



Determinação das propriedades físicas e hídricas do solo em diferentes sistemas de manejo do milho

MAURÍCIO KUNZ⁽¹⁾, DOUGLAS RODRIGO KAISER⁽²⁾, DALVAN JOSÉ REINERT⁽³⁾, JOSÉ MIGUEL REICHERT⁽³⁾, MARCELO KUNZ⁽⁴⁾

RESUMO - O espaço aéreo, a retenção, a disponibilidade de água e a resistência mecânica do solo estão diretamente associados à condição estrutural do solo e refletem o estado atual de compactação de um solo submetido a um dado sistema de manejo. Este trabalho teve por objetivo avaliar a compactação do solo e a produtividade da cultura do milho, em diferentes manejos, através da resistência do solo à penetração, crescimento radicular da cultura e umidade do solo em diferentes camadas. O trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos (UFSM), em um Argissolo manejado em plantio direto a vários anos, onde foram estabelecidos diferentes níveis de compactação do solo: plantio direto (PD); preparo convencional (PC) e preparo escarificado (Esc). Para o 55 DAs, a RP foi maior que a capacidade de medição do aparelho (4 MPa), em todos os sistemas de manejo, não sendo possível efetuar a medição, apresentando valores de umidade do solo de 0,1 – 0,17 m³m⁻³. Aos 66 DAs, a umidade do solo estava alta e todos os sistemas de manejo apresentaram valores baixos de RP (menor que 1,8 MPa). Aos 89 DAs, o solo apresentou um menor teor de água, o que elevou a RP nos três tratamentos acima do valor considerado crítico (2 MPa). O PD apresentou maior quantidade e melhor distribuição lateral de raízes do que no PC e Esc. No PD as raízes concentraram na camada de 0 a 0,20 m, porém algumas ultrapassaram a camada compactada. No PC não ocorreram restrições ao crescimento radicular, pois as raízes distribuíram-se uniformemente nos lados da planta. No Esc, as raízes ficaram concentradas até a profundidade de 0,25 m. A maior produtividade foi obtida no PD e a menor foi no Esc mas a produtividade obtida no PC não diferiu dos demais. O PD obteve maior produção devido a uma melhor distribuição do sistema radicular, o que pode ter contribuído para que a planta absorvesse maior quantidade de nutrientes e água. Uma das causas do baixo rendimento do ESC pode ter sido ao ataque da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) durante o ciclo da cultura.

Introdução

O sistema plantio direto trouxe importantes benefícios aos agricultores, porém verifica-se aumento do estado de compactação em algumas lavouras nesse sistema. Esse aumento do estado de compactação origina-se devido ao acúmulo de pressões provocadas pelo tráfego de máquinas agrícolas ou pelo pisoteio animal, pois, como não há revolvimento, as pressões vão se acumulando no solo. O processo de compactação é bastante complexo devido a vários fatores de solo e de plantas que estão envolvidos na resposta das plantas à compactação. O impacto econômico da compactação do solo é difícil de ser medido, devido ao envolvimento de um grande número de fatores, porém a redução de produtividade tem sido relatada como sendo entre 10 e 50% [1].

O entendimento das relações entre porosidade e comportamento hídrico é importante para manutenção e/ou sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola devido ao fato que a produtividade dos cultivos está principalmente associada a dois aspectos: 1) a água no solo para as condições brasileiras é o fator que mais limita a produtividade dos cultivos devido à distribuição irregular das precipitações, especialmente para as culturas de verão, que são as mais importantes econômica e socialmente; 2) a água no solo é o fator que dita ou induz a variação de outros dois fatores que diretamente afetam a produtividade dos cultivos, a resistência à penetração de raízes e a aeração do solo.

O entendimento e a quantificação da dinâmica da água no solo deve orientar a definição de estratégias de manejo do solo e da água. Até pouco tempo esse estudo era feito de maneira bastante indireta e/ou com o uso de técnicas destrutivas de solo ou ainda com instrumentos de pouca resolução para medir o efeito de manejo de solo, como a sonda de nêutrons. Atualmente a disponibilidade de equipamentos automatizados de alta resolução e capacidade de armazenamento para monitoramento contínuo de propriedades do solo, propiciam condições mais favoráveis para melhor

⁽¹⁾ Acadêmico do curso de Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Bolsista de Iniciação Científica CNPq – PIBIC. Av. Roraima, 1000, prédio 44, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. E-mail: mauriciokunz@mail.ufsm.br.

⁽²⁾ Doutorando do PPG em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, prédio 44, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. E-mail: kaiser@mail.ufsm.br.

⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo, Professor titular do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, v. Roraima, 1000, prédio 44, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. E-mail: reinert@ccr.ufsm.br, reicher@smail.ufsm.br.

