

VARIAÇÃO DA AGREGAÇÃO INDUZIDA POR PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO NO INVERNO E PLANTIO DIRETO DE MILHO EM UM SOLO PODZÓLICO

VARIATION IN AGGREGATION INDUCED BY WINTER COVER CROPS AND CORN NO-TILLAGE IN A HAPLUDALF

Claudir José Basso¹ Dalvan José Reinert²

RESUMO

Com objetivo de avaliar o efeito da cobertura do solo no inverno por diferentes plantas sobre a estabilidade de agregados estáveis em água, desenvolveu-se um experimento de maio/93 a maio/95, em solo Podzólico vermelho-amarelo (PV) da área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria. Os tratamentos constaram das seguintes plantas de cobertura de solo no inverno: ervilha forrageira (*Pisum arvensis*), ervilhaca (*Vicia sativa* L.), chícharo (*Lathyrus sativus* L.), azevém (*Lolium multiflorum* Lam), tremoço azul (*Lupinus angustifolius* Lam.), aveia preta (*Avena strigosa* Shieb) e pousio invernal. As coletas de amostras do solo para as análises da estabilidade de agregados foram feitas a 5cm de profundidade e em quatro épocas: florescimento das plantas de cobertura de solo, logo após a semeadura do milho, florescimento e colheita do milho. No primeiro ano de avaliação (93/94), quarto ano de execução do experimento, verificou-se uma superioridade da aveia preta em relação ao tremoço, ervilhaca, chícharo e ervilha forrageira, durante o ciclo vegetativo das plantas de cobertura de inverno, já no ano agrícola 94/95 não houve grandes diferenças na estabilidade estrutural entre os tratamentos.

Palavras-chave: estabilidade de agregados, plantas de cobertura, plantio direto.

SUMMARY

A field study was carried out from May of 1993 to May of 1995 at Federal University of Santa Maria campus at the Soil Science Department experimental area, using an experiment installed on a typic Hapludalf (yellow-red podzolic) since 1989. The objectives were to evaluate the impact of some winter cover

crops on water aggregate stability after four and five year of no-tillage system. The cover crops used were: forage pea (*Pisum arvensis*), common vetch (*Vicia sativa*), wild winter pea (*Lathyrus sativus*), ryegrass (*Lolium multiflorum* lam), blue lupine (*Lupinus angustifolius*) and black oat (*Avena strigosa*). The fallow was used as a control treatment. Soil samples to measure aggregate stability were extracted from 0 to 5cm depth at four dates of each year: (1st) - cover crops at flowering; (2nd) - after corn emergency; (3rd) - corn tasseling and; (4th) - corn harvesting. In 1993/94) growing season the treatment with black oat cover crop induced higher water aggregate stability than other cover crops. However, for the following year all cover crops improved the aggregate stability to a level wich was not observed significant difference among then.

Key words: aggregate stability, cover crops, no-tillage

INTRODUÇÃO

Práticas que envolvem manejo de solo e das culturas induzem alterações nas propriedades do solo, principalmente na sua estrutura. A degradação da estrutura do solo causa perda das condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal e predispõe ao aumento da erosão hídrica. Sistemas de manejo do solo e de culturas amenizam esses problemas e contribuem para melhorar a estrutura.

No RS, mais de seis milhões de hectares são ocupados no verão com cultivos de soja, arroz, milho e feijão, ao passo que, no inverno, menos de

¹ Aluno do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), bolsista de Iniciação Científica do CNPq (PIBIC-UFSM).

² Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor Titular do Departamento de Solos, CCR, UFSM, 97105-900 Santa Maria, RS. Autor para correspondência.

um (1) milhão de hectares são cultivados com cereais (trigo, aveia, cevada, triticale e centeio), ocasionando grande ociosidade de terras durante o inverno. O uso de plantas de cobertura de solo no inverno tem mostrado efeito benéfico na conservação do solo, diminuindo os efeitos nocivos da erosão. Segundo Wünsche & Denardim, *apud* MONEGAT (1991), o impacto da gota de chuva em um solo sem proteção é responsável por 95% da erosão hídrica, sendo que a crosta formada na superfície tem um efeito maior na redução da infiltração de água do que o tipo de solo e a declividade do terreno.

