



Fracionamento Granulométrico da Matéria Orgânica sob Sistema Plantio Direto Agroecológico e Convencional da Cebola⁽¹⁾.

Ludiana Canton⁽²⁾; Arcângelo Loss⁽³⁾; Luiz Henrique dos Santos⁽⁴⁾; Guilherme Wilbert Ferreira⁽²⁾; Claudinei Kurtz⁽⁵⁾; Jucinei José Comin⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Chamada MCTI/MAPA/MDA/MEC/MPA/CNPq Nº 81/2013.

⁽²⁾ Estudante de graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, ludycanton@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁵⁾ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Estação Experimental de Ituporanga; ⁽⁶⁾ Professor Titular, Universidade Federal de Santa Catarina.

RESUMO: O uso de plantas de cobertura em sistema plantio direto de hortaliças (SPDH) pode aumentar os teores de carbono orgânico total (COT) do solo, assim como os teores de carbono das frações granulométricas da matéria orgânica do solo (MOS) em comparação ao sistema de preparo convencional (SPC). O objetivo deste trabalho foi quantificar os teores de COT e das frações granulométricas da MOS sob cultivo de cebola em SPDH e SPC do solo, comparado a uma área de mata adjacente, em Ituporanga, SC. Os tratamentos foram: aveia, centeio, nabo forrageiro, nabo + centeio, aveia + nabo, e, testemunha com vegetação espontânea. Adicionalmente, avaliou-se uma área com cultivo de cebola em SPC e mata adjacente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições. Foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, separando-se os agregados e nestes determinados os teores de COT, CO particulado (COp) e CO associado aos minerais (COam). A área de mata apresentou os maiores teores de COT e COp. O COam não diferiu entre os tratamentos. Maiores variações entre SPDH e SPC foram verificadas para 0-5 cm para COT e COp. A utilização de aveia solteira e do consórcio do nabo + centeio no SPDH aumenta os teores de COT na camada de 0-5 cm em comparação ao SPC. O consórcio do nabo + aveia aumenta os teores de COp em relação ao uso do nabo solteiro no SPDH. O SPC ocasionou maior redução dos teores de COam em relação a mata em comparação aos tratamentos em SPDH na camada de 0-5 cm.

Termos de indexação: Carbono orgânico particulado, carbono orgânico total, plantas de cobertura.

INTRODUÇÃO

Santa Catarina (SC) é o maior produtor nacional de cebola (ACATE, 2014), sendo a sua produção concentrada principalmente no Alto Vale do Itajaí.

Embora seja uma atividade familiar, o cultivo da cebola gera ao longo da cadeia produtiva grande número de empregos, principalmente no período de plantio e colheita (IBGE, 2013).

O sistema de produção de cebola no estado em sua quase totalidade é sistema de preparo convencional (SPC) do solo, com intensa mobilização do solo e diversas aplicações de agroquímicos. Este sistema causa a degradação física, química e biológica do solo devido ao intenso uso de implementos que acabam por destruir os agregados do solo. Para minimizar estes impactos, pode-se utilizar o sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH), no qual o preparo do solo fica restrito à linha de plantio, além de outras práticas conservacionistas, como a rotação de culturas e a utilização de plantas de cobertura como o consórcio de plantas (Epagri, 2013). De acordo com Zotarelli, et al. (2012), o sistema de consorciação de culturas usado no SPD pode reduzir as perdas de carbono orgânico total (COT) devido a manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo e proteção física da matéria orgânica do solo (MOS) nos agregados, melhorando em geral, as características edáficas.

A qualidade da MOS está intrinsecamente associada à distribuição das suas frações no solo, as quais apresentam características químicas e físicas diferentes entre si. A sua labilidade é influenciada pelo manejo do solo, sendo possível utilizar a distribuição das frações mais lábeis da MOS como indicador da mudança de manejo do solo ou da qualidade ambiental (Salton et al., 2011). Para se determinar as frações físicas da MOS, realiza-se o fracionamento granulométrico, que consiste na separação da matéria orgânica particulada (MOp) ou carbono orgânico particulado (COp) e a matéria orgânica associada aos minerais (MOam) ou carbono orgânico associado aos minerais (COam) (Cambardella & Elliott, 1992). De acordo com Bayer et al. (2002), a MOp representa a fração mais lábil e possui maior taxa de reciclagem dos constituintes orgânicos, sendo que o manejo do solo pode alterar os seus estoques a curto prazo. Já



