

CARBONO ORGÂNICO TOTAL E ESTOQUE DE CARBONO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO NA REGÃO CONESUL DO MATO GROSSO DO SUL

Carla Aparecida da Silva(*), Jean Sérgio Rosset, Diego Henrique de Oliveira Moraes, Thais Melissa Dias dos Santos, Selene Cristina de Pierri Castilho

* Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/ Mundo Novo, e-mail: ambiental.carla@hotmail.com

RESUMO

Dentre os vários indicadores de qualidade do solo, o carbono orgânico total (COT) e seus respectivos índices trazem resultados precisos sobre a qualidade dos sistemas manejados e naturais. O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores e estoques de COT em diferentes sistemas de manejo com histórico conhecido de longa duração na região Conesul do estado de Mato Grosso do Sul. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, sendo estudadas quatro áreas: Pastagem (PA) - 2,5 hectares, área de sistema plantio direto (SPD) - 240 hectares na sucessão soja-milho, área de cultivo de cana-de-açúcar (CA) - 350 hectares e mata nativa (MN) - 160 hectares. A coleta de solos foi realizada nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1, 0,1-0,2 m. Em laboratório foram determinados os valores de densidade do solo (Ds) e a quantificação do COT, com posteriores cálculos do estoque de carbono (EstC) e índice de estratificação (IE) do carbono. As três áreas manejadas apresentam valores superiores quando comparadas a área de mata na camada de 0-0,05 m evidenciando assim camadas compactadas. A área de mata nativa apresentou maiores teores de COT nas camadas de 0-0,05 e 0,05-0,1 m chegando a 25,40 g kg⁻¹, sendo a área de pastagem superior a mata nativa na camada de 0,1-0,2 m. Os valores de EstC de maneira geral se apresentam semelhantes entre as áreas com diferenças mais significativas na camada de 0-0,5 e 0,1-0,2 m. Para o IE não houve diferença entre as áreas manejadas. As áreas manejadas apresentam menores teores e estoques de carbono orgânico total, além de maiores valores de densidade do solo quando comparados à área de mata nativa. As diferentes formas de manejo cultivadas ao longo do tempo não contribuíram para o aumento do índice de estratificação do carbono.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade do solo, Índice de estratificação de carbono, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O carbono orgânico (CO) é um dos principais indicadores de qualidade do solo, e sua avaliação se faz importante para verificar a sustentabilidade dos agroecossistemas. Por ser um atributo de fácil e rápida medição, e pelo fato de correlacionar-se a outros atributos do solo, o CO é indicador chave para verificar aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (JERKE et al., 2012).

O revolvimento contínuo e intenso do solo, com a adoção de sistemas agrícolas baseados em monocultura ou em sucessões contínuas de culturas, tem resultado na diminuição da qualidade física, química e biológica dos solos (CALEGARI et al., 2006). O sistema plantio direto (SPD) surgiu como alternativa ao manejo convencional com preparo do solo e atingiu grande expansão na área plantada a partir do início da década de 1990 (SCHIAVO et al., 2011).

A adoção de sistemas de manejo do solo considerados conservacionistas como o SPD, tem-se apresentado como alternativa viável contra a perda de matéria orgânica contribuindo para assegurar a sustentabilidade do uso agrícola do solo (ROSSETTI; CENTURION, 2015).

No Brasil, o cultivo da cana-de-açúcar é um dos mais importantes, devidos aos aspectos de área de abrangência, econômico, ambiental e social. Do ponto de vista ambiental, se adotado um manejo racional, o cultivo da cana-de-açúcar proporciona a mitigação das emissões dos gases de efeito estufa. Através da fotossíntese essa planta incorpora o CO₂ do ar, fixando-o no solo, proporcionando o aumento do estoque de C do mesmo (MMA, 2007).

