



Efeito da Aplicação de Gesso Agrícola em Atributos Físico-Hídricos do Solo em Plantio Direto⁽¹⁾

Leandro Sanzi Aquino⁽²⁾; Willian S. Foggiano^(3.1); Felipe D. Bertol^(3.2); Dalvan José Reinert^(3.3); José Eloir Denardin⁽⁴⁾; Antonio Faganello⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES, Embrapa Trigo e CNPq

⁽²⁾ Pós-doutorando PPG Eng. Florestal; Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS; leandrosaq@gmail.com;

^(3.1) Graduando em Eng. Florestal, ^(3.2) Graduando em Agronomia, ^(3.3) Professor, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁴⁾ Pesquisador, Embrapa Trigo.

RESUMO: A aplicação de gesso agrícola no solo tem sido uma prática adotada em áreas de plantio direto, na região de clima subtropical úmido do Brasil, visando aliviar efeitos da compactação e da toxidez de alumínio presentes no solo. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da gessagem associada a modelos de produção sobre atributos físicos de um Nitossolo desta região. O experimento foi conduzido na Embrapa Trigo (Coxilha, RS) e delineado em parcelas subdivididas, com blocos casualizados em quatro repetições, tendo como fatores: gessagem (sem gesso, gesso em superfície e gesso incorporado); e modelos de produção (rotação de culturas e monocultura de soja). Amostras de solo, com estrutura preservada, foram coletadas nas camadas 0-0,1, 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m de profundidade e submetidas a análises de relação massa-volume e fluxo de água. Avaliou-se também a resistência do solo à penetração com o uso de penetrômetro digital manual. Os dados foram submetidos à análise da variância (teste F) e ao teste de médias (Tukey), ambos a 5% de probabilidade de erro. Não houve interação entre os fatores analisados para nenhuma das variáveis estudadas. A rotação de culturas aumentou a macroporosidade do solo nas camadas de 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m de profundidade. A gessagem não alterou nenhuma das variáveis, exceto a resistência do solo à penetração, que foi menor na camada de 0,2 e 0,25 m na condição de gesso incorporado, possivelmente em razão da operação de incorporação e não da presença de gesso.

Termos de indexação: Física do Solo, Relação Massa-Volume, Resistência do Solo à Penetração.

INTRODUÇÃO

Na região subtropical do Brasil, a adoção do plantio direto tem apresentado dificuldades na produção agrícola devido às condições desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas em períodos de déficit hídrico (Silva et al., 2009). Isso ocorre, devido ao surgimento de uma camada compactada, entre 0,1 e 0,2 m de profundidade, que promove uma barreira ao fluxo descendente de água e nutrientes, que afeta o desenvolvimento radicular das plantas,

tanto devido ao excesso de nutrientes na superfície do solo, como por deficiência de espaço poroso para seu estabelecimento (Dias Jr. & Pierce, 1996; Tormena et al., 1998; Richart et al., 2005; Reichert et al., 2007; Denardin et al., 2008; Veiga et al., 2008; Drescher et al., 2011). Muita atenção tem sido dedicada à descompactação dos solos em áreas de plantio direto, principalmente mediante ao uso de métodos mecânicos, o que tem se tornado uma prática periódica sistemática (Klein et al., 2008; Silva et al., 2012; Nunes et al., 2015). Também tem se estudado práticas de natureza química, como a aplicação de gesso agrícola, objetivando propiciar um ambiente favorável ao desenvolvimento radicular das plantas em camadas com restrição de espaço poroso e presença de alumínio tóxico.

A aplicação de gesso agrícola no solo apresenta benefícios no incremento da retenção de cátions trocáveis, principalmente Ca e Mg, a uma maior profundidade ao longo do perfil do solo, capaz de propiciar melhorias na estrutura do solo para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, além da redução do teor de alumínio trocável e da formação de cargas eletrostáticas de superfície (Alva et al., 1990), caracterizando um efeito condicionador do solo (Rosa Jr et al., 2006). Estudos tem buscado entender as combinações da aplicação de gesso agrícola e calcário, em plantio e a eficiência da incorporação no solo, como apresentado por Klein et al. (2007).