a MOam, Cambardella & Elliott (1992) a descrevem como sendo a fração mais estável da MOS, composta principalmente por substâncias húmicas, e possui grande importância na estabilização dos microagregados. Portanto, estudos sobre a influência do uso e manejo do solo sobre as características edáficas são necessários para facilitar a manutenção e/ou recuperação dos estoques de carbono no solo, contribuindo assim, para a sustentabilidade da produção e redução de problemas ambientais.

O objetivo deste estudo foi quantificar os teores de COT, COp e Coam sob cultivo de cebola em SPDH e SPC do solo, comparado a uma área de mata adjacente, em Ituporanga, SC.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), em Ituporanga, SC. O clima da região é o subtropical mesotérmico úmido (Cfa), com temperatura média anual de 17,6°C e precipitação anual média de 1.400 mm (Souza et al., 2013). O solo foi classificado como Cambissolo Húmico (Embrapa, 2006).

O experimento foi instalado em uma área com histórico de SPC do solo com cultivo de cebola por ± 30 anos. Desde o ano de 2007, no SPC vem sendo cultivado todas as safras com cebola em sucessão ao milheto (*Pennisetum americanum*) no verão.

Em 2009, parte do SPC foi convertido para o SPDH. Os tratamentos avaliados constituíram-se do plantio de plantas de cobertura solteiras e consorciadas: 100% Aveia (*Avena strigosa*); 100% Centeio (*Secale cereale*); 100% Nabo forrageiro (*Raphanus sativus*); consórcio de nabo forrageiro (80%) e centeio (20%); consórcio de aveia (40%) e nabo forrageiro (60%); Testemunha com vegetação espontânea de língua de vaca (*Rumex obtusifolius*), orelha de urso (*Stachys arvensis*), caruru (*Amaranthus lividus*), tiririca (*Cyperus* spp.), azedinha (*Oxalis corniculada*), picão preto (*Bidens pilosa*) e picão branco (*Galinsoga parviflora*). Adicionalmente, foram avaliados mais dois tratamentos, ambos adjacentes ao experimento, sendo uma área de cultivo de cebola em SPC por mais de 30 anos e uma área de mata (floresta secundária), representando a condição natural do solo.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com cinco repetições, sendo que cada unidade experimental possui 5 x 5 m, totalizando 25 m². Em abril de cada ano as espécies de plantas de cobertura de inverno foram semeadas a lanço sobre a superfície do solo. Em julho de 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013 todas as espécies

de inverno foram acamadas, usando um rolo-faca. Posteriormente, nos meses de julho, foram abertos sulcos usando uma máquina de plantio direto adaptada e foram transplantadas manualmente as mudas de cebola, cv. 'Empasc 352' - Bola Precoce. Após a colheita da cebola ocorrida nos meses de dezembro de cada ano, realizou-se o plantio de Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) em toda área, sendo cultivada no verão.

Em setembro de 2013, cinco anos após a implantação dos tratamentos, foi realizada uma coleta de amostras indeformadas de solo nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. As amostras foram secas ao ar, destorroadas manualmente e peneiradas em um conjunto de peneiras de 8,00 mm e 4,00 mm para obtenção dos agregados do solo (Embrapa, 1997). Em seguida, os agregados de 4,00 mm foram macerados e peneirados na malha de 2,0 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA) e esta foi submetida as análises. A determinação do COT e do carbono das frações granulométricas da MOS foi feita conforme Tedesco et al. (1995). A separação das frações granulométricas da MOS, foi segundo Cambardella & Elliot (1992). Assim, quantificaram-se o carbono orgânico particulado (COP) associado à fração areia, e o carbono orgânico associado aos minerais (COam), que está relacionado as frações silte e argila, foi obtido por diferença entre o COT e COp.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios, quando significativos, comparados entre si pelo teste t (LSD) a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores teores de COT e COp para todas as profundidades foram encontrados na área de mata (**Tabela 1**). Isto é decorrente do constante aporte de serapilheira e ausência de interferência antrópica nesta área. Entre os demais tratamentos, as maiores variações ocorreram na camada de 0-5 cm, sendo verificados maiores teores de COT para o tratamento aveia e nabo + centeio, e menores valores para o SPC. Os demais tratamentos não diferiram entre si para 0-5 cm. Na camada de 5-10 cm não foram verificadas diferenças entre o SPDH e o SPC, E para 10-20 cm, verificaram-se menores teores de COT no tratamento com nabo e maiores no SPC, sendo entre os demais tratamentos em SPDH verificados valores iguais de COT (**Tabela 1**).

