



Estoques de Carbono no Solo em Sistema Integrado de Produção Agropecuária sob Plantio Direto⁽¹⁾

Leonardo Pereira Assis de Oliveira⁽²⁾; Francine Damian da Silva⁽³⁾; Beatriz Santana de Araújo⁽⁴⁾; Edicarlos Damacena de Souza⁽³⁾; Flávia Dias Terra⁽⁵⁾; Helder Barbosa Paulino⁽⁶⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos da AGRISUS, CAPES e CNPq

⁽²⁾Estudante; Universidade Federal de Mato Grosso; Rondonópolis, Mato Grosso; lp-agricola@outlook.com; ⁽³⁾Professor; Universidade Federal de Mato Grosso; ⁽⁴⁾Estudante; Universidade Federal de Mato Grosso; ⁽⁵⁾ Engenheira Agrônoma; Universidade Federal de Goiás; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade Federal de Goiás.

RESUMO: Nos últimos anos a demanda por sistemas agropastoris tem crescido na região Centro Oeste, sobretudo como estratégia de recuperação de pastagens degradadas. O Brasil tem o segundo maior rebanho bovino do mundo e possui a segunda maior área de plantio direto. Poucos estudos investigaram o efeito de intensidades de pastejo sobre o carbono (C) do solo, equilíbrio e qualidade do solo em ambientes subtropicais. Este trabalho avaliou os efeitos de diferentes intensidades de pastejo (0; 25; 35 e 45 cm de altura do pasto) sobre os estoques de C em um Latossolo Vermelho distroférrico no Cerrado. O modelo do sistema integrado de produção agropecuária foi soja/*Brachiaria ruziziensis* em um delineamento em blocos casualizados com três repetições. Nossos resultados sugerem que sistemas integrados podem atuar como fonte de C atmosférico, dependendo da intensidade de pastejo.

Termos de indexação: Cerrado, Matéria orgânica, Manejo do Solo

INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) são associações entre a pecuária, de corte ou de leite, com culturas agrícolas e/ou florestais (Macedo, 2009). Essas interações abrangem a exploração de cultivos e a produção animal na mesma área, em plantio simultâneo, sequencial ou rotacionado (Macedo, 2009). Entre os benefícios dos SIPA estão o aumento na renda, a melhoria de atributos do solo, o melhor aproveitamento das máquinas e implementos agrícolas, além da geração de mais empregos locais.

Em sistemas agrícolas, o manejo adotado influencia diretamente os estoques de matéria orgânica no solo (MOS). O carbono orgânico (CO) é um dos principais componentes da MOS e seus estoques variam em função das taxas de adição, por resíduos vegetais e animais, e perda, principalmente as que ocorrem via erosão e da oxidação pelos microrganismos do solo (Souza, 2008). O sequestro de C atmosférico via

fotossíntese, aumenta o estoque de CO no solo, sendo do ponto de vista ambiental, muito importante para reduzir a emissão de gases de efeito estufa (Lal, 2002). Em solos com intenso revolvimento, além das perdas por erosão, ocorre aumento da atividade microbiana pela maior exposição dos resíduos aos microorganismos e suas enzimas.

Devido às perdas por respiração microbiana e pelo pastejo animal espera-se que, nas áreas com maior intensidade de pastejo, ocorra maior saída de C do sistema e, como consequência, haja menor estoque desses elementos no solo. Em alta intensidade de pastejo, ocorre maior crescimento radicular (Souza et al., 2008), tanto da cultura de grãos quanto da pastagem integrante do sistema e, com isso, o aporte de MOS em profundidade será influenciado. Dessa forma, a condução desses sistemas, com diferentes intensidades de manejo da pastagem, resultará em adições diferenciadas de resíduos vegetais ao solo em adição aos resíduos de origem animal, principalmente na fração particulada. Com essa adição diferenciada de resíduos ao solo, devem-se ter diferentes estoques de CO.