Esses fatores devem ser analisados nos sistemas de manejo adaptados às condições de melhores ganhos econômicos e das facilidades em relação às práticas culturais para produção de grãos. Existem diferentes formas de plantio direto, quando entendido como um sistema de produção (Denardin et al., 2008). Comumente, produtores têm adotado monocultivo de soja com pousio na safra de inverno, sem adequado sistema de diversificação de culturas.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da aplicação de gesso agrícola associada a modelos de produção conduzidos sob plantio direto sobre atributos físicos de um Nitossolo Vermelho Distrófico latossólico, na região Norte do Rio Grande do Sul.



MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Trigo, em Coxilha, RS, situada a 691 m de altitude, em Nitossolo Vermelho Distrófico latossólico, mantido sob plantio direto há mais de 10 anos. Na safra 2009/2010, o ensaio foi estabelecido mediante aplicação de gesso agrícola associada a dois modelos de produção.

Tratamentos e amostragens

O experimento foi delineado em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e dois fatores dispostos em parcelas subdivididas. O primeiro fator foi constituído pela aplicação de gesso agrícola no solo em três tratamentos: sem aplicação de gesso agrícola (SG); aplicação de gesso agrícola na superfície do solo (GS); e incorporação ao solo de gesso agrícola (GI), mediante o emprego de escarificador, atuando a 0,25 m de profundidade e equipado com rolo destorroador. A dose de gesso agrícola aplicada foi de 4.500 kg ha⁻¹, conforme indicado por Souza (2004). O segundo fator foi constituído por dois modelos de produção: rotação de culturas (R), qual seja, Milho/Sorgo em 2009/2010; Aveia em 2010; Soja em 2010/2011; Centeio em 2011; Milho-Braquiária em 2011/2012; Trigo em 2012; Soja em 2012/2013; Nabo forrageiro em 2013; Milho e Sorgo em 2013/2014; Aveia em 2014; e Soja em 2014/2015; e monocultura (P), qual seja, soja nas safras de verão e pousio nas safras de inverno.

Em cada uma das subparcelas foram coletadas amostras com estrutura preservada, com o emprego de anel volumétrico, em três camadas de solo, as quais foram determinadas pela técnica do perfil cultural (Tavares et al., 1999), identificando-se a ocorrência de uma camada com estrutura maciça (compactada) entre 0,1 e 0,2 m de profundidade. Na camada de 0-0,1 m de profundidade, devido à recorrente mobilização de solo promovida pela semeadora, foi considerada como a camada de estrutura granular. Já a camada de 0,2-0,3 m, foi considerada como camada de estrutura típica de Nitossolo.

As amostras foram submetidas a análises de relação massa-volume, contemplando: porosidade total do solo (Pt), macroporosidade do solo (Macro) e microporosidade do solo (Micro), utilizando o método da coluna de areia (Reinert & Reichert, 2006); densidade do solo (Ds), segundo o método descrito em Embrapa (1997); e condutividade hidráulica do solo saturado (Ks), por meio de permeâmetro de carga constante (Embrapa, 1997).

Também, foi determinada a resistência do solo à penetração (RP), utilizando o penetrômetro digital Eijkelkamp Penetroviewer 6 Data. No momento desta avaliação, foram coletadas amostras de solo em cada avaliada, para a determinação da umidade gravimétrica (Ug).

Análise estatística

As variáveis determinadas em cada uma das camadas amostradas foram submetidas à análise de variância, utilizando o software estatístico R, pacote "ExpDes.pt", desenvolvido por Ferreira et.al (2013). O pacote estatístico permitiu verificar a normalidade da distribuição de probabilidade dos dados, utilizando o teste não-paramétrico de Shapiro-Wilk, a 5% de significância. Nas séries em que não foi verificada normalidade dos dados ($p < 0,05$), foi realizado tratamento dos dados. As séries Pt (0-0,1 m) e Ks (nas três camadas) apresentaram distribuição não normal, fato que foi solucionado pela transformação logarítmica dos dados. Para os conjuntos com significância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro, aplicou-se o teste Tukey, igualmente a 5% de probabilidade de erro para indicar a diferenciação entre as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1**, são apresentadas as médias das variáveis determinadas em cada camada amostrada, tanto para os tratamentos GI, GS e SG, que expressam o fator aplicação de gesso agrícola, quanto para os subtratamentos R e P, que expressam o fator modelo de produção.

