

Atributos físicos do solo em formas de semeadura da pastagem de inverno associadas a intervalos entre pastejos⁽¹⁾.

Milton da Veiga⁽²⁾; Carla Maria Pandolfo⁽³⁾; Alvadi Antônio Balbinot Junior⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de projeto FAPESC/Jovem Doutor e CNPq/Repensa.

⁽²⁾ Pesquisador; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; Campos Novos, Santa Catarina; milveiga@epagri.sc.gov.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Soja.

RESUMO: O cultivo de pastagens de inverno em áreas de lavoura e o seu manejo sob pastejo direto pode provocar alterações nos atributos físicos do solo, cuja intensidade depende do grau de mobilização do solo, do intervalo entre pastejos, da carga animal e das condições climáticas. Para estudar esses aspectos, foi conduzido durante quatro anos um experimento com delineamento em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais foram aplicadas duas formas de semeadura da cultura de inverno (semeadura direta e semeadura + gradagem) e, nas subparcelas, quatro intervalos entre pastejos (sem pastejo e pastejo em intervalos de 7, 14 e 28 dias). Amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas logo após a dessecação da pastagem, na camada de 0,00-0,05 m para determinação da condutividade hidráulica saturada e estabilidade de agregados e nas camadas de 0,00-0,05, 0,05-0,10, 0-10-0,15 e 0,15-0,20 m para determinar a densidade e as classes de poros do solo. A semeadura direta da pastagem aumenta a condutividade hidráulica saturada e reduz a densidade do solo em relação à semeadura + gradagem, enquanto o pisoteio aumenta a densidade do solo e reduz a macroporosidade apenas na camada mais superficial do solo, entre 0,00-0,05 m de profundidade. As diferenças nos atributos físicos do solo são maiores entre anos de amostragem do que entre intervalos de entrada dos animais na pastagem.

Termos de indexação: Integração lavoura-pecuária, compactação.

INTRODUÇÃO

Um dos sistemas de produção mais representativos das pequenas e médias propriedades do Sul do Brasil é a integração lavoura-pecuária (SILP), com produção de pastagem para produção de leite no inverno e de grãos ou silagem de milho no verão. Esse sistema resulta na intensificação do uso do solo nas áreas destinadas à produção de culturas anuais e no aumento e diversificação da renda nas propriedades, proporcionando benefícios ecológicos

e econômicos ao sistema (Balbinot Junior et al., 2009). No entanto, o SILP requer manejo adequado, já que o uso da área de lavoura sob pastejo pode ocasionar compactação superficial do solo devido ao pisoteio dos animais e deficiência de cobertura do solo por palha para a implantação da cultura de verão no sistema plantio direto (Nicoloso et al., 2006; Veiga et al., 2010).

Para manejo da pastagem com gado de leite normalmente é utilizado o pastejo rotacionado, que se caracteriza por apresentar elevada carga animal em um curto período de tempo, com intervalo de retorno definido em função do desenvolvimento da pastagem ou mesmo em intervalos fixos de tempo. Esta última forma normalmente é a mais utilizada pelos produtores de leite e geralmente é realizado pastejo intensivo da pastagem, em função da alta carga animal, resultando em pisoteio excessivo e compactação superficial do solo (0 a 10 cm), que é agravada quando o pastejo é realizado com umidade favorável à deformação do solo (Lanzanova et al., 2007; Figueiredo et al., 2009).

O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos de duas formas de semeadura e quatro intervalos entre pastejo sobre os atributos físicos do solo, em quatro anos de avaliação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental da Epagri de Campos Novos, em um Nitossolo Vermelho com textura muito argilosa, utilizando um experimento para estudo do manejo da pastagem de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária implantado em abril de 2009. Foram estudadas duas formas de semeadura da pastagem (semeadura direta e semeadura + gradagem, aplicadas nas parcelas principais com 10 x 20 m) e quatro intervalos entre pastejos (sem pastejo e com pastejo em intervalos de 7, 14 e 28 dias, aplicados em subparcelas com 5 x 10 m). Os tratamentos foram arrançados no delineamento experimental em blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram individualizadas com cerca eletrificada e vacas

leiteiras das raças Jersey e Holandesa foram colocadas na área de entorno do experimento a cada sete dias, tendo livre acesso às parcelas com pastejo programado para aquela data.