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Mestrando do PPG em Engenharia Agrícola Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, prédio 44, Santa Maria, RS, CEP 97105-900. Bolsista Capes. E-mail: marcelokunz@bol.com.br.

entendimento da dinâmica da água no solo e suas relações com o crescimento, desenvolvimento e produtividade dos cultivos. A possibilidade de monitoramento direto do conteúdo de água, em intervalos mais reduzidos possibilita grande avanço no entendimento da infiltração, armazenamento, disponibilidade e uso de água no solo durante todo o ciclo de uma cultura.

O conteúdo de água no solo controla a aeração, a temperatura e a resistência do solo, que são afetados indiretamente pela densidade do solo e distribuição do tamanho de poros. O aumento em conteúdo de água induz um decréscimo de aeração e resistência do solo. Enquanto o primeiro efeito é indesejável, quando abaixo de valores limitantes ao processo de respiração de plantas e “solo”, o segundo é desejável por facilitar a penetração de raízes no solo [2]. O mesmo autor cita que esses fatores físicos podem interagir e regular o crescimento de plantas e a produtividade dos cultivos e propõe que existe uma faixa ótima de conteúdo de água no solo para o crescimento vegetal.

O espaço aéreo, a retenção, a disponibilidade de água e a resistência mecânica do solo estão diretamente associados à condição estrutural do solo e, por consequência, associados ao estado atual de compactação de um solo submetido a um dado sistema de manejo. Da Silva et al. [3] propuseram que o conceito introduzido por Letey [2] sirva como um índice para avaliar a qualidade estrutural do solo, devido às inter-relações expostas acima, e o redefiniram como sendo a faixa de conteúdo de água do solo, depois de cessada a rápida drenagem do solo, onde as limitações ao crescimento vegetal associadas ao potencial da água no solo, aeração e resistência mecânica à penetração de raízes são mínimas, nomeando-o de índice hídrico menos limitante ou ótimo (IHO).

A compactação do solo induz maior resistência ao crescimento radicular, menos água disponível no solo e menor suprimento de oxigênio às plantas, que são três dos cinco fatores do solo que diretamente afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a compactação do solo e produtividade da cultura do milho, em diferentes manejos, através da resistência do solo à penetração, crescimento radicular e umidade do solo em diferentes camadas.

Palavras-Chave: resistência à penetração, porosidade e sistema radicular.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), município de Santa Maria, localizado na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, latitude 29°41'sul, longitude de 53°48' oeste e altitude de 95 metros. O clima da região enquadra-se na classificação “Cfa” de Köppen, ou seja,

clima subtropical úmido sem estiagem, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C, e a temperatura do mês mais frio entre -3°C e 18°C [4]. O solo é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico [5] (Typic Hapludalf).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: plantio direto (PD), preparo convencional (PC) e preparo escarificado (Esc), distribuídos em 3 blocos com parcelas de 5 x 5 metros.

O preparo convencional caracterizou-se por uma aração e uma gradagem. O trator utilizado foi um MF 275, com um arado de disco, com três discos lisos, a profundidade de operação foi de 0,3 m. A gradagem foi realizada até 0,1 m de profundidade utilizando-se uma grade de discos off-set ou em “V”.

A escarificação foi realizada com um escarificador de três hastas inclinadas do tipo “Jumbo” a uma profundidade de 0,4 m, espaçadas a cada 0,4 m. Logo após, foi efetuada uma gradagem para o nivelamento da área.

Semeou-se milho, cultivar Pioneer 3069, no dia 22/12/2006, com espaçamento entre linhas de 0,90 metros e adubação de base de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 5-20-25. Foram realizadas duas aplicações de nitrogênio em cobertura (100 kg ha⁻¹ de uréia cada aplicação). Realizaram-se aplicações de herbicidas, fungicidas e inseticidas, de acordo com as necessidades da cultura.

A resistência do solo à penetração foi determinada usando-se um penetrômetro digital (marca Remik CP 20 Ultrasonic Cone Penetrometer) de armazenamento eletrônico dos dados e leituras realizadas a cada 0,15 cm de profundidade, possuindo ponta cônica com ângulo de penetração de 30°. A resistência à penetração foi determinada até a profundidade de 60 cm.

A umidade do solo foi monitorada nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 15, 15 a 20, 20 a 25, 25 a 30, 30 a 35 e 35 a 40 cm, com um TDR- 100 (“time domain reflectometry”) da Campbell. Em cada camada instalou-se uma sonda composta por duas guias de 21 cm, as quais permaneceram durante todo o ciclo da cultura. As leituras da umidade foram realizadas após a medida da resistência à penetração do solo. No entanto, em virtude de problemas nos equipamentos, só serão apresentadas as informações obtidas a partir os 55 Das.

