



Índice de Agregação e Distribuição de Agregados por Diâmetro em Sistema de Cultivo Mínimo e Convencional da Cebola⁽¹⁾

Jucinei José Comin⁽²⁾, Arcângelo Loss⁽³⁾, Leôncio de Paula Koucher⁽⁴⁾, Ludmila Nascimento Machado⁽⁴⁾, Claudinei Kurtz⁽⁵⁾, Álvaro Luiz Mafra⁽⁶⁾

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

⁽²⁾ Professor Titular, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, j.comin@ufsc.br; ⁽³⁾ Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Estudante 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 Associado, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.

RESUMO: O índice e o tamanho dos agregados sofrem influência dos diferentes sistemas de manejo e práticas culturais. O objetivo do trabalho foi avaliar os índices de agregação do solo e a distribuição dos agregados por classes de diâmetro em sistema de cultivo mínimo e convencional da cebola, em Ituporanga, SC. O experimento foi implantado em abril de 2007 com 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 T7, a partir de 2001, passou a ser manejado em sistema de preparo convencional do (SPC) do solo e, os demais sempre foram em sistema de cultivo mínimo (SCM). Foram determinados o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados e a distribuição de macro e microagregados. O SCM aumentou a formação de macroagregados em comparação ao SPC do solo. O T6 acarretou em menores índices de DMP e maiores valores de microagregados (5-10 cm) em comparação aos demais tratamentos sob SCM.

Termos para indexação: *Allium cepa* L.; plantas de cobertura; estrutura do solo; rotação de culturas.

INTRODUÇÃO

Dentre os sistemas de cultivo da cebola em Santa Catarina, ainda prepondera o sistema de preparo convencional do solo (SPC), que caracteriza-se pelo excessivo revolvimento do solo, sendo na ocasião do plantio realizada uma aração e, posteriormente, destorroamento com enxada rotativa, ocasionando pulverização do solo e, conseqüentemente, a sua degradação física, química e biológica. Para reverter os danos, principalmente físicos, ocasionados pelo SPC, tem-se adotado a técnica do cultivo mínimo e do sistema plantio direto (SPD), sendo para este caso,

denominado de SPD de hortaliças, onde se tem o preparo do solo restrito à linha de plantio.

O cultivo de plantas de cobertura do solo, em sucessão e/ou rotação, pode incrementar os teores de matéria orgânica no solo (MOS), como também pode ser fonte de nutrientes para as plantas, e agente de formação e estabilização dos macro e microagregados do solo (Costa Junior et al., 2012). A estabilidade dos agregados também é influenciada pelas espécies de plantas de cobertura utilizadas (Bronick e Lal, 2005; Loss et al., 2011). Por isso são desenvolvidos estudos para avaliar o efeito das plantas de cobertura, sobretudo em sistema de cultivo mínimo do solo (SPM), principalmente com a cebola, sobre os atributos físicos e químicos do solo (Comin et al., 2014; Oliveira et al., 2013).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os índices de agregação do solo e a distribuição dos agregados por classes de diâmetro em sistema de cultivo mínimo e convencional da cebola, em Ituporanga, SC.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em abril de 2007, no município de Ituporanga, Santa Catarina, 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 solo foi classificado como Cambissolo Húmico (Embrapa, 2013). O clima é do tipo mesotérmico úmido com verões quentes, Cfa, segundo a classificação de Köppen.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, compreendendo oito tratamentos com cinco repetições, em 40 parcelas. A dimensão das parcelas foi de 8,7 m², sendo cada uma era constituída de sete linhas de plantio com 30 plantas de cebola. Os tratamentos abrangeram sistemas de cultivo para cultura da cebola, baseados em diferentes coberturas do solo utilizadas para



produção de matéria seca no sistema de cultivo mínimo.