A pastagem anual de inverno consistiu de um consórcio de aveia preta + azevém + ervilhaca e as culturas de verão de feijão para produção de grãos ou milho para produção de silagem de planta inteira no verão, cultivados em anos alternados. A semeadura do azevém e da ervilhaca foi realizada a lanço e a da aveia preta com semeadeira para plantio direto, com linhas espaçadas de 0,17 m. A semeadura do milho e do feijão foi realizada com semeadora equipada com disco de corte e sulcador, com profundidade de ação até 0,12 m, em fileiras espaçadas de 0,5 m. Por ocasião da semeadura, foram aplicados 300 kg ha⁻¹ de fertilizante da fórmula 5-20-20 (N-P₂O₅-K₂O) na pastagem e no feijão e da fórmula 8-20-20 no milho. Em cobertura, foram aplicados 300 kg ha⁻¹ de ureia cloretada (32-00-18) na cultura do milho e 150 kg ha⁻¹ de ureia na cultura do feijão.

As amostras de solo para determinação dos atributos físicos foram coletadas em anéis volumétricos com duas dimensões: anéis de 0,05 m de altura e 0,11 m de diâmetro, coletados na camada de 0,00-0,05 m de profundidade, para determinação da condutividade hidráulica saturada e estabilidade de agregados; anéis de 0,05 m de altura e 0,06 m de diâmetro, coletados na camada de 0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m de profundidade, para determinação da densidade e porosidade do solo. As coletas foram realizadas entre 5 e 10 dias após a dessecação da pastagem de inverno para implantação da cultura de verão nos quatro primeiros anos de experimentação (2009-2012) e as análises físicas foram realizadas utilizando-se metodologias de rotina descritas em Veiga (2011).

Foi realizada a análise da variância dos resultados para cada camada individualmente e, quando verificada significância pelo teste F (P<0,05), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implantação da pastagem de inverno através de semeadura direta apresentou maior condutividade hidráulica saturada e diâmetro médio dos agregados secos ao ar e estáveis em água do que com semeadura + gradagem, mas não alterou o índice de estabilidade de agregados na camada de 0,00-0,5m de profundidade (**Tabela 1**). Esse resultado está relacionado com a pulverização superficial do solo promovida pela gradagem que,

por um lado, proporcionou a descontinuidade da macroporosidade e, por outro, a redução do tamanho dos agregados, sem reduzir sua estabilidade. O pisoteio também contribuiu para reduzir a condutividade hidráulica saturada do solo, mais acentuadamente no menor intervalo entre pastejos (07D), independente da forma de implantação da pastagem de inverno. No entanto, não foram observados efeitos do intervalo entre pastejos sobre os índices de agregação e de estabilidade de agregados.

Tabela 1 – Atributos físicos na camada de 0,00-0,05 m de profundidade em duas formas de semeadura das culturas de inverno e quatro intervalos entre pastejos, em um Nitossolo Vermelho (médias de quatro repetições).

Tratamentos	Atributos			
	CHS cm h ⁻¹	DMGsa ----- mm -----	DMGea	IEA
Manejo do solo				
SD	24,9a	1,94a	1,22a	0,622a
SD+G	20,2b	1,85b	1,12b	0,606a
Intervalo entre pastejos				
07D	16,7b	1,90a	1,11a	0,583a
14D	21,8ab	1,89a	1,16a	0,608a
28D	20,9ab	1,90a	1,21a	0,636a
SP	30,9a	1,90a	1,20a	0,630a

CHS: condutividade hidráulica saturada; DMGsa: diâmetro médio geométrico dos agregados secos ao ar; DMGea: diâmetro médio geométrico dos agregados estáveis em água; IEA: índice de estabilidade dos agregados; SD: semeadura direta; G: gradagem; SP: sem pastejo; 07D, 14D e 28D: pastejos em intervalo de 7, 14 e 28 dias, respectivamente.