Estudando vários sistemas de culturas quanto à estabilidade de agregados, PALADINI & MIELNICZUK (1991) observaram que o sistema pousio/milho apresentou apenas 7,41% dos agregados na classe > 2,00mm, enquanto que o campo nativo, mantido em condição natural, obteve 37,61% de agregados na mesma classe. Os sistemas com gramíneas anuais (aveia, milho) e leguminosas anuais (trevo, vica e caupi) consorciadas apresentam menor eficiência na agregação do que plantas perenes, devido ao menor tempo de atuação em seus ciclos e menor quantidade de resíduos vegetais produzidos.

Avaliando o efeito da sucessão de culturas em propriedades físicas de um solo da encosta basáltica do RS, NUENBERG *et al.* (1986) concluíram que a estabilidade de agregados foi incrementada pela sucessão de culturas milheto + feijão miúdo/aveia + ervilhaca/milho/aveia + trevo-vermelho e pela sucessão milho/tremoço branco/milho/aveia + trevo-branco + pensacola. Essas sucessões de culturas promovem aumento na quantidade de agregados de solo de maior diâmetro em detrimento dos menores.

A rotação de aveia/soja apresentou maior estabilidade de agregados quando comparada a outras rotações no sistema de plantio direto. Segundo CAMPOS *et al.* (1995), isso se deve à ação do sistema radicular da aveia, enquanto a consorciação de aveia e ervilhaca apresentou o maior índice de estabilidade estrutural no sistema convencional.

O solo, submetido ao cultivo, tende a perder sua estrutura original, pelo fracionamento dos agregados maiores em unidades menores, com conseqüente redução da macroporosidade e aumento da microporosidade e da densidade (CARPENEDO

& MIELNICZUK 1990). Desta forma, sistemas agrícolas que adotem menor ou nenhum revolvimento de solo (plantio direto), juntamente com adição de resíduos, podem deter o declínio da qualidade da estrutura de solos cultivados, bem como promover a recuperação daqueles já degradados.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a estabilidade de agregados em solo sob utilização de plantas de cobertura, no inverno, antecedendo à cultura do milho no sistema plantio direto.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos, no campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS. O solo apresenta características semelhantes às descritas por BRASIL (1973) como Podzólico vermelho-amarelo, textura franco arenosa no horizonte superficial e relevo ondulado. Este trabalho desenvolveu-se de maio de 1993 a maio de 1995, em experimento instalado em 1990. Na instalação, o solo foi preparado pelo sistema convencional, com correção da acidez e teve como tratamentos: plantas de cobertura de solo no inverno e plantio direto de milho no verão. Anualmente, as plantas de cobertura de solo foram semeadas a lanço, sem adubação e as sementes foram incorporadas com uma gradagem. Antecedendo a semeadura do milho, as plantas de cobertura de solo foram manejadas com grade de disco e herbicida no primeiro e segundo ano, respectivamente, provocando assim a interrupção de seu ciclo vegetativo. O milho foi semeado no sistema de plantio direto, com espaçamento de um metro entre linhas, perfazendo uma população aproximada de 45000 plantas ha⁻¹. A adubação N, P e K, na cultura de verão (milho), foi de 250kg ha⁻¹.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela mediu 5 x 5m. Os seis tratamentos utilizados no primeiro ano de avaliação, ano agrícola de 1993/94, foram: ervilha forrageira (*Pisum arvensis*); ervilhaca (*Vicia sativa* L.); chícharo (*Lathyrus sativus* L.); tremoço azul (*Lupinus angustifolius* L.); aveia preta (*Avena strigosa* Schieb) e, pousio invernal. No segundo ano de avaliação, ano agrícola de 1994/95, o tratamento de chícharo (*Lathyrus sativus* L.) foi substituído por azevém (*Lolium multiflorum* Lam) devido a

problemas de doenças e pragas ocorridos no ano anterior.

As amostras de solo para a determinação da estabilidade de agregados foram coletadas a 5cm de profundidade com pá de corte, sendo uma amostra composta por duas subamostras por parcela. Preferencialmente, as coletas foram feitas quando o solo encontrava-se úmido, em estado friável. As coletas, em todos tratamentos, foram feitas em quatro épocas: no florescimento das plantas de cobertura de solo; logo após a semeadura do milho; no florescimento do milho e na colheita do milho. A distribuição do tamanho de agregados estáveis em água foi determinada pelo método descrito por KEMPER e CHEPIL (1965).

