



Carbono e Nitrogênio nos Agregados do Solo sob Sistema de Cultivo Mínimo e Convencional de Cebola⁽¹⁾.

Lucas Borges Ferreira⁽²⁾; Arcângelo Loss⁽³⁾; Luiz Henrique dos Santos⁽⁴⁾; Jucinei José Comin⁽⁵⁾; Claudinei Kurtz⁽⁶⁾, Álvaro Luiz Mafra⁽⁷⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq Chamada 306904/2009-8.

⁽²⁾ Estudante do curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, lucasagronomia_ufsc@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Estudante de Pós-graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁵⁾ Professor Titular, Universidade Federal de Santa Catarina ⁽⁶⁾ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Estação Experimental de Ituporanga; ⁽⁷⁾ Professor Associado, Universidade do Estado de Santa Catarina

RESUMO: Os sistemas de manejo adotados para produção de cebola alteram os teores de carbono e nitrogênio nos agregados do solo. O objetivo do trabalho foi avaliar os teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) nos agregados do solo, sob sistema de cultivo mínimo e convencional de cebola no município de Ituporanga, SC. O experimento foi implantado em abril de 2007, e estabelecido oito tratamentos: T1 – sucessão de milho e cebola, T2- rotação comercial e cebola bienal, T3- milho e cebola bienal, T4- milho-mucuna e cebola bienal, T5- gramíneas de cobertura e cebola anual, T6- leguminosas de cobertura e cebola anual, T7- rotação de coberturas e cebola anual, T8- consórcio de cobertura e cebola anual. O tratamento sete, a partir de 2011, passou a ser manejado em sistema de preparo convencional do (SPC) do solo e, os demais sempre foram em sistema de cultivo mínimo (SCM). Após sete anos de experimento, coletaram-se amostras de solo nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm. Os agregados do solo foram separados e nestes quantificados os teores COT, NT e a relação C/N. O SCM aumenta os teores de COT e NT em comparação ao SPC do solo na camada superficial do solo. O uso de leguminosas na rotação centeio-cebola-mucuna incrementa os teores de NT e diminuem a relação C/N do solo. O uso de gramíneas de cobertura e cebola anual aumentam os teores de COT (0-5 cm) e NT (10-20 cm).

Termos de indexação: *Allium cepa*, rotação e consórcio de espécies vegetais, matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa*) é uma espécie da família Amaryllidaceae amplamente utilizada na alimentação humana (Souza & Lorenzi, 2012). Segundo estimativas a produção mundial desta cultura em 2013 foi de 85,79 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2013). No Brasil, a estimativa de produção em 2014 foi de 1,65 milhões de toneladas

de cebola, destacando-se o estado de Santa Catarina como maior produtor nacional, com uma produção estimada de 414 mil toneladas (IBGE, 2015; ACATE, 2014). Neste estado, a produção de cebola destaca-se no município de Ituporanga, sendo o maior produtor nacional da cultura (Menezes Junior et al., 2013; ACATE, 2014).

Em Santa Catarina tradicionalmente utiliza-se o sistema de preparo convencional (SPC) do solo no cultivo da cebola, fato este que culminou com a degradação física dos solos, fazendo com que se buscasse como alternativa de manejo do solo, o sistema de plantio direto (Luciano et al., 2010); além de outras práticas conservacionistas do solo, tais como: cultivo mínimo, rotação de culturas, consórcio de espécies vegetais, adubação verde e plantas de cobertura (Silva et al., 2014; Menezes Junior et al., 2013; Luciano et al., 2010). Estas práticas alteram positivamente as propriedades edáficas (Loss et al., 2009), tal como o incremento dos teores de matéria orgânica do solo (MOS). A MOS afeta a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, a complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, a agregação, a infiltração, a retenção de água, a aeração e a atividade e biomassa microbiana do solo (Pereira et al., 2013).

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar os teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) nos agregados do solo sob sistema de cultivo mínimo e convencional de cebola no município de Ituporanga, SC.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um experimento implantado no mês de abril de 2007, em Cambissolo Húmico Distrófico, no município de Ituporanga, SC, na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) (S 27° 24' 52" e W 49° 36' 9", 475 m de altitude). O clima é do tipo mesotérmico úmido com verões quentes, Cfa.



O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, compreendendo oito tratamentos com cinco repetições, totalizando 40 parcelas. A dimensão das parcelas foi de 8,7 m² cada e constituídas de sete linhas de plantio com 30 plantas de cebola.