A análise da variância não indicou interação entre os fatores, pelo teste F. Apenas a macroporosidade do solo, nas camadas 0,1-0,2 m e 0,2-0,3 m de profundidade, para o fator modelo de produção, apresentou diferença entre as médias, sendo maior no subtratamento com rotação de culturas, independentemente da aplicação e da forma de aplicação de gesso agrícola no solo.

Para as demais variáveis, não foram detectadas diferenças significativas para ambos os fatores analisados nas diferentes camadas amostradas. Assim, é possível perceber, nos dados obtidos, apenas tendências comportamentais consideradas aleatórias e não dependentes dos tratamentos e subtratamentos relacionados ao uso de gesso agrícola e à adoção de modelos de produção, respectivamente.

Os valores de RP, ao longo do perfil do solo (**Figura 1**), indicam diferenças significativas em algumas profundidades. Saliencia-se que no momento da determinação desta variável, a



umidade gravimétrica do solo se encontrava em condição adequada para tal procedimento, e com pequena variação ao longo do perfil avaliado.

Tabela 1 - Valores médios de densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), microporosidade (Micro), macroporosidade (Macro) e condutividade hidráulica saturada (Ks) para os tratamentos gesso incorporado (GI), gesso em superfície (GS) e sem gesso (SG) e os subtratamentos rotação de culturas (R) e monocultura (P)

Variável	Aplicação de gesso agrícola			Modelo de produção	
	GI	GS	SG	R	P
0 a 0,1 m					
Ds (g cm ⁻³)	1,19	1,20	1,18	1,21	1,17
Pt (m ³ m ⁻³)	0,57	0,58	0,58	0,57	0,59
Micro (m ³ m ⁻³)	0,41	0,40	0,42	0,41	0,42
Macro (m ³ m ⁻³)	0,16	0,20	0,22	0,18	0,21
Ks (mm dia ⁻¹)	133,7	861,0	727,8	444,6	430,5
0,1 a 0,2 m					
Ds (g cm ⁻³)	1,33	1,35	1,36	1,33	1,37
Pt (m ³ m ⁻³)	0,53	0,51	0,53	0,53	0,52
Micro (m ³ m ⁻³)	0,40	0,39	0,39	0,39	0,40
Macro (m ³ m ⁻³)	0,13	0,11	0,13	0,14a	0,11b
Ks (mm dia ⁻¹)	93,7	61,3	123,8	84,1	94,6
0,2 a 0,3 m					
Ds (g cm ⁻³)	1,32	1,29	1,28	1,28	1,32
Pt (m ³ m ⁻³)	0,54	0,52	0,54	0,54	0,53
Micro (m ³ m ⁻³)	0,42	0,40	0,42	0,41	0,42
Macro (m ³ m ⁻³)	0,12	0,11	0,13	0,13a	0,11b
Ks (mm dia ⁻¹)	135,8	54,8	69,7	108,1	59,7

Considerando o fator aplicação de gesso agrícola

(Figura 1-A), verificou-se que a RP apresentou diferenças a 1% de probabilidade de erro nas profundidades de 0,2 e 0,25 m, para a condição de GI, quando comparada às condições de GS e SG. A menor RP nestas profundidades, possivelmente esteja associada à operação de escarificação, para a incorporação do gesso agrícola, e não à presença do gesso agrícola.