^{NS}: não significativo; Médias seguidas por letras diferentes dentro de cada fonte de variação na coluna, diferem significativamente entre si (Tukey, P<0,05).

Observaram-se maiores diferenças nos atributos físicos entre anos de amostragem do que entre intervalos entre pastejos (**Tabela 2**), demonstrando que as condições climáticas durante o período em que são realizados os pastejos, e mesmo no momento da coleta do solo, são mais importantes do que a frequência de pisoteio. No que diz respeito aos intervalos entre pastejos, observou-se menor densidade e maior volume de macroporos na camada superficial (0,00-0,05 m) do tratamento sem pastejo, indicando que o pisoteio dos animais promoveu compactação do solo apenas nesta camada.

As diferenças entre anos de amostragem foram observadas na maioria dos atributos e camadas amostradas, não havendo relação com o tempo de aplicação dos tratamentos. Maior densidade do solo

foi observada nas duas camadas superficiais no ano de 2011, que se caracterizou por ser mais chuvoso do que os demais durante o período em que a pastagem foi submetida aos pastejos (**Tabela 3**), condição que favoreceu a compactação superficial pelo pisoteio. O aumento da densidade se refletiu em redução do volume de macroporos ($\varnothing > 0,50 \mu\text{m}$) e aumento do volume de mesoporos ($\varnothing 0,50 - 0,05 \mu\text{m}$), com pouco efeito sobre a porosidade total. A porosidade total foi maior no ano de 2010 nas camadas de 0,05-0,10 e 0,15-0,20 m de profundidade. Nesse mesmo ano o volume de macroporos foi maior até 0,15 m de profundidade, demonstrando que as condições de umidade do solo durante o ciclo de pastejo foram menos favoráveis à compactação. O volume de microporos ($\varnothing < 0,05 \mu\text{m}$) foi alterado somente nas camadas situadas abaixo de 0,10 m de profundidade, sem uma tendência definida entre anos. Assim, pode-se inferir que a compactação promovida pelo pisoteio animal se limita à camada superficial do solo, como também observado por outros autores (Lanzanova et al., 2007; Figueiredo et al., 2009), mas não é persistente, sendo dissipada por ciclos de umedecimento e secagem do solo que ocorrem durante o ciclo da cultura de verão, período em que o solo não é submetido ao pisoteio dos animais.

Tabela 3 – Precipitação total mensal durante os meses de pastejo, nos quatro anos de experimentação.

Meses	Anos			
	2009	2010	2011	2012
	----- mm -----			
Junho	60,4	89,1	182,7	149,8
Julho	282,8	168,1	294,0	210,4
Agosto	236,6	84,3	375,0	0,4
Setembro	497,1	132,4	320,8	95,8
Outubro	179,9	155,8	234,7	208,8
Total	1.256,8	629,7	1.407,2	665,2

CONCLUSÕES

A semeadura direta da pastagem aumenta a condutividade hidráulica saturada e reduz a densidade do solo em relação à semeadura com posterior gradagem.

O pisoteio aumentou a densidade do solo e reduziu a macroporosidade apenas na camada mais superficial do solo, entre 0,00-0,05 m de profundidade.

A variação nas condições climáticas entre anos de amostragem afetam mais os atributos do solo do que os intervalos de entrada dos animais na pastagem.

REFERÊNCIAS

BALBINOT JUNIOR, A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M., PELISSARI, A.; et al. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. *Ciência Rural*, 29:1925-1933, 2009.

FIGUEIREDO, C.C.; SANTOS, G.G.; PEREIRA, S.; NASCIMENTO, J.L.; et al. Propriedades físico-hídricas em Latossolo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13:146-151, 2009.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; et al. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31:1131-1140, 2007.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E. & LOVATO, T. Manejo de pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, 36:1799-1805, 2006.