Na implantação do experimento foi semeada a cobertura de aveia-ervilhaca-nabo e, posteriormente foram implantados os seguintes tratamentos: T1 - milho e cebola (*sucessão*); T2 - milho, aveia-nabo-centeio, cebola, girassol, aveia-nabo-ervilhaca, feijão, centeio-nabo, cebola, milho, ervilhaca, milho, nabo-centeio, cebola, milho (*rotação comercial e cebola bienal*); T3 - milho, aveia-nabo, cebola, milho, ervilhaca, milho, centeio, cebola, milho, centeio, cebola, milho, aveia, milho (*milho e cebola bienal*); T4 - milho, aveia-nabo-centeio, cebola, mucuna, centeio, milho, nabo, cebola, mucuna, cebola, mucuna, mucuna (*milho-mucuna e cebola bienal*); T5 - cebola, milheto, nabo, cebola, milheto e aveia-nabo-ervilhaca, milho, cevada, cebola, milheto, centeio, cebola, milheto, aveia, cebola, milheto (*gramíneas de cobertura e cebola anual*); T6 - cebola, feijão de porco, centeio, cebola, mucuna, centeio, cebola, mucuna, centeio e cebola, mucuna, centeio, cebola, mucuna, centeio, cebola, mucuna (*leguminosas de cobertura e cebola anual*); T7 - cebola, milheto-feijão de porco, aveia, cebola, crotalaria e centeio, milho, aveia, cebola, crotalaria, cebola, milho, cebola, milho (*rotação de coberturas e cebola anual*); e T8 - cebola, girassol, aveia-centeio, cebola, girassol-mucuna-milheto, ervilhaca, milho, centeio-nabo-aveia, cebola, milheto-mucuna-girassol, cebola, milheto-mucuna-girassol, cebola, milheto-mucuna-girassol (*consórcio de cobertura e cebola anual*).

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 sistema de cultivo mínimo (SCM), sem intervenções de preparo, e a partir de 2011 o T7 passou a ser manejado sob sistema de preparo convencional (SPC).

Em agosto de 2014, sete anos após a implantação do experimento, foram coletadas amostras indeformadas de solo, abrindo-se uma trincheira de 40 x 40 x 40 cm nas parcelas nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. As amostras de solo foram secas ao ar e, em seguida, destorroadas manualmente, seguindo fendas ou pontos de fraqueza, e passadas em um conjunto de peneiras de malha 8,00 mm e 4,00 mm para obtenção dos agregados do solo (Embrapa, 1997). Dos agregados retidos na peneira de 4,00 mm, pesaram-se 25 g que foram transferidos para uma peneira de 2,00 mm, que compõe um conjunto de peneiras com diâmetro de malha decrescente, a saber: 2,00; 1,00; 0,50; 0,25 e 0,105 mm (Embrapa, 1997). Os agregados inicialmente colocados na peneira de

2,00 mm foram umedecidos com borrifador de água, e posteriormente o conjunto de peneiras foi submetido à tamisação vertical via úmida por 15 minutos no aparelho de Yoder. Transcorrido esse tempo, o material retido em cada peneira foi retirado, separado com jato d'água, colocado em placas de pétri e levado à estufa até a obtenção de massa seca constante. A partir da massa de agregados foram calculados o diâmetro médio ponderado (DMP) de agregados (Embrapa, 1997). Ainda, com a massa dos agregados avaliou-se a sua distribuição nas seguintes classes de diâmetro médio, conforme Costa Junior et al. (2012): $\varnothing \geq 2,0$ mm (macroagregados) e $\varnothing < 0,25$ mm (microagregados).

Os resultados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos dados por meio dos testes de Lilliefors e Cochran, respectivamente. Posteriormente, foi analisado como delineamento em blocos casualizados, com oito tratamentos e cinco repetições cada. Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios, quando significativos, comparados entre si pelo teste Skott-knott a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o índice de agregação, DMP, nas camadas de 0-5 e 10-20 cm, não foram constatadas diferenças entre os tratamentos. Na camada de 5-10 cm, os menores índices de DMP foram encontrados no T6 (cultivo de leguminosas de cobertura-cebola anual) e T7 (rotação de plantas de coberturas e cebola anual), com menores valores de DMP no T7 em comparação aos demais tratamentos (Tabela 1). No T7, o menor valor de DMP é decorrente da substituição do cultivo mínimo (2007 a 2010) pelo SPC a partir de 2011. Estas práticas ocasionam a ruptura dos agregados de maior tamanho em agregados menores na profundidade de 5-10 cm (Tabela 1). Assim, tem-se aumento da atividade microbiana e maior taxa de decomposição da matéria orgânica, com ênfase na diminuição da matéria orgânica particulada (MOP), que é considerada uma fração relativamente sensível às práticas de manejo e responsável por formar pontes de nucleação entre os agregados, contribuindo para a formação de microagregados no interior de macroagregados (Golchin et al., 1994). Com a exposição e decomposição da MOP que estava protegida fisicamente no interior dos agregados tem-se a perda de estabilidade dos macroagregados, e, conseqüentemente, aumento dos microagregados (Oades, 1984), culminando em menores índices de DMP.