Considerando o fator modelo de produção (Figura 1-B), denotou-se que a RP apresentou diferenças a 5% de probabilidade de erro na profundidade de 0,1 m, com menor valor para a rotação de culturas, independentemente da aplicação e da forma de aplicação de gesso agrícola no solo. Tendo como premissa que o valor de 2 MPa é limitante ao desenvolvimento radicular das plantas (REINERT, et al. 2001), a RP, no estudo realizado, pode ser considerada limitante, tanto no subtratamento com rotação de culturas quanto no subtratamento com monocultivo de soja, aos 0,15 m de profundidade. Esta limitação também foi observada nos tratamentos GS e SG (Figura 1-A). No tratamento GI, a RP superior a 2 Mpa se manifestou apenas a partir da profundidade de, aproximadamente, 0,20 m.

CONCLUSÕES

A aplicação de gesso agrícola em um Nitossolo Vermelho Distrófico latossólico, na região de clima subtropical úmido do Rio Grande do Sul não interferiu nos atributos da relação massa-volume e da capacidade de fluxo de água e nem interagiu com modelos de produção.

A mitigação da resistência do solo à penetração detectada na camada de 0,2 a 0,25 m de profundidade, no tratamento com aplicação e incorporação de gesso agrícola, no Nitossolo Vermelho Distrófico latossólico, da região de clima subtropical úmido do Rio Grande do Sul, possivelmente está associada ao efeito residual da escarificação praticada por ocasião da incorporação do gesso agrícola e não à presença do gesso.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Trigo pela concessão da área experimental. À CAPES e ao CNPq pela concessão de bolsas e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALVA, A. K.; SUMNER, M. E.; MILLER, W. P. Reactions of gypsum and phosphogypsum in highly weathered acid subsoils. *Soil Science Society of America Journal*, 54:993-998, 1990.



DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; BACALTCHUK, B.; et al. Sistema plantio direto: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S. & SILVA, A. G., eds. Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v.1, p.1251-1273.

DIAS JR, M. S. & PIERCE, F. J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. Revista Brasileira de Ciência Solo, 20:175-182, 1996.

KLEIN, V. A.; DALLMEYER, A. U.; ESCOSTEGUY, P. A. et al. Adaptação de um equipamento para incorporação de calcário em solos sob plantio direto. Revista de Ciências Agroveterinárias. 6: 95-103, 2007.

KLEIN, V. A.; VIEIRA, M. L.; DURIGON, F. F. et al. Porosidade de aeração de um Latossolo Vermelho e rendimento de trigo em plantio direto escarificado. Ciência Rural, 38:365-371, 2008.

NUNES, M. R.; DENARDIN, J. E.; PAULETTO, E. A. et al. Mitigation of clayey soil compaction managed under no-tillage. Soil & Tillage Research, 148:119-126, 2015.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S. & REICHERT, J. M., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v.4, p.49-134.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SILVA, V. R. Propriedades físicas de solos em sistema plantio direto irrigado. In: CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M.; et al. In: Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria, Palloti, 2001. p.114-133.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; RODRIGUES, B. O. et al. Compactação do solo: causas e efeitos. Semina: Ci. Agron., 26:321-344, 2005.

ROSA JUNIOR, E. J.; MARTINS, R. M. G.; ROSA, Y. B. C. J. et al. Calcário e gesso como condicionantes físico e químico de um solo de cerrado sob três sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Tropical, 36 (1):37-44, 2006.

SILVA, S. G. C.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B. et al. Temporary effect of chiseling on the compaction of a Rhodic Hapludox under no-tillage. Revista Brasileira de Ciência Solo, 36:547-555, 2012.

TORMENA, C. A. & ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciado por calagem, preparo inicial e tráfego. Revista Brasileira de Ciência Solo, 22:301-309, 1998.

VEIGA, M.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. et al. Short and long-term effects of tillage systems and nutrient sources on soil physical properties of a southern Brazilian Hapludox. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:1437-1446, 2008.