Acredita-se que com um manejo adequado as pastagens podem contribuir significativamente no combate ao aumento do efeito estufa potencializando o sequestro de carbono pelo solo (SANO, et. al. 2010). Ainda não existem dados conclusivos a respeito da quantidade de C que é liberada com a substituição de mata nativa por pastagens, nem mesmo sobre a quantidade de C que é mantida nos diversos compartimentos desse novo ambiente, principalmente no solo (COSTA et al., 2009).

Em diferentes regiões brasileiras, como a região Cone-Sul do estado de Mato Grosso do Sul, se faz importante a avaliação da qualidade do solo dos sistemas de manejo utilizados, tendo em vista a suscetibilidade à degradação dos solos desta região. Desta forma, a avaliação do COT em áreas com histórico de cultivo avançado, podem trazer resultados precisos e conclusivos sobre a qualidade edáfica da região.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores e estoques de carbono orgânico total em diferentes sistemas de manejo com histórico conhecido de longa duração na região Conesul de estado de Mato Grosso do Sul.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em diferentes sistemas de manejo na Fazenda Vezozzo, com aproximadamente 768 hectares, localizada no município de Eldorado, MS. Foram avaliadas três áreas manejadas além de uma área de referência (mata nativa) sem ação antrópica, perfazendo quatro sistemas diferenciados. As três áreas manejadas compreendem: área de pastagem com a espécie *Brachiaria brizantha*, com aproximadamente 2,5 hectares, com seu cultivo desde 1990; área de sistema plantio direto (SPD) com aproximadamente 240 hectares na qual desde o ano de 2002 vem sendo cultivadas com as culturas alternadas, de milho/soja e mandioca, e também uma área de cultivo de cana-de-açúcar com aproximadamente 350 hectares cultivada desde 2006.

As amostras foram coletadas em quatro pontos sendo que; cada amostra composta foi representada por dez amostras simples dentro dos quatro sistemas de manejo diferenciados, nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m. Também foram coletadas amostras indeformadas com auxílio de anel volumétrico com volume de 48,86 cm³ com quatro repetições em todas as áreas e camadas, para as análises de densidade do solo.

O carbono orgânico total (COT) foi determinado pela oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio, em meio sulfúrico com aquecimento, e titulado com sulfato ferroso amoniacal, segundo metodologia adaptada de Yeomans e Bremner (1988), no laboratório de ensino de química da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Mundo Novo.

A partir dos resultados obtidos de COT, foram calculados os estoques de carbono orgânico total (EstC) segundo o método da massa equivalente (ELLERT; BETTANY, 1995; SISTI et al., 2004). Com os resultados de COT, foi calculado o índice de estratificação do carbono (IE) mediante relação entre os teores de COT da camada de 0-0,05 m e à camada de 0,1-0,2 m (camada arável) conforme proposto por Franzluebbbers (2002). Em delineamento inteiramente casualizado, os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F, e os valores médios comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os valores de densidade do solo (Ds), teores de carbono orgânico total (COT) e os valores de estoques de carbono (EstC). Para a Ds, pode-se observar que as três áreas manejadas apresentaram valores superiores quando comparadas a área de mata na camada de 0-0,05 m, sendo semelhantes entre si, variando entre 1,35 a 1,52 Mg m⁻³. Esses maiores valores de Ds possivelmente estão associados à maior compactação do solo pelo uso de máquinas na área de SPD nas épocas de plantio e colheita, cana-de-açúcar no momento da implantação/renovação do canavial e pelo pisoteio animal na área de pastagem. O fato da área de mata apresentar menores valores de Ds deve-se à ausência de qualquer tipo de manejo de solo ou pastejo animal nessa área, e em razão da vegetação existente, que proporciona elevada presença de raízes e matéria orgânica do solo (MOS). Assis e Lanças (2005) atribuem menores valores de Ds em áreas nativas ao não revolvimento do solo e/ou tráfego de máquinas e animais, o que proporciona, via de regra, aumento dos teores de COT especialmente em camadas superficiais, com a melhoria na estruturação do solo pela formação de agregados mais estáveis ao longo do tempo, com consequente aumento do espaço poroso e diminuição da Ds.