Os tratamentos abrangeram sistemas de cultivo para a cultura da cebola, baseados em diferentes coberturas do solo utilizadas para produção de palha no sistema de cultivo mínimo. Na implantação do experimento foi semeada a cobertura de aveia/ervilhaca/nabo e, posteriormente foram implantados os seguintes tratamentos, conforme constam na **Tabela 1**.

A área de implantação do experimento vem sendo cultivada em sistema de produção conservacionista desde 1995, quando foi realizada a última correção do solo e elevou-se o pH para 6,0. Desde então, os cultivos manejados no local de instalação do experimento estão sob cultivo mínimo, sem intervenções de preparo, e a partir de 2011 o tratamento sete passou a ser manejado sob cultivo convencional (**Tabela 1**). As espécies utilizadas para a cobertura do solo são plantas comerciais frequentemente cultivadas na região, com boa adaptação, com facilidade de encontrar sementes no mercado, de fácil manejo e com boa produção de matéria seca.

As adubações realizadas durante o período experimental ocorreram somente nos períodos de cultivo de cebola e milho. Para a cebola, a adubação foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O, e 75 kg ha⁻¹ de N, sendo a aplicação de P e K realizadas nos plantios de cebola e a de N feita com 15 kg ha⁻¹ no plantio e o restante em cobertura aos 45, 65 e 85 dias após o transplante das mudas de cebola. Este sistema foi adotado todos os anos apenas nas safras com a cultura da cebola. Com relação ao fósforo, como os teores estavam muito altos na safra 2010, utilizou-se somente adubação com 50 kg ha⁻¹ de P e nas safras seguintes 80 kg ha⁻¹. Para a cultura do milho não foi realizada adubação com P e K devido aos valores altos destes nutrientes. Foram realizadas adubações nitrogenadas em cobertura com 90 kg ha⁻¹ de N - fonte: ureia, quando o milho tinha entre seis e oito folhas.

Em agosto de 2014, sete anos após a implantação do experimento, foram coletadas amostras indeformadas de solo. Para tal, procedeu-se a abertura de uma mini-trincheira de 40 x 40 x 40 cm nas parcelas e coletaram-se as amostras indeformadas de solo nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, utilizando-se uma pá de corte e em seguida as amostras foram devidamente

acondicionadas em sacos plásticos.

As amostras de solo foram encaminhadas ao Laboratório de Manejo e Classificação de Solos da Universidade Federal de Santa Catarina. Neste, as amostras foram secas ao ar e destorroadas manualmente, seguindo fendas ou pontos de fraqueza, e peneiradas em um conjunto de peneiras de malha 8,00 mm e 4,00 mm para obtenção dos agregados do solo, conforme Embrapa (1997). Estes agregados foram moídos e passados em malha de 2,00 mm, obtendo-se a TFSA (Terra Fina Seca ao Ar), para em seguida se determinar os teores de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) contido nos agregados através da metodologia de Tedesco et al. (1995).

Com os resultados de COT e NT, calculou-se a relação C/N. Todos os dados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e, quando os valores foram significativos, foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade por meio do Software Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na profundidade de 0-5 cm, em relação ao COT, os tratamentos cinco e sete apresentaram, respectivamente, os maiores e menores teores, sendo nos demais tratamentos verificados teores intermediários entre esses. Para o NT, o tratamento seis apresentou o maior teor, seguido pelos tratamentos dois, três e cinco, sendo o menor teor de NT também verificado no tratamento sete. Para a relação C/N, os maiores valores foram observados nos tratamentos sete e oito, já menores valores foram verificados nos tratamentos dois e seis (**Tabela 2**).

Na profundidade de 5-10 cm, em relação ao COT, o tratamento quatro apresentou o maior valor, seguido pelos tratamentos dois, três e cinco, e os tratamentos um, seis, sete e oito, verificaram-se os menores valores. Para o NT não foram verificadas diferenças entre os tratamentos. Já para a relação C/N, os tratamentos um e quatro diferiram dos demais, apresentando os maiores valores. Na profundidade de 10-20 cm, não foram verificadas diferenças par ao COT e a relação C/N. Para o NT, os tratamentos um, cinco e seis apresentaram os maiores valores em comparação aos demais (**Tabela 2**).