Os resultados foram avaliados estatisticamente pela análise da variância, teste Duncan ($p < 0,05$) para comparar média e teste t para obter o intervalo de confiança (IC) para as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano de avaliação (93/94), a aveia preta apresentou maior estabilidade estrutural de agregados no florescimento das plantas de cobertura. (Tabela 1). As gramíneas em longo prazo, apesar de não serem estaticamente diferentes das leguminosas testadas, parecem induzir melhor o estado de agregação. A maior eficiência da aveia preta na recuperação da estabilidade estrutural do solo após longo tempo, segundo TISDALL (1991), pode estar associada a grande densidade de raízes das gramíneas, ao efeito de secamento localizado, maior liberação de exsudatos, grande quantidade de raízes finas e deposição de matéria orgânica no solo, criando assim um ambiente favorável à agregação. Essa superioridade da aveia preta concorda com grande parte da literatura (NOLLA, 1985; REINERT, 1993). Com relação à melhoria da agregação, usando-se plantas de cobertura de solo no inverno, BORGES *et al.* (1996) observaram que as

Tabela 1 - Distribuição do tamanho dos agregados estáveis em água ao longo do primeiro ano de avaliação (1993/94) do efeito de plantas de cobertura de solo no inverno e plantio direto de milho no verão.

Plantas de Inverno	Classes de tamanho de agregados (mm)				
	8-4,7	2-4,7	1-2	0,2-1	<0,2
----- % -----					
Florescimento das plantas de cobertura					
Ervilha forrageira	82,5ab	7,7ab	0,8b	2,7b	6,3ab
Ervilhaca	81,4bc	7,8ab	1,3a	3,5b	6,1ab
Chícharo	76,0c	8,8a	1,6a	5,3a	8,4a
Tremoço azul	83,8ab	7,2ab	0,8b	3,6ab	4,5ab
Aveia preta	88,5a	5,4b	0,8b	2,5b	2,8b
Pousio	84,7ab	6,1b	0,6b	2,1b	6,5ab
após a semeadura do milho -					
Ervilha forrageira	55,1a	15,7ab	3,3ab	10,1b	15,7ab
Ervilhaca	54,2a	14,8ab	4,3a	11,7ab	14,9a
Chícharo	50,6a	16,0ab	3,4ab	12,3a	17,8a
Tremoço azul	55,1a	17,9a	2,8ab	10,4b	13,9a
Aveia preta	57,7a	14,7b	3,0ab	11,2ab	13,4a
Pousio	57,7a	14,2b	2,1b	8,1c	17,8a
florescimento do milho					
Ervilha forrageira	68,4ab	12,7a	1,8a	5,8a	11,2ab
Ervilhaca	69,4ab	10,8a	1,3abc	5,8a	12,5ab
Chícharo	70,4ab	12,0a	1,2abc	4,5a	11,8ab
Tremoço azul	74,5ab	9,8a	1,7ab	5,5a	8,4ab
Aveia preta	75,9a	13,8a	1,1bc	3,8a	5,4b
Pousio	62,6b	11,4a	0,9c	3,9a	21,3a
colheita do milho					
Ervilha forrageira	66,7a	15,8a	1,9a	4,5b	11,1ab
Ervilhaca	59,1b	15,1a	2,1a	8,8a	14,9a
Chícharo	67,2a	12,5a	1,2a	6,8ab	12,3ab
Tremoço azul	68,5a	12,3a	1,7a	5,6b	11,9ab
Aveia preta	71,5a	13,7a	1,1a	3,9b	9,8b
Pousio	66,4a	16,3a	1,1a	4,8b	11,3ab

Médias não seguidas pela mesma letra, para cada época, na vertical, diferem estatisticamente ($p=0,05$) pelo teste de Duncan

leguminosas ocasionaram valores superiores, de diâmetro médio geométrico (DMG), que os das gramíneas, demonstrando maior recuperação de agregação no primeiro ano. No terceiro ano, foi observado o inverso, ou seja, as gramíneas conferiram maior estabilidade estrutural.