VEIGA, M.; PANDOLFO, C. & BALBINOT JUNIOR, A.A. Métodos de semeadura, intervalos entre pastejos e adubação nitrogenada da pastagem de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária: I. Atributos físicos do solo. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 8, 2010, Santa Maria. Resumos... Santa Maria: SBCS-NRS, 1:1-6, 2010.

VEIGA, M. Metodologia para coleta de amostras e análises físicas do solo. Florianópolis: Epagri, 2011. 52p. (Epagri. Boletim Técnico, 156)

Figura 1 – Atributos físicos do solo em quatro anos de avaliação, quatro camadas de solo e quatro intervalos entre pastejos em um Nitossolo Vermelho (média de duas formas de semeadura da pastagem de inverno e quatro repetições).

Atributos/ Anos/tratamentos	Camadas, m			
	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,15	0,15-0,20
Densidade do solo, Mg m⁻³				
2009	1,14 ab	1,22 ab	1,26 ^{NS}	1,20 b
2010	1,11 b	1,20 b	1,26	1,25 a
2011	1,18 a	1,27 a	1,25	1,26 a
2012	1,09 b	1,21 b	1,26	1,27 a
07D	1,17 a	1,24 ^{NS}	1,26 ^{NS}	1,25 ^{NS}
14D	1,14 a	1,21	1,26	1,25
28D	1,14 a	1,23	1,26	1,26
SP	1,07 b	1,23	1,26	1,25
Porosidade total, m³ m⁻³				
2009	0,562 ^{NS}	0,555 b	0,551 ^{NS}	0,560 a
2010	0,584	0,590 a	0,553	0,573 a
2011	0,579	0,574 ab	0,550	0,550 a
2012	0,587	0,547 b	0,546	0,517 b
07D	0,572 ^{NS}	0,570 ^{NS}	0,553 ^{NS}	0,555 ^{NS}
14D	0,575	0,564	0,550	0,542
28D	0,585	0,561	0,541	0,548
SP	0,579	0,571	0,555	0,555
Macroporos (Ø > 0,50 µm), m³ m⁻³				
2009	0,118 b	0,125 c	0,107 c	0,098 ^{NS}
2010	0,187 a	0,169 a	0,153 a	0,135
2011	0,134 b	0,132 bc	0,134 b	0,131
2012	0,184 a	0,149 b	0,132 b	0,129
07D	0,149 ab	0,139 ^{NS}	0,130 ^{NS}	0,122 ^{NS}
14D	0,157 ab	0,150	0,134	0,122
28D	0,146 b	0,143	0,128	0,122
SP	0,171 a	0,143	0,135	0,127
Mesoporos (Ø 0,50 - 0,05 µm), m³ m⁻³				
2009	0,084 a	0,068 a	0,066 ab	0,064 a
2010	0,069 b	0,062 a	0,056 b	0,049 b
2011	0,087 a	0,074 a	0,068 a	0,069 a
2012	0,041 c	0,034 b	0,033 c	0,032 c
07D	0,067 ^{NS}	0,057 ^{NS}	0,053 ^{NS}	0,053 ^{NS}
14D	0,074	0,058	0,055	0,052
28D	0,073	0,066	0,059	0,055
SP	0,067	0,057	0,056	0,054
Microporos (Ø < 0,05 µm), m³ m⁻³				
2009	0,360 ^{NS}	0,362 ^{NS}	0,378 ab	0,398 a
2010	0,328	0,359	0,344 c	0,389 a
2011	0,358	0,368	0,348 bc	0,350 b
2012	0,361	0,364	0,380 a	0,356 b
07D	0,356 ^{NS}	0,374 ^{NS}	0,371 ^{NS}	0,381 ^{NS}
14D	0,344	0,357	0,361	0,368
28D	0,366	0,351	0,355	0,370
SP	0,341	0,372	0,364	0,374

SP: sem pastejo; 07D, 14D e 28D: pastejos em intervalo de 7, 14 e 28 dias, respectivamente.

^{NS}: não significativo; Médias seguidas por letras diferentes dentro de cada atributo e ano ou tratamento na coluna, diferem entre si (Tukey, P<0,05).