No T6, os menores valores de DMP, assim como os maiores valores de microagregados (5-10 cm)



em comparação aos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 8, podem ser decorrentes do uso exclusivo de leguminosas para cobertura do solo em relação aos demais tratamentos. As espécies de plantas de cobertura da família das gramíneas, que apresentam sistema radicular fasciculado e renovado constantemente, são mais eficientes em aumentar e manter a estabilidade de agregados em comparação às leguminosas. Estas, por sua vez têm sistema radicular pivotante e incrementam o conteúdo de nitrogênio do solo (Coutinho et al., 2010).

Comin et al. (2014), em trabalho realizado no mesmo tipo de solo do presente experimento, avaliaram o DMP dos agregados do solo cultivado com cebola em sistema plantio direto de hortaliças (SPDH) e SPC, comparado a uma área de floresta secundária adjacente, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 cm e verificaram menores índices de DMP e maiores massas de microagregados no SPC, e maiores índices de DMP e macroagregados nos tratamentos com plantas de coberturas no SPDH.

Em relação à distribuição da massa dos agregados estáveis em água, os tratamentos 1, 4 e 7, a 0-5 cm, e apenas o T7, a 5-10 cm, apresentaram os menores valores de macroagregados. Esses resultados indicam que devido o T1 ser sucessão de milho-cebola e não usar plantas de cobertura, tem-se menores aportes de biomassa no solo e menor exploração do solo via diferentes sistemas radiculares, o que pode refletir em menores quantidades de matéria orgânica quando comparado com os demais tratamentos. Dessa forma, no T1, principalmente no inverno, com o pousio, o solo fica mais exposto às gotas de chuva, e com isso, os agregados podem ser rompidos mais facilmente frente às condições ambientais.

Quanto ao T 4 (milho-mucuna e cebola bienal), o uso da mucuna, ainda que em se tratando de uma leguminosa que produz grande quantidade de matéria seca, não foi eficiente para a formação e estabilidade de macroagregados na camada de 0-5 cm. Este fato pode ser decorrente de sua baixa relação C/N (Sodré Filho et al., 2004), que implica em uma decomposição dos resíduos vegetais mais acelerada, deixando o solo descoberto mais rapidamente, expondo-o a fatores erosivos.

Na camada de 5-10 cm, o menor valor para massa de macroagregados foi encontrado no T7, devido ao uso do SPC, que, embora há apenas três anos, observa-se a menor estabilidade de agregados $\geq 2,0$ mm. Em contrapartida, os demais tratamentos não apresentaram diferenças entre si, devido ao revolvimento mínimo do solo, evidenciando a capacidade do sistema de manter e/ou aumentar a agregação do solo, principalmente

nas camadas mais superficiais. Os maiores valores de macroagregados na camada mais superficial (0-5 cm), sobretudo nos tratamentos com plantas de cobertura, estão relacionados ao maior aporte de matéria orgânica nessa camada do que nas demais, adicionada principalmente pelas raízes das culturas, o que cria condições mais propícias à formação e posterior estabilização de macroagregados. Os sistemas agrícolas que favorecem a agregação do solo são aqueles que cultivam plantas intensamente, de preferência de espécies diferentes, sem o revolvimento do solo (Vezzani e Mielniczuk, 2009).

Os maiores valores de massa de microagregados na camada de 0-5 cm foram encontrados nos tratamentos 1, 4, 5 e 7. Na camada de 5-10 cm, os T7 e T6 apresentaram os maiores valores de massa de microagregados, respectivamente, evidenciando que o SCM com leguminosas de cobertura-cebola anual (T6) se assemelha ao SPC nessa profundidade para o atributo avaliado. A estabilidade dos agregados do solo tende a aumentar mais em solos sob gramíneas do que em solos sob leguminosas (Coutinho et al., 2010).

Na camada de 10-20 cm não foram verificadas diferenças entre os tratamentos para nenhum dos atributos avaliados, indicando que o efeito do sistema de manejo empregado, assim como as espécies utilizadas e o arranjo temporal destas, se expressa mais nas camadas superficiais.