O objetivo desse trabalho foi avaliar os estoques de C total e particulado em um Latossolo Vermelho submetido a intensidades de pastejo sob SIPA em plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento iniciou em 2009, na área experimental da Universidade Federal de Goiás (17° 56' 57" S, 51° 43' 18" W e 800 m de altitude), município de Jataí, Goiás. O clima é classificado como Aw (tropical chuvoso) de acordo com o sistema de classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, sendo a chuvosa de novembro a maio e a seca de abril a outubro. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura argilosa, com relevo levemente ondulado.

O experimento foi instalado em uma área onde havia a pastagem perene de *Brachiaria decumbens*, com dez anos de cultivo. Esta pastagem nunca havia sido adubada, nem seu solo corrigido, e conduzida com alta intensidade de pastejo com bovinos. Devido a esse manejo, a pastagem



apresentava sinais de degradação do pasto, podendo-se observar uma redução da produção vegetal e a presença de plantas daninhas.

Em 2009, a *Brachiaria decumbens* foi revolvida e o solo foi corrigido por meio de calagem, com aplicação à lanço, de 2,5 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 80%), sendo incorporado ao solo com uma aração e duas gradagens. A cultura da soja foi implantada na sequência.

Após a colheita da soja, em fevereiro de 2010, foi semeada a lanço a pastagem *Brachiaria ruziziensis*, sem adubação e tratos culturais. O experimento possui uma área de aproximadamente 22 hectares, que foi dividido em nove parcelas experimentais (piquetes) com tamanho aproximado de dois hectares cada. As parcelas foram separadas por cerca elétrica de três fios e foi utilizado um corredor lateral ao longo de todo experimento para manejar os animais quando necessário.

As intensidades de pastejo usadas foram alta, moderada e baixa, que representam as alturas de manejo do pasto de 25, 35 e 45 cm, respectivamente, além de duas áreas sem pastejo, tidas como áreas de referência. Ao todo foram utilizadas 11 parcelas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com 3 repetições.

Em outubro de 2011, após o período chuvoso e após a saída dos animais, após dois anos de introdução do SIPA, foram coletadas amostras de solo. Para a coleta foram abertas trincheiras de 40 x 40 x 30 cm de profundidade e o solo coletado em três camadas, 0-5, 5-10 e 10-20 cm, em cinco pontos aleatórios por tratamento.

Nas amostras deformadas o solo foi colocado em sacos plásticos identificados, acondicionados em caixas térmicas e levados ao laboratório da Universidade Federal de Goiás. Posteriormente foram peneiradas, secas ao ar e colocadas em potes plásticos e armazenadas até o momento das análises.

Parte das amostras de solo, após secagem em estufa, foram pesadas e determinados os teores totais de C, segundo Tedesco et al., (1995) por oxidação com dicromato. O fracionamento físico do solo foi realizado após agitação de 20 g de solo e 80 mL de hexametáfosfato (7,5 g.L⁻¹) por 16 h (Cambardella & Elliot, 1992) em agitador horizontal.

O material foi lavado com auxílio de um jato de água, em peneira de 53 µm, sendo levado para secagem em estufa a 50° C até obter um peso constante. O solo após secagem foi moído em gral de porcelana, pesado e os teores totais e particulados de C foram determinados, segundo Tedesco et al., (1995) por oxidação com dicromato.

Com a determinação desses valores foram obtidos os estoques de C total (COT) e particulado (COP) em camada equivalente de solo e massa equivalente de solo, levando-se em consideração a densidade do solo obtida das áreas sem pastejo (referência), utilizando a correlação de Pearson. As menores densidades foram 1,11 e 1,17 kg dm⁻³ para profundidades de 0-5 e 5-10 cm, respectivamente, e de 0,98 kg dm⁻³ para profundidade de 10-20 cm.

Análise estatística

Os resultados das análises de solo foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, empregou-se o teste de Tukey (p < 0,05), utilizando o seguinte modelo estatístico para a análise da variância, com restrição ao fator tempo (épocas de amostragem):

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + A_j + \text{erro } a(i, j)$$

sendo B = blocos (i = 1,2,3); A = intensidades de pastejo (j = 1,2,3,4)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estoques de COT do solo variaram de 51,8 a 54,4 Mg ha⁻¹ para a alta e moderada intensidade de pastejo, respectivamente (Figura 1), havendo diferença significativa entre a alta intensidade de pastejo e os demais tratamentos. O estoque de COT do solo foi menor no tratamento com alta intensidade de pastejo em relação aos demais (Figura 1). Esses teores foram maiores do que encontrados por Silva et al. (2014), que comparou diferentes intensidades de pastejo em sistemas integrados, porém os estoques foram semelhantes a floresta de galeria (59,1 Mg ha⁻¹), tida como referência.

