDENT, J.; CHENU, C. & BALABANE, M. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Till. Res.*, 53:215-230, 2000.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2nd ed. Madison: American Society of Agronomy, v.1, p.363-375, 1986.
- BREMMER, J. M. Nitrogen Total. In SPARKS, D. L. (Ed), *Methods of Soil Analysis: Part 3*. America Society of Agronomy, Madson, pp. 1085-1121. SSA Book Series: 5, 1996.
- FANG, C. & MONCRIEFF, J.B. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. *Soil Biol. Biochem.*, 33:155-165, 2001.
- FELLER, C.; BEARE, N. H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma*, v. 79, p. 69-116, 1997.
- GOEDERT, W. J. & OLIVEIRA, S. A. de. Fertilidade do solo e sustentabilidade da atividade agrícola. Coord. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. de.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Editores. *Fertilidade do Solo - Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa- MG, 1017p, 2007.
- LAL R. Global potential of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect. *Plant Sci.*, 22:151-184, 2003.
- LEITE, L. F. C.; & GALVÃO, S. R. DA S. Matéria orgânica do solo: funções, interação e manejo. In: ARAÚJO, A. S. F. de.; LEITE, L. F. C.; NUNES, L. A. P. L.; CARNEIRO, R. F. V. *Matéria orgânica e organismos do solo- Teresina: EDUFPI*, 2008. 220 p.
- LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, P. L. O. A.; MATOS, E. S. Total C and N storage and organic C pools of a Red-Yellow podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic forest zone, Southeastern Brazil. *Australian Journal of Soil Research*, v. 41, n. 4, p. 717-730, 2003.
- MADARI, B.; MACHADO, P.L.O.A.; TORRES, E.; ANDRADE, A.G. & VALENCIA, L.I.O. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from Southern Brazil. *Soil Till. Res.*, 80:185-200, 2005.
- MATIAS, M. C. B. S.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo no Cerrado do Estado do Piauí. *Maringá*, v. 31, n. 3, p. 517-521, 2009.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: UFLA, 2006.
- ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; SANTOS, J. C. F. dos; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. p. 163-198. In: *Dinâmica da Matéria Orgânica do Solo em Sistemas Conservacionistas - Modelagem Matemática e Métodos Auxiliares*. ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Eds), Dourados, CPAO, 2006.
- SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E.; BUCKENER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M.F.M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S. & VENZKE FILHO, S. P. O plantio direto como base no sistema de produção. *R. Plantio direto*, 84:45-61, 2004.
- SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; VENZKE FILHO, S.P.; PICCOLO, M.C. & FEIGL, B.J. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65:1486-1499, 2001.
- SALTON, J. C. *Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical*. 2005. 158 f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005.
- YEOMANS, J. C. & BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 19: 1467-1476, 1988.