Quando a cultura do milho se encontrava em pleno pendoamento, aos 75 dias após semeadura (Das), fez-se a avaliação do desenvolvimento e da distribuição do sistema radicular nos diferentes tratamentos, usando o método do perfil, descrito por Böhm [6]. Para isso abriu-se um perfil perpendicularmente à linha de semeadura, com a parede vertical do perfil distante 5 cm da planta de milho. Foram utilizadas varetas de metal para retirar uma camada de aproximadamente 3 cm do perfil, expondo cuidadosamente as raízes. Após a exposição dessas, foi utilizado um retângulo de 0,9 x 0,4 m subdividido com fios de náilon, formando uma

malha de 5 x 5 cm. Esse retângulo foi encaixado no perfil para desenhar-se a distribuição radicular do milho.

Na maturação fisiológica, avaliou-se a produtividade, colhendo-se uma área útil de 3 x 1,8 m na parte central das unidades experimentais e corrigindo-se. A umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

Resultados e Discussão

Para o 55 DAs, a RP foi maior que a capacidade de medição do aparelho (4 MPa), em todos os sistemas de manejo, não sendo possível efetuar a medição, apresentando valores de umidade do solo de 0,1 – 0,17 m³/m³. O solo apresentou baixo conteúdo de água nesse dia e alta RP.

Aos 66 DAs, a umidade do solo estava alta e todos os sistemas de manejo apresentaram valores baixos de RP (menor que 1,8 MPa). O PD apresentou maior umidade no solo comparando-se com o PC e Esc. (Figura 1).

Aos 89 DAs, o solo apresentou menor teor de água, o que elevou a RP nos três tratamentos acima do valor considerado crítico (2 MPa).

Verifica-se que a cultura no plantio direto apresentou maior quantidade e melhor distribuição lateral das raízes do que no preparo convencional e preparo escarificado. No plantio direto as raízes concentraram-se na camada de 0 a 0,20 m, porém algumas ultrapassaram a camada compactada e desenvolveram-se em profundidades maiores (Figura 2a). No preparo convencional não ocorreram restrições ao crescimento radicular, pois as raízes distribuíram-se uniformemente no perfil analisado, ocupando todo o volume de solo (Figura 2b). No preparo escarificado, as raízes ficaram concentradas até a profundidade de 0,25 m (Figura 2c).

A maior produtividade foi obtida no PD e a menor foi no Esc. A produtividade obtida no PC não diferiu dos demais (Tabela 1). O PD obteve maior produção devido a uma melhor distribuição do sistema radicular, o que pode ter contribuído para que a planta absorvesse maior quantidade de nutrientes e água. Uma das causas do baixo rendimento do ESC pode ter sido ao ataque da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) durante o ciclo da cultura do milho.

Referências

- [1] LIMA, C.L.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; GUBIANI, P.I. 2006. Qualidade físico-hídrica e rendimento de soja (*Glycine max L.*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*) de um Argissolo Vermelho distrófico sob diferentes sistemas de manejo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1172-1178.
- [2] LETEY, J. 1985. Relationship between soil physical properties and crop productions. *Advances in Soil Science*, v.1, p. 277-294.
- [3] SILVA, A.P. da, KAY, B.D., PERFECT, E. 1994. Characterization of the least limiting water range. *Soil Sci. Soc. of Am. J.*, Madison, v. 58, p. 1775-1781.

- [4] MORENO, J.A. 1961. Clima do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre: *Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonizações*, Seção de Geografia, 46p.
- [5] EMBRAPA, 1999. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa, 412p.
- [6] BÖHM, W. 1979. *Methods of studying root systems*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 190p.