Os menores valores de COT e NT no tratamento sete (0-5 cm) estão associados ao SPC do solo, no qual se tem o rompimento dos agregados do solo e também a fragmentação e posterior incorporação dos resíduos vegetais deixados na superfície do solo para as camadas mais profundas (5-10 e 10-20



cm). Dessa forma, o COT e NT que estavam protegidos no interior dos agregados são expostos ao ataque dos microorganismos, acelerando a sua decomposição, com posterior decréscimo dos seus teores. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2014) que, ao avaliarem num Cambissolo os efeitos de diferentes sistemas de cultivo de cebola nos teores de COT e NT na camada de 0-10 cm do solo, concluíram que os valores de COT e NT do SPC foram inferiores aos outros sistemas.

Nos demais tratamentos em SCM tem-se a manutenção constante dos resíduos vegetais na superfície do solo, o que favorece a manutenção e o incremento dos teores de COT e, conseqüentemente, interferem positivamente nos níveis de NT (Silva et al., 2014; Loss et al., 2009). A ausência de diferença nos teores de COT (10-20 cm) e NT (5-10 cm) entre os tratamentos em SCM e SPC pode ser devido ao fato de que no SPC, o revolvimento do solo faz uma inversão das camadas de solo, incorporando assim a camada superficial, que apresenta maiores teores de MOS, para as camadas mais profundas do solo, e com isso se altera os teores de NT e COT no perfil do solo, que se assemelham aos encontrados nos tratamentos em SCM (Tabela 2).

Os maiores valores de NT e menores de relação C/N no tratamento seis, rotação centeio-cebola-mucuna, na camada de 0- 5 cm, são decorrentes do uso da mucuna, que por ser uma leguminosa, realiza a Fixação Biológica do Nitrogênio (FBN) e, por conseqüência, seus resíduos vegetais apresentam altos teores de nitrogênio, acarretando em menor relação C/N. Na camada de 10-20 cm, além do tratamento seis, os maiores valores de NT dos tratamentos um e cinco podem ser devidos a maior e melhor exploração do solo via sistema radicular fasciculado das gramíneas (milho e milheto), incrementando os teores de NT no solo via rizodeposição.

CONCLUSÕES

O sistema de cultivo mínimo (SCM) aumenta os teores de COT e NT em comparação ao sistema de preparo convencional (SPC) do solo na camada superficial do solo.

O uso de espécies vegetais leguminosas na rotação centeio-cebola-mucuna incrementa os teores de NT e diminuem a relação C/N do solo.

O uso de espécies vegetais gramíneas de cobertura e cebola anual aumentam os teores de COT (0-5 cm) e NT (10-20 cm).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS DE TECNOLOGIA - ACATE. Agronegócio e tecnologia. Santa Catarina. Anuário 2014, 96p. Disponível em: <http://www.acate.com.br/sites/default/files/anuarioacate_0.pdf>. Acesso em 15 ago. 2014.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (Embrapa-CNPq. Documentos, 1).

FAOSTAT. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Área colhida, rendimento e produção mundial da cultura da cebola. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>>. Acesso em 09 fev. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2015. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/spa_201503.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/spa_201503.pdf)>. Acesso em 12 maio 2015.

LOSS, A. et al. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 44, n. 1, p. 68-75, 2009.

LUCIANO, R. V. et al. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. Revista de Ciências Agrovetenárias, v. 9, n. 1, p. 9-19, 2010.

MENEZES JUNIOR, F. O. G. et al. (Coord.). Sistema de produção para a cebola: Santa Catarina. 4. ed. rev. Florianópolis: EPAGRI, 2013. 106 p. (Sistemas de produção; nº 46).

PEREIRA, M. F. S. et al. Ciclagem do carbono do solo nos sistemas de plantio direto e convencional. Revista Agropecuária Científica no Semiárido, v. 9, n. 2, p. 21-32, 2013.

SILVA, A. L. et al. Carbono e nitrogênio microbiano em sistemas de cultivo de cebola em um Cambissolo Húmico. Revista de Ciências Agrovetenárias, v. 13, n. 2, p. 142-150, 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2012. 768 p.

TEDESCO, M.J. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).



Tabela 1. Tratamentos implantados na rotação de culturas para cultivo de cebola sob manejo conservacionista do solo, de 2007 a 2014, Ituporanga, SC.