Os maiores teores de COT nos tratamentos com aveia e nabo + centeio em relação ao SPC podem ser devidos à constante deposição de biomassa aérea e radicular e a sua manutenção na superfície do solo, já que no SPC tem-se o aumento da mineralização do COT devido ao revolvimento do



solo, que ocasiona a fragmentação dos resíduos vegetais e, conseqüentemente, favorece o ataque pelos microrganismos. Estes resultados corroboram com os estudos de Bayer & Mielniczuk (1999) e Lovato et al. (2004), que relataram que em solos com intenso revolvimento, ocorre perdas de COT principalmente pelo aumento da atividade microbiana e maior exposição dos resíduos aos microrganismos e suas enzimas.

A ausência de diferenças na camada de 5-10 cm entre SPDH e SPC indica similaridade dos sistemas de SPDH em adicionar COT. Porém, no SPC essa igualdade de valores de COT está relacionada a incorporação dos resíduos vegetais da superfície para as camadas mais profundas, homogeneizando os teores de COp entre as camadas de 5-10 e 10-20 cm, o que explica os maiores teores de COT no SPC em relação ao nabo na camada de 10-20 cm.

Quanto ao COp, verificaram-se diferenças apenas na camada de 0- 5 cm, sendo que os tratamentos com nabo e aveia + nabo apresentaram, respectivamente, os menores e maiores valores de COp. Os demais tratamentos em SPDH e SPC não diferiram entre si e apresentaram resultados similares ao tratamento com nabo e aveia + nabo (**Tabela 1**). Possivelmente, as diferenças encontradas para COp entre os tratamentos nabo e aveia + nabo, referem-se a maneira como as raízes exploram o solo. No consórcio observaram-se maiores valores de COp, podendo-se atribuir este efeito ao nabo, pois esta é uma planta com raiz pivotante e profunda, associado a aveia que tem raízes adventícias, além de possuir um sistema radicular que se renova constantemente. Dessa forma, o consórcio dessas plantas faz com que exista maior distribuição de raízes no solo, principalmente nas camadas superficiais, o que favorece o aumento dos resíduos vegetais no solo e, conseqüentemente, o aumento do COp, uma vez que essa fração está diretamente relacionada ao material vegetal recentemente adicionado ao solo, assim como descrevem Loss et al. (2009) e Rossi et al. (2012).

O consórcio do nabo com a aveia também altera a relação C/N, o que pode estar favorecendo um balanço mais eficaz de C e N no consórcio do nabo com a aveia em comparação ao nabo solteiro. E, assim, refletindo em maiores teores de COp no consórcio em comparação ao nabo solteiro.

A maior variação nos teores de COp na camada de 0-5 cm corrobora com os resultados de Bayer et al. (2004), que verificaram que os maiores incrementos de COp ocorreram nas camadas superficiais do solo (0,0–2,5 cm). Esses autores ainda relatam que o COp é uma fração relativamente sensível às práticas de manejo. Porém, no presente experimento não se observaram

diferenças no que se refere ao SPC e o SPDH para todas as camadas analisadas (**Tabela 1**). Estes resultados diferem dos encontrados por Bayer et al. (2004), que comparando o SPC e o SPD com culturas estivais e outonais, encontraram maiores aumentos no SPD (37% a 52%) para o estoque de COp (0–20 cm) em comparação ao SPC.

Em relação ao COam, não se verificaram diferenças entre os tratamentos analisados em nenhuma das camadas (**Tabela 1**).