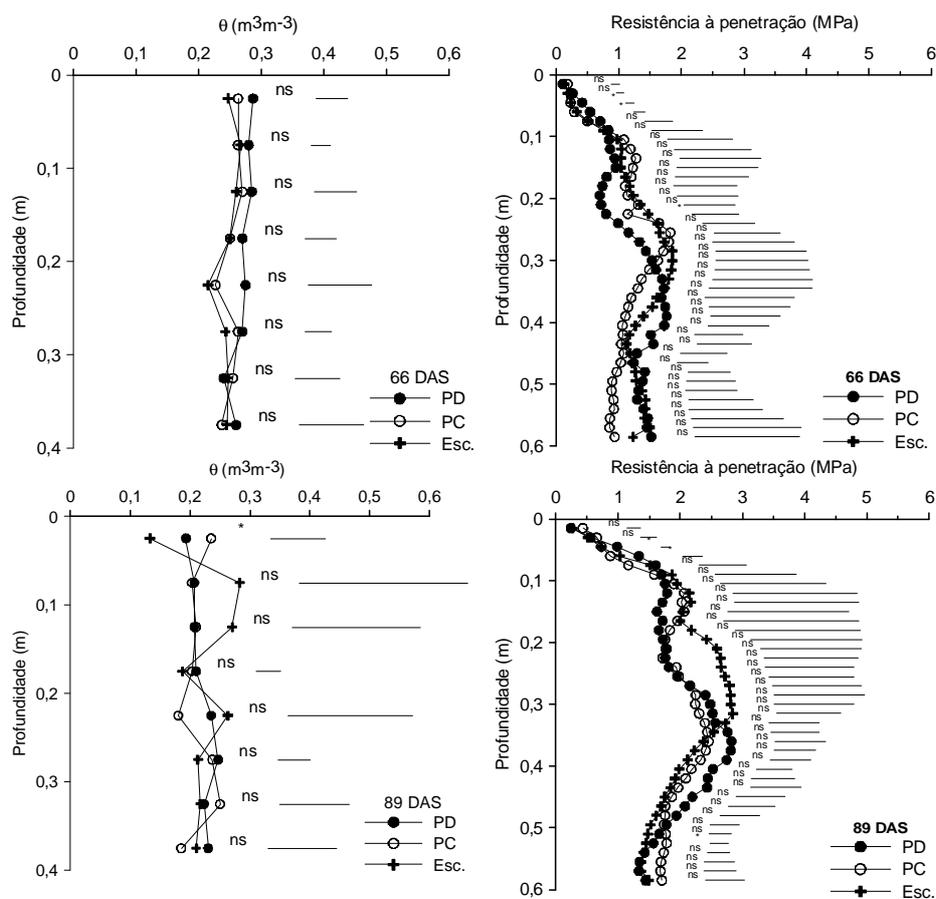


Figura 1. Umidade volumétrica e resistência à penetração aos 66 e 89 DAs (dias após sementeira), nos diferentes tratamentos ao longo das profundidades. Linhas horizontais indicam a diferença mínima significativa a 5 % de probabilidade (DMS) e comparam médias dos tratamentos em cada profundidade. * = significativo e ns= não significativo. PD: plantio direto, PC: preparo convencional e Esc.: preparo convencional

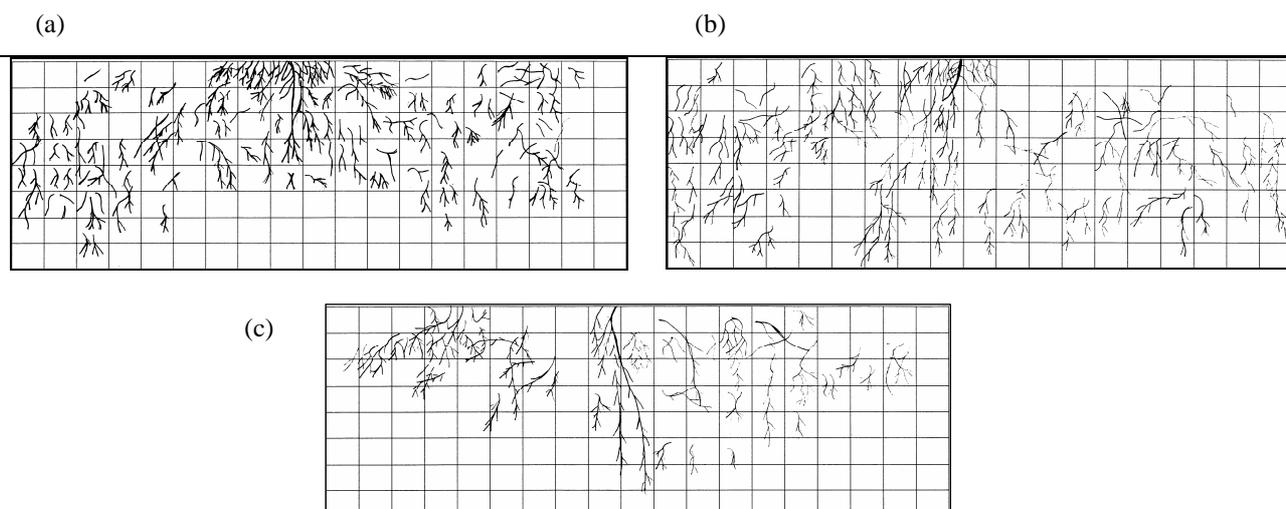


Figura 2- Distribuição radicular da cultura do milho no perfil cultural (0,9 x 0,4 m) no plantio direto (a), preparo convencional do solo (b) e preparo escarificado do solo (c). Dimensão da quadrícula: 0,05 x 0,05 m.

Tabela 1 – Produtividade do milho nos diferentes sistemas de manejo. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Tratamento	Produtividade de grãos	
	-----Mg ha ⁻¹ -----	-----Sc ha ⁻¹ *-----
Plantio Direto	7,82 a	130,33
Preparo Convencional	7,03 ba	117,16
Preparo Escarificado	5,41 b	90,16

* Sc = sacas de 60 kg.