Quando se avalia as camadas subsuperficiais do solo (0,05-0,1 e 0,1-0,2 m), somente a área de SPD se assemelhou a mata para os valores de Ds (Tabela 1). Possivelmente os maiores valores de Ds nestas camadas subsuperficiais nestas áreas devem-se ao revolvimento do solo na área de cana para implantação/renovação do canavial e o pastejo contínuo

de caprinos na área de pastagem. O tráfego de máquinas e o pastejo excessivo podem ocasionar aumentos na Ds, com consequente diminuição do espaço poroso também em camadas subsuperficiais.

Para o COT, foram observadas diferenças entre as áreas estudadas (Tabela 1). Destaca-se que somente nas camadas de 0-0,05 e 0,05-0,1 m os teores de COT das áreas manejadas são inferiores em relação à mata. Já na camada de 0,1-0,2 m, a área de pastagem obteve teor maior que a área de referência. Especialmente na área de mata, observa-se mais nitidamente a estratificação de carbono, com teor de 25,40 g kg⁻¹ na camada de 0-0,05 e 9,72 g kg⁻¹ na camada de 0,1-0,2 m.

Tabela 1. Densidade do solo (Ds), carbono orgânico total (COT) e estoque de carbono (EstC) nos diferentes sistemas de manejo no município de Eldorado, MS.

Sistema de manejo	Ds Mg m ⁻³	COT g kg ⁻¹	EstC Mg ha ⁻¹
0-0,05 m			
Cana	1,52a	12,68c	6,84b
Pastagem	1,50a	15,79b	8,53ab
SPD	1,35a	15,01b	8,05ab
Mata	1,08b	25,40a	10,18a
CV(%)	9,0	4,8	15,1
0,05-0,1 m			
Cana	1,63a	11,63c	7,00a
Pastagem	1,74a	13,71b	8,25a
SPD	1,35b	12,57bc	7,56a
Mata	1,20b	16,60a	7,63a
CV(%)	5,2	5,5	8,4
0,1-0,2 m			
Cana	1,62a	9,21b	11,42bc
Pastagem	1,70a	13,00a	16,11a
SPD	1,49ab	11,13ab	13,82ab
Mata	1,24b	9,72b	10,46c
CV(%)	7,9	8,8	9,3

Médias seguidas de letras iguais na coluna, em cada camada, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV = coeficiente de variação.

Essa diminuição dos teores de COT com o aumento profundidade do perfil do solo demonstra a contribuição mais efetiva das entradas de carbono na camada mais superficial, fato comum em áreas onde não há influência antrópica. Já, quando se compara as áreas manejadas, observa-se menor teor de carbono na área de cana na camada de 0-0,05 m, 12,68 g kg⁻¹, sendo diferente das demais áreas manejadas De acordo com Salton et al. (2005), mudanças nos sistemas de manejo têm efeito direto no balanço de carbono do solo, identificando assim as potencialidades e fragilidades de cada sistema de manejo.

Foi observado em todas as áreas manejadas valores de EstC semelhantes entre si, com exceção da camada de 0,1-0,2 m entre as áreas de cana e pastagem, com maior EstC na área de pastagem, 16,11 Mg ha⁻¹. Sistemas de manejo quando manejados corretamente, podem beneficiar as entradas de carbono no sistema, consequentemente aumentar os EstC, com consequentes melhoras em função do tempo para os atributos químicos, físicos e biológicos do solo (BELL; MOORE, 2012).

Com relação ao índice de estratificação (IE) do carbono orgânico, foram verificados, em todas as áreas estudadas, valores acima de 1,00 (Figura 1), o que segundo Franzluebbbers (2002) apresenta a alta relação de estratificação de carbono do solo consequentemente, refletindo diretamente ao solo uma maior qualidade em superfície que leva a melhor infiltração de água, maior estabilidade de agregados, entre outros benefícios. Porém, entre as áreas manejadas, não houve diferença estatística, com valores variando de 1,22 a 1,38, sendo estas, diferentes da área de mata, que

apresentou valor para o IE de 2,63. Tal semelhança estatística do IE para as áreas manejadas pode ser influenciada pelo fato de que as concentrações de carbono foram também de certa forma semelhantes (Figura 1).