Estes resultados vão de encontro com os de Bayer et al. (2004), no qual o estoque de COam não foi afetado pelos sistemas de manejo nas diferentes camadas de solo avaliadas. Porém, neste estudo observou-se na camada 0-5 cm uma redução de 20,13% nos teores de COam para o SPC em relação a área de mata. Entre os tratamentos em SPDH, essa redução é bem menor, com exceção ao centeio. Estes resultados indicam que o SPC desfavorece a manutenção dos teores de COam em relação a mata e o SPDH se assemelha mais a área nativa (mata).

CONCLUSÕES

A utilização de aveia solteira e consórcio do nabo forrageiro + centeio no SPDH aumenta os teores de COT na camada de 0-5 cm em comparação ao SPC.

O consórcio do nabo forrageiro + aveia, aumenta os teores de COp em relação ao uso do nabo solteiro no SPDH.

O SPC ocasionou maior redução dos teores de COam em relação à área de mata em comparação aos tratamentos em SPDH na camada de 0-5 cm.

REFERÊNCIAS

ACATE. Associação Catarinense de Empresas de Tecnologia. Agronegócio e tecnologia. Santa Catarina. 96p, Anuário 2014. Disponível em: <http://www.acate.com.br/sites/default/files/anuarioacate_0.pdf>. Acesso em 26 abr. 2015.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J. & PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis na matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39:677-683, 2004.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L.; ROBERTO ERNANI, P. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. Plant Soil, 238:133-140, 2002.

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Ed.). Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Gênesis, 9:26, 1999.
- CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Science Society of America Journal, 56:777-783, 1992.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2 ed. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 312p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Rio de Janeiro). Manual de Métodos de análise de solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EPAGRI. Sistema de produção para cebola: Santa Catarina (4ª. revisão). Florianópolis, EPAGRI, 2013. 106 p.
- IBGE. Censo agropecuário 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=sc&tema=lavouratemporaria2013>. Acesso em 21 de maio de 2015.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção orgânica. Ciência Rural, 39:1077-1082, 2009.
- LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. & VEZZANI, F. Carbono e nitrogênio adicionados e sua relação com o rendimento do milho e estoques destes elementos no solo em sistemas de manejo. R. Bras. Ci. Solo, 28:175-187, 2004.
- ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. Frações lábeis da matéria orgânica em sistema de cultivo com palha de braquiária e sorgo. Revista Ciência Agronômica, 43: 38-46, 2012.
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 46:1349-1356, 2011.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 174p. 1995.
- ZOTARELLI, L.; ZATORRE, N. P.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S.; FRANCHINI, J. C.; ALVES, B. R. Influence of no-tillage and frequency of a green manure legume in crop rotations for balancing N outputs and preserving soil organic C stocks. Field Crops Research, In Press, Corrected Proof, 2012.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Carbono e frações granulométricas da

Tabela 1 - Valores médios de carbono orgânico total (COT, g kg^{-1}), nitrogênio total (NT, g kg^{-1}) e relação C/N em agregados do solo em sistemas de uso do solo com cultivo de cebola em Ituporanga, SC.

Tratamentos	0-5 cm			5-10 cm			10-20 cm		
	COT	COp	COam	COT	COp	COam	COT	COp	COam
Aveia	34,56b	14,10bc	20,46a	31,92b	11,27b	20,64a	30,56bc	11,21b	19,36a
Centeio	32,61bc	14,60bc	17,94a	31,07b	11,68b	19,38a	29,80bc	10,51b	19,30a
Nabo forrageiro	33,43bc	12,93c	20,50a	31,09b	11,57b	19,51a	29,74c	10,31b	19,24a
Nabo + Centeio	35,16b	14,34bc	20,82a	31,15b	12,35b	18,80a	29,94bc	9,95b	19,99a
Aveia + Nabo	33,39bc	15,14b	18,24a	31,94b	11,33b	20,60a	30,38bc	10,93b	19,45a
Testemunha	33,92bc	14,47bc	19,45a	31,62b	11,27b	20,35a	29,74bc	11,44b	18,30a
SPC	31,59c	13,72bc	17,86a	31,23b	12,71b	18,52a	31,34b	12,23b	19,11a
Mata	69,69a	47,29a	22,40a	61,38a	42,33a	19,05a	55,09a	33,21a	21,88a
CV%	5,23	8,41	13,9	3,48	12,85	9,64	3,90	16,36	9,22

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste t-LSD a 5 %. CV=coeficiente de variação.