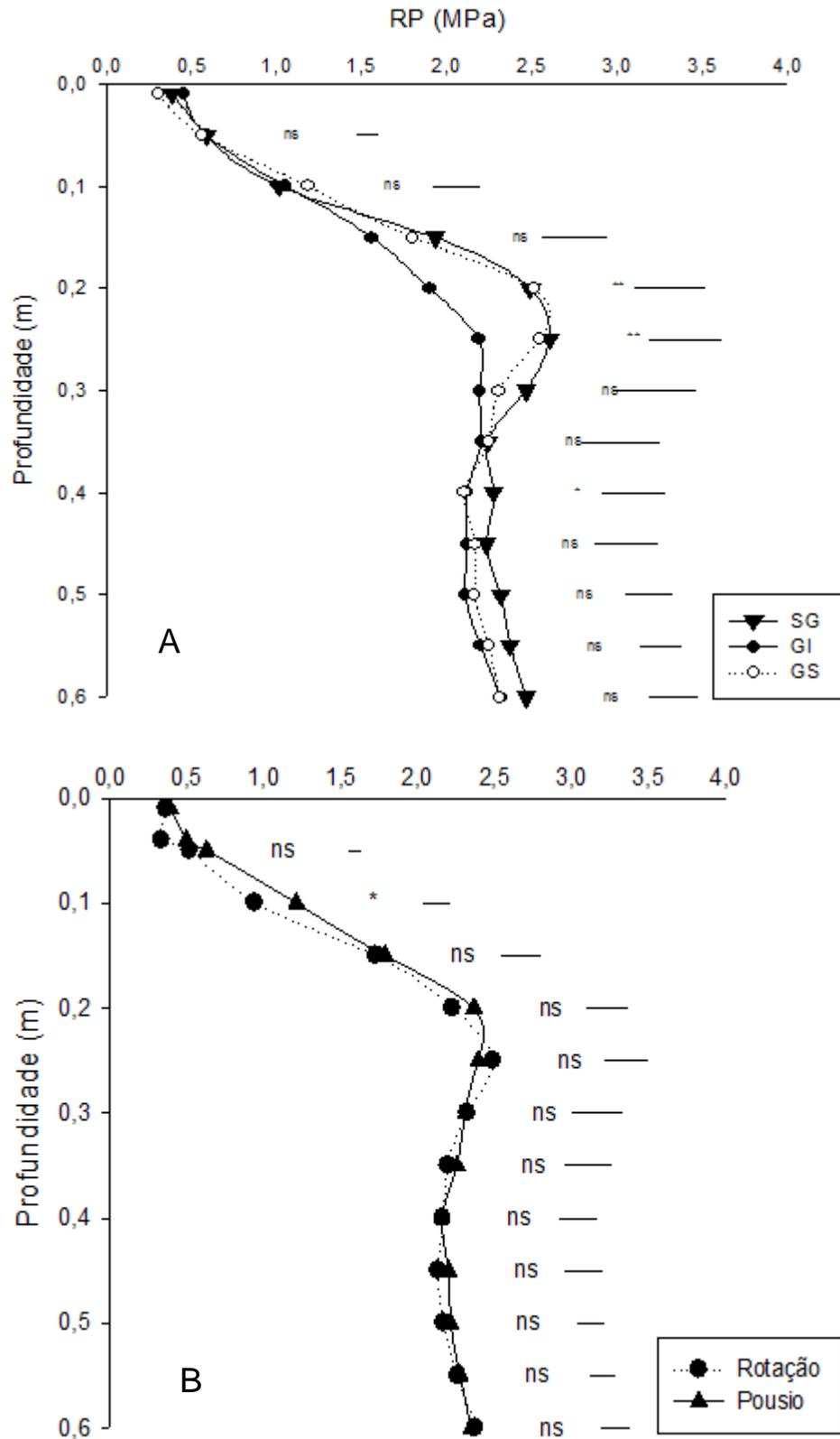


Figura 1 - Resistência do solo à penetração, expressa em Mpa, para os tratamentos gesso incorporado (GI), gesso em superfície (GS) e sem gesso (SG) (Figura 1-A) e os subtratamentos rotação de culturas (R) e monocultura (P) (Figura 1-B).