A redução da estabilidade estrutural observada após a semeadura do milho está diretamente associada ao efeito de gradagem, executada para o manejo das plantas de cobertura. Esta redução foi em torno de 33% de agregados maiores que 4,76mm, com respectivo aumento das

classes menor que 1mm, ocorrendo em todos os tratamentos.

Os valores de estabilidade estrutural, observados no final do ciclo da cultura de verão, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos nos dois anos avaliados. O incremento da estabilidade de agregados no pousio invernal, em relação aos demais tratamentos, foi atribuído às invasoras que incidiram na área, composto principalmente por gramíneas.

O azevém, substituindo o chícharo, no ano agrícola de 1994/95, apresentou um bom desenvolvimento vegetativo, justificando o aumento na estabilidade de agregados estáveis em água, em relação aos demais tratamentos, com exceção da ervilhaca que não diferiu significativamente (Tabela 2). Já, com as outras espécies, no ano agrícola de 94/95, ocorreram problemas no estabelecimento das plantas de cobertura de solo e no seu desenvolvimento vegetativo, justificando a necessidade de uma rotação de culturas de inverno, ao invés de sucessão de plantas de cobertura de solo. Estudando rotação de culturas e sistema de manejo, ALBUQUERQUE *et al.* (1995) observaram que a rotação diminui a densidade do solo e aumenta a porosidade total, quando comparada à sucessão trigo/soja, indicando dessa forma o efeito benéfico dessa prática sobre a estrutura do solo.

Nas avaliações de estabilidade de agregados realizadas após a semeadura do milho, no ano 1994/95, o DMG não apresentou variação em relação à avaliação realizada no florescimento das plantas de cobertura. Isso se deveu ao emprego de dessecante no manejo das plantas de cobertura, não tendo os efeitos negativos da gradagem verificados no ano anterior.

A estabilidade de agregados observada no florescimento do milho apresentou incremento no DMG de 37% e 38%, respectivamente, no ano de 1993/94 e 1994/95 (Figura 1), quando comparada às avaliações feitas logo após a semeadura do milho. Isso está associado ao desenvolvimento das plantas de milho e invasoras.

Tabela 2 - Distribuição do tamanho dos agregados estáveis em água ao longo do segundo ano de avaliação (1994/95) do efeito de plantas de cobertura de solo no inverno e plantio direto de milho no verão.

Plantas de Cobertura	Classes de tamanho de agregados (mm)				
	8-4,7	2-4,7	1-2	0,2-1	<0,2
	----- % -----				
	florescimento das plantas de cobertura				
Ervilha forrageira	51,6d	15,6ab	2,7bc	13,3b	16,6a
Ervilhaca	63,8b	15,1ab	2,1cd	7,2de	11,6cd
Azevém	67,8a	14,7b	1,7d	6,3e	9,3e
Tremoço azul	46,5e	16,6ab	5,1a	17,0a	14,5b
Aveia preta	59,8c	15,1ab	3,0b	9,6c	12,3c
Pousio	62,1bc	16,9a	2,56c	8,2cd	10,0de
	após a semeadura do milho				
Ervilha forrageira	58,2ab	16,2ab	2,5ab	9,7b	13,1a
Ervilhaca	63,9ab	14,3b	1,8c	6,9d	12,9a
Azevém	60,6ab	18,3a	2,2bc	7,6cd	11,1a
Tremoço azul	56,2b	16,2ab	2,9a	11,8a	12,6a
Aveia preta	62,8ab	17,0ab	2,4ab	7,7bcd	9,8a
Pousio	36,8b	17,8ab	2,5ab	9,3bc	13,3 ^a
	Florescimento do milho				
Ervilha forrageira	68,6b	12,7a	2,1ab	6,8a	9,6ab
Ervilhaca	70,0c	12,1a	2,3a	4,6b	10,8a
Azevém	79,4ab	11,1a	0,2c	2,9c	6,13b
Tremoço azul	78,1ab	10,1a	0,9abc	3,0c	7,6ab
Aveia preta	74,2bc	11,9a	1,3abc	4,4ab	8,1ab
Pousio	81,6b	9,7a	0,5bc	2,2c	5,7b
	colheita do milho				
Ervilha forrageira	67,6a	16,3ab	10,0ab	5,2a	9,7a
Ervilhaca	63,9a	17,7 ^a	1,3a	5,7a	11,2a
Azevém	65,6a	15,4ab	1,0ab	4,2a	13,6a
Tremoço azul	69,3a	14,4b	0,5b	4,9a	10,6a
Aveia preta	62,6a	16,3 ^a	1,3a	5,3a	14,2b
Pousio	71,0a	15,9ab	0,8ab	4,1a	7,9 ^a

Médias seguidas por letra diferente, para cada época, na vertical, diferem estatisticamente ($p=0,05$) pelo teste de Duncan.