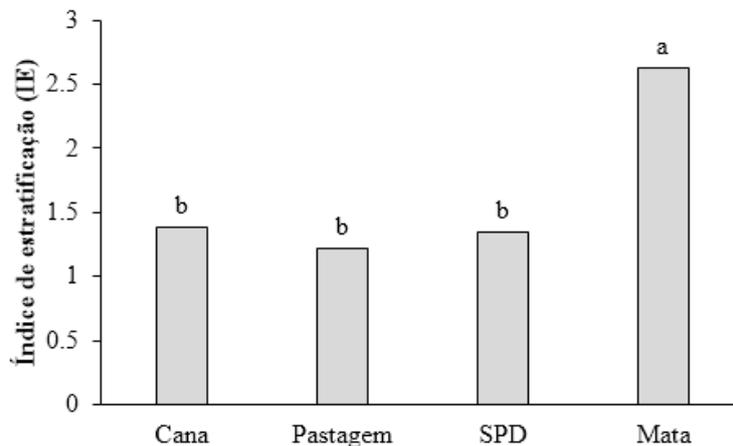


Figura 1: Índice de estratificação (IE) do carbono orgânico total em função dos diferentes sistemas de manejo no município de Eldorado, MS.

CONCLUSÕES

As áreas manejadas apresentam menores teores e estoques de carbono orgânico total, além de maiores valores de densidade do solo quando comparados à área de mata nativa. As diferentes formas de manejo cultivadas ao longo do tempo não contribuíram para o aumento do índice de estratificação do carbono.

Uma menor lotação de animais na área de pastagem, além de um sistema de rotação de culturas mais diversificado na área de sistema plantio direto pode contribuir para aumento dos teores de carbono e melhoria dos índices avaliativos da qualidade da fração orgânica do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, R. L.; LANÇAS K. P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 515-522, 2005.
- BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v. 111, n. 7, p. 1-12, 2012.
- CALEGARI, A.; CASTRO FILHO, C. de; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. de F.: **Ciências Agrárias**, v.27, n. 2, p. 147-158, 2006.
- COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, F. E. R.; COSTA, M. L.; NACIF, S. G. P.; FARIA, C. J. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no Sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, p. 1137-1145, 2009.
- CRUZ, C.D. **Programa genes: biometria**. p. 382, 2006.
- ELLERT, B. H.; BETTANY, J. R. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. **Canadian Journal Soil Science**, v. 75, n. 4, p. 529-538, 1995.
- FRANZLUEBBERS, A. J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 66, n. 2, p. 95-106, 2002.
- JERKE C.; SOUSA, D. M. G.; GOEDERT, W.J. Distribuição do carbono orgânico em Latossolo sob manejo da adubação fosfatada em plantio direto no Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, v.47, n.3, p.442-448, mar. 2012.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente.) **Mapa de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idMenu=3813>. Acesso em: 10/03/2017.
- ROSSETTI, K.V.; CENTURION, J.F. Estoque de carbono e atributos físicos de um Latossolo em cronosequência sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.3, p.252-258, 2015.

11. SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRICIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C. **Matéria orgânica do solo na integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 58 p. (Embrapa Agropecuária Oeste, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 29).
12. SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. **Mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal – Bioma Cerrado**. 2002. MMA/ SBF, 2010.
13. SCHIAVO, J. A.; ROSSET, J. S.; PEREIRA, M. G.; SALTON, J.C. Índice de manejo de carbono e atributos químicos de Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v.46, n. 10, p. 1332-1338, 2011.
14. SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P.; KOHHANN, R.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 76, n. 1, p. 39-58, 2004.
15. YEOMANS, A.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communication Soil Science Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.