Trat.	2007		2008			2009		2010				
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão				
T1	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Milho	Pousio	Cebola	Milho	Pousio	Cebola	Milho	Pousio	Cebola	Milho	
T2	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Milho	Aveia+ Nabo+ Centeio	Cebola	Girassol	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Feijão	Centeio+ Nabo	Cebola	Milho		
T3	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Milho	Aveia+ Nabo	Cebola	Milho Safrinha	Ervilhaca	Milho	Centeio	Cebola	Milho		
T4	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Milho	Aveia+ Nabo+ Centeio	Cebola	Mucuna	Centeio	Milho	Nabo	Cebola	Mucuna		
T5	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Cebola	Milheto	Nabo	Cebola	Milheto	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Milho	Cevada	Cebola	Milheto	
T6	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Cebola	Feijão Porco	Centeio	Cebola	Mucuna	Cebola	Mucuna	Centeio	Cebola	Mucuna	
T7	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Cebola	Feijão Porco+ Milheto	Aveia	Cebola	Crotalária	Centeio	Milho	Aveia	Cebola	Crotalária	
T8	Aveia+ Ervilhaca+ Nabo	Cebola	Girassol	Aveia+ Centeio	Cebola	Girassol+ Mucuna+ Milheto	Ervilhaca	Milho	Centeio+ Aveia+ Nabo	Cebola	Milheto+ Mucuna+ Girassol	
Trat.	2011		2012			2013		2014				
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão				
T1	Pousio	Cebola	Milho	Pousio	Cebola	Milho	Pousio	Cebola	Milho	Pousio	Cebola	Milho
T2	Ervilhaca	Milho	Centeio+ Nabo	Cebola	Milho	Nabo+ Centeio	Feijão	Ervilhaca	Milho			
T3	Centeio	Cebola	Milho	Aveia	Cebola	Milho	Centeio	Cebola	Milho	Centeio	Cebola	Milho
T4	Cebola	Mucuna	Cebola	Mucuna	Cebola	Mucuna	Cebola	Mucuna	Cebola	Mucuna		
T5	Centeio	Cebola	Milheto	Aveia	Cebola	Centeio	Centeio	Cebola	Milheto	Centeio	Cebola	Milheto
T6	Centeio	Cebola	Mucuna	Centeio	Cebola	Centeio	Centeio	Cebola	Mucuna	Centeio	Cebola	Mucuna
T7	Pousio	Cebola	Milho	Pousio	Cebola	Milho	Pousio	Cebola	Milho	Pousio	Cebola	Milho
T8	Pousio	Cebola	Milheto+ Mucuna+ Girassol	Pousio	Cebola	Milheto+ Mucuna+ Girassol	Pousio	Cebola	Milheto+ Mucuna+ Girassol	Pousio	Cebola	Milheto+ Mucuna+ Girassol

Espécies vegetais: aveia preta (*Avena strigosa*), cebola (*Allium cepa* L.), centeio (*Secale cereale* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.), milheto (*Pennisetum americanum* L.), mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.).

Tabela 2 - 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	COT	NT	C/N	COT	NT	C/N	COT	NT	C/N
	0-5 cm			5-10 cm			10-20 cm		
T1	55,89b	2,47c	22,71b	53,09c	1,77a	29,98a	50,30a	1,62a	31,09a
T2	57,13b	2,77b	20,62c	53,57b	1,92a	27,88b	49,95a	1,50b	33,35a
T3	56,44b	2,62b	21,58b	53,85b	1,87a	28,79b	51,30a	1,47b	34,92a
T4	57,05b	2,55c	22,47b	56,19a	1,85a	30,40a	50,04a	1,37b	36,62a
T5	59,55a	2,70b	22,09b	54,03b	1,95a	27,74b	50,91a	1,53a	33,46a
T6	57,41b	3,07a	18,81c	51,54c	1,87a	27,52b	51,61a	1,60a	32,34a
T7	53,17c	2,05d	25,98a	52,63c	1,92a	27,38b	50,87a	1,47b	34,51a
T8	56,90b	2,40c	23,88a	51,62c	1,82a	28,34b	51,09a	1,40b	36,62a
CV%	1,86	7,87	7,54	1,95	4,68	4,98	2,66	6,36	7,00

⁽¹⁾Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 %. CV=coeficiente de variação. T1 – sucessão de milho e cebola, T2- rotação comercial e cebola bienal, T3- milho e cebola bienal, T4- milho-mucuna e cebola bienal, T5- gramíneas de cobertura e cebola anual, T6- leguminosas de cobertura e cebola anual, T7- rotação de coberturas e cebola anual, T8- consórcio de cobertura e cebola anual.