CONCLUSÕES

O cultivo de diferentes espécies de plantas de cobertura em rotação, consórcio ou sucessão de culturas não alterou o DMP dos agregados nas camadas de 0-5 e 10-20 cm ao longo de 7 anos de cultivo. O sistema de cultivo mínimo aumentou a formação de macroagregados em comparação ao sistema de preparo convencional do solo. O tratamento com leguminosas de cobertura e cebola anual em sistema de cultivo mínimo acarretou em menores índices de DMP e maiores valores de microagregados (5-10 cm) em comparação aos demais tratamentos em sistema de preparo convencional do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro relacionado à Chamada MCTI/MAPA/MDA/MEC/MPA/CNPq Nº 81/2013.

REFERÊNCIAS

BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. *Geoderma*, v. 124, n. 1-2, p. 3-22, 2005.



- COMIN, J. J.; LOSS, A.; BASSO, A. B.; OLIVEIRA, B. S.; KOUCHER, L. DE P.; OLIVEIRA, R. A. DE. LIMA, J. W. C. Carbono orgânico e índices de agregação do solo em sistema plantio direto agroecológico da cebola. FERTBIO, 2014. Araxá. Fertilidade e biologia do solo: integração e tecnologia para todos. 2014.
- COSTA JUNIOR, C.; PÍCCOLO, M. DE C.; SIQUEIRA NETO, M.; CAMARGO, P.B; CERRI, C.C; BERNOUX, M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no Bioma Cerrado. R. Bras. Ci. Solo, Vol. 36:1311-1321, 2012.
- COUTINHO, F. S.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; RODRIGUES JÚNIOR, D.J & TORRES, J. L. R. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto, Uberaba, MG. Com. Sci., 1:100-105, 2010.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013. 353p.
- GOLCHIN, A.; OADES, J.M.; SKJEMSTAD, J.O. & CLARKE, P. Soil-structure and carbon cycling. Aust. J. Soil Res., 32:1043-1068, 1994.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, 2013. v.26, 83p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301.pdf>. Acesso em 23 abr. 2013.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIACOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 46, p. 1269-1276, 2011.
- MATOS, E. DA S; MENDONÇA, E. DE S; LEITE, L.F.C; GALVÃO, J.C.C. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. Pesq. agropec. bras., Brasília, Vol.43, n.9, 1221-1230, set. 2008.
- OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. Plant Soil, 76:319-337, 1984.
- OLIVEIRA, R. A. de; BASSO, A., COMIN, J. J.; KURTZ, C., BRUNETTO, G., LOVATO, P. E. PICCOLI, J. H. Monitoramento da fertilidade num Cambissolo sob plantio direto de cebola em Santa Catarina. Cadernos de Agroecologia,8(2). 2013.
- SODRÉ FILHO, J., CARDOSO, A. N., CARMONA, R., &CARVALHO, A. M. D. (2004). Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39(4), 327-334.
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.743-755, 2009.

Tabela 1. Diâmetro médio ponderado DMP (mm) e distribuição dos macro e microagregados nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm em sistema de cultivo mínimo e convencional de cebola em Ituporanga, SC.

Tratamentos	0 – 5 cm			5 – 10 cm			10 – 20 cm		
	DMP	Macro	Micro	DMP	Macro	Micro	DMP	Macro	Micro
T1	4,81a	20,51b	0,24a	4,84a	21,35a	0,06c	4,54a	19,82a	0,11a
T2	4,84a	21,60a	0,07b	4,70a	21,74a	0,06c	4,55a	20,40a	0,08a
T3	4,87a	21,60a	0,09b	4,77a	21,14a	0,07c	4,33a	18,46a	0,16a
T4	4,76a	20,78b	0,22a	4,71a	20,53a	0,15c	4,19a	18,20a	0,23a
T5	4,73a	21,47a	0,17a	4,83a	21,29a	0,06c	4,48a	19,49a	0,18a
T6	4,75a	21,17a	0,10b	4,51b	20,25a	0,27b	4,07a	17,30a	0,32a
T7	4,63a	19,74b	0,26a	4,18c	17,09b	0,47a	4,28a	18,48a	0,19a
T8	4,86a	21,62a	0,08b	4,83a	21,48a	0,05c	4,36a	18,43a	0,19a
CV(%)	3,27	3,16	3,17	4,53	4,25	43,19	7,82	8,96	46,35

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.