Assmann et al. (2014) compararam diferentes intensidades de pastejo em latossolo no Sul do Brasil e encontraram valores semelhantes de COT (51 Mg ha⁻¹). Já Marchão (2009), encontrou valores maiores para armazenamento de C no Cerrado, com valores variando entre 52,21 Mg ha⁻¹ até 60,87 Mg ha⁻¹.

O baixo teor de COT e COP encontrados na alta intensidade de pastejo, após dois anos de experimento, pode ser em função da menor adição de resíduos vegetais da parte aérea, em relação aos demais tratamentos. Uma diminuição na participação da parte aérea da pastagem, conseqüentemente da entrada de C no solo, tem conseqüências para a qualidade de sistemas de plantio direto Silva et al., (2014).

O alto teor de argila nos latossolos promove um aumento de estoque de MOS devido a sua proteção



química e em função da ligação da MO com a argila. Isso acaba inviabilizando a degradação microbiana.

Os estoques de COT tiveram uma maior variação do que os de COP (Figura 1 e 2). A fração de COP do solo é altamente sensível ao manejo, fazendo com que ela seja uma das primeiras frações da MOS a sofrerem ações antrópicas.

O COT e COP tiveram o mesmo comportamento em relação a maior intensidade de pastejo, que apresentou os menores valores (Figura 1 e 2). Na intensidade moderada de pastejo há uma tendência de aumentos nos estoques de COP (Figura 2), ou seja, ela está promovendo melhorias na qualidade da MOS.

Resíduos de culturas de soja tem uma baixa relação C/N e, portanto, se decompõem, rapidamente, mantendo-se na superfície do solo por apenas um curto período de tempo. Mauli et al. (2011) afirma que a diversidade de culturas, melhora a utilização dos recursos naturais, diminuindo os problemas com pragas e há maior ciclagem de nutrientes.

CONCLUSÕES

Os estoques de COT e COP sob diferentes intensidades de pastejo foi relacionado com a MOS. O maior valor tanto de COT quanto de COP foi encontrado no pastejo com intensidade moderada.

Em os níveis de pastejo as diferenças de C encontrado variaram pouco, levando em conta que foram utilizados três intensidades diferentes e uma sem pastejo.

O sistema de integração lavoura-pecuária atua como fonte ou dreno de C atmosférico, dependendo da intensidade de pastejo.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos as fontes financiadoras AGRISUS, CAPES e CNPQ.

REFERÊNCIAS

ASSMANN, J. M.; ANGHINONI, I.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. E. V. G de A.; CECAGNO, D.; CARLOS, F. S & CARVALHO, P. C. F. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop-livestocks system under no-tillage southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190:52-59, 2014.

CAMBARDELLA, C. A. & ELLIOT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation

sequence. *Soil Science Society of America Journal*, 56:777-783, 1992.

LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. *Environmental Pollution*, 116:353-362, 2002.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:133-146, 2009.

MARCHÃO, L. R.; BECQUER, T.; BRUNET, D.; BALDINO, N. C.; VILELA, L & BROSSARD, M. Carbon and nitrogen stocks in a Brazilian clayey Oxisol: 13-year effects of integrated crop-livestock management systems. *Soil and Tillage Research*, 103:442-450, 2009.

MAULI, M. M.; NÓBREGA, L. H. P.; ROSA, D. M.; LIMA, G. P. & RALISH, R. Variation on the amount of winter cover crops residues on weeds incidence and soil seed bank during an agricultural year. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54:683-690, 2011.

SILVA, F. D. da.; AMADO, T. C.; FERREIRA, A. O.; ASSMANN, J. M.; ANGHINONI, I. & CARVALHO, P. C. F. Soil carbon indices as affected by 10 years of integrated crop-livestock production with different pasture grazing intensities in Southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190:60-69, 2014.