CONCLUSÕES

As plantas de cobertura de solo no inverno (ervilha forrageira, ervilhaca, chícharo, tremoço azul, azevém e aveia preta) induzem uma variação temporal da estabilidade estrutural de agregados. Após 4 e 5 anos de cultivo de plantas de cobertura de solo, no inverno, e plantio direto de milho no verão, a estabilidade estrutural é aumentada.

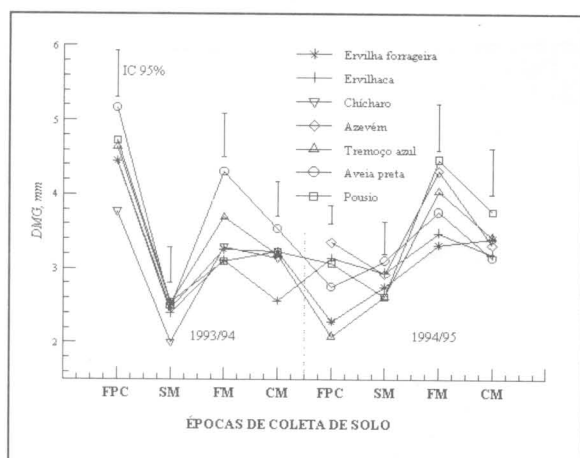


Figura 1 - Variação temporal do diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados e estimativa do intervalo de confiança a 95% (IC), na camada de 0 a 5 cm, sob diferentes plantas de cobertura de solo, no inverno e no verão. FPC - plantio direto de milho no verão; SM - florescimento das plantas de cobertura de solo; FM - florescimento do milho; CM - colheita do milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.A., REINERT, D.J., FIORIN, J.E., *et al.* Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: Efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **R Bras Ci Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 116-120, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife. 1973. 431 p. (Boletim Técnico 30).
- BORGES, D.F., REINERT, D.J., FILHO, A.C. Recuperação da agregação, no terceiro ano, pelo uso de leguminosas e gramíneas em solo podzólico vermelho amarelo. Santa Maria, 1996. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1996. Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996, 4 p. (CD-ROM).
- CAMPOS, B.C., REINERT, D. J., NICOLODI, R. *et al.* Estabilidade estrutural de um latossolo vermelho-escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **R Bras Ci Solo**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 121-126, 1995.
- CARPENEDO, V., MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de latossolos roxos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **R Bras Ci Solo**, Campinas, v. 14, p. 99-105, 1990.
- KEMPER, W.D., CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregate. In: BLACK, C.A. **Methods of soil analysis**. Part 1. Madison, 1965. p. 499-509.
- MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó, ed do autor, 1991. 337 p.
- NOLLA, D. **Efeito de diferentes usos agrícolas sobre algumas propriedades físicas do solo**. Santa Maria- RS. 130 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. 1985.
- NUENBERGER, J.N., STAMMEL, G.J., CABEDA, M.S.V. Efeito de sucessão de culturas e tipo de adubação em características físicas de um solo de encosta basáltica Sul-Rio-Grandense. **R Bras Ci Solo**, Campinas 10: 185-190, 1986.
- PALADINI, S.L.F., MIELNICZUK, J. Distribuição de tamanho de agregados de um solo podzólico vermelho-escuro afetados por sistemas de culturas. **R Bras Ci Solo**. Campinas. v. 15, p. 135 - 140, 1991.
- REINERT, D.J. **Recuperação da agregação pelo uso de leguminosas e gramíneas em solo Podzólico vermelho amarelo**. Santa Maria – RS, 62 p. Dissertação (Professor Titular) - Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, 1993.
- TISDALL, J.M. Fungal hyphae and structural stability of soil. **Australian Journal of Soil Research**, East Melbourne, v. 29 n. 6, p. 729-743. 1991.