SOUZA, E. D. de.; Evolução da matéria orgânica, do fósforo e da agregação em sistema de integração agricultura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. (Tese de Doutorado): 162 p., 2008.

SOUZA, E. D. de.; COSTA, S. E. V. G de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; ANDRIGUETI, M & CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 33:1829-1836, 2009.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H.; GIANELLO, C & BISSANI, C. A. Análise de solo, plantas e outros materiais. *Boletim técnico*, n.5, Departamento de Solos, 1995.

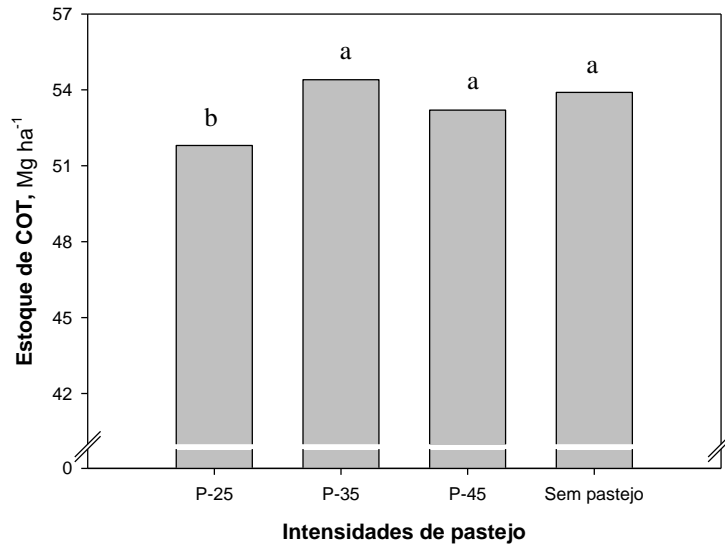


Figura. 1. Estoques de carbono orgânico total (COT), na camada de 0-20 cm, nas seguintes intensidades de pastejo: 25 cm (P-25), 35 cm (P-35), 45 cm (P-45) e nas áreas de referência (sem pastejo).

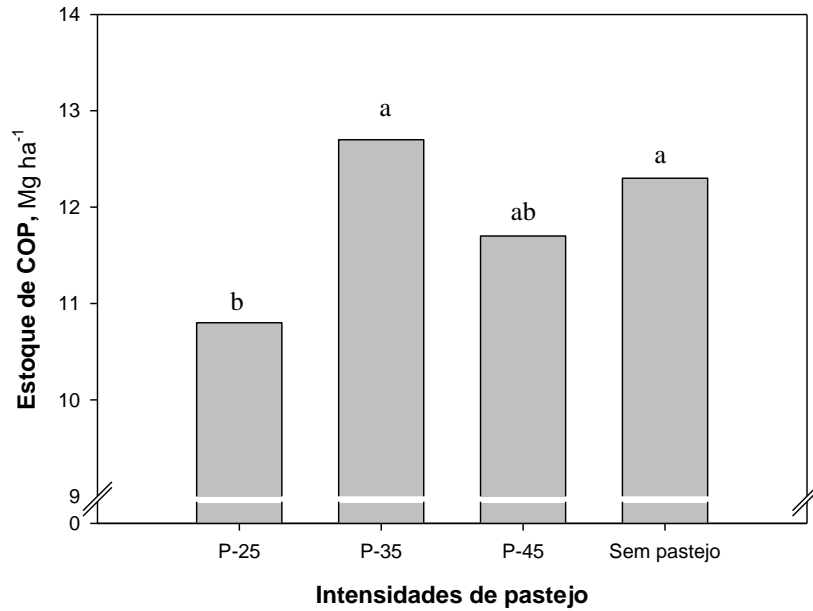


Figura. 2. Estoques de carbono orgânico particulado (COP), na camada de 0-20 cm, nas seguintes intensidades de pastejo: 25 cm (P-25), 35 cm (P-35), 45 cm (P-45) e na área de referência (sem pastejo).