DENSIDADE DE RAÍZES DO MILHO E ATRIBUTOS DO SOLO INDUZIDOS POR PASTEJO E PREPARO DO SOLO.

Madalena Boeni, Dalvan José Reinert, José Miguel Reichert, Carlos Alberto Scarpini, Márcio Eduardo Boeira Bueno. UFSM, Departamento de Solos, CCR, 97119-900 Santa Maria, RS. E-mail: depsolos@ccr.ufsm.br.

O estudo do sistema radicular é de grande importância pois as raízes estão diretamente relacionadas com a absorção de água e nutrientes para as plantas e, conseqüentemente, com a produção das culturas. Inúmeras características físicas e químicas afetam o desenvolvimento radicular. Entre elas destacam-se a textura do solo, distribuição de tamanho de poros, densidade do solo, resistência à penetração de raízes, temperatura, umidade, matéria orgânica, nutrientes e elementos tóxicos. O sistema de preparo do solo é a prática de manejo que mais altera as características físicas do solo, em consequência, afeta o sistema radicular e produção das culturas.

O objetivo deste trabalho foi o de quantificar as relações existentes entre densidade de raízes de milho e atributos de solo submetido a dois sistemas de preparo e pastejo durante o inverno.

O experimento foi realizado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, na área pertencente ao Departamento de Zootecnia. O solo da área pertence a Unidade de Mapeamento São Pedro, classificado como Podzólico Vermelho Amarelo, com textura superficial franco. A área experimental recebeu durante três anos consecutivos, semeadura direta de aveia + azevém com pastejo contínuo no inverno. Internamente ao experimento uma área de 2500m^2 foi cercada, ficando sem pisoteio, servindo como testemunha. O restante da área recebeu pisoteio contínuo em meses do inverno/primavera, tendo o cuidado em manter uma lotação de animais conforme o crescimento da pastagem ficando em aproximadamente 1000$kg.ha^{-1}$ de peso vivo. Após a retirada dos animais foi realizada a semeadura do milho, sendo cada área (pastejada e não pastejada) cultivada em sistema de plantio direto e convencional. Na área do experimento foi selecionada uma linha de semeadura do milho onde, perpendicularmente à linha, se cavou uma trincheira de dimensões igual a 100 cm de largura por 40 cm de profundidade. A parede vertical do perfil ficou distante mais ou menos 5 cm da planta de milho. Em todos os perfis foram coletadas amostras a cada 5cm de profundidade e a 10cm da linha de plantas, nos dois lados da linha, para determinação do comprimento de raízes, textura, densidade do solo e amostras para determinação da fertilidade do solo. Para determinar a densidade de raízes foram coletadas amostras de volume conhecido, a cada 5cm de profundidade, na qual usou-se um tubo de diâmetro igual a 9,2cm (Figura 1). O preparo destas amostras consistiu em misturar o solo com raízes numa solução contendo uma parte hidróxido de sódio a 6% e duas partes de água por 15 minutos. A separação das raízes foi feita utilizando-se um jogo de três peneiras onde o solo foi separado das raízes com jato d'água. Imediatamente após separar as raízes, procedeu-se a contagem, utilizando o método da interseção de Newman modificado por Tennant (1975). O método consiste em distribuir as raízes obtidas de cada volume de solo em um retângulo de vidro com 25 x 35 cm. Sendo este colocado sobre um papel com linhas horizontais e verticais, formando um quadriculado de 2 x 2 cm. Cada raiz que interceptou uma linha foi computada, para isto foi utilizado um contador manual. O total acumulado foi convertido para densidade de raiz (DR), usando a fórmula DR = (11/14 * Número de interceptações (N) * Unidade do quadriculado)/332,38 ($cm.cm^{-3}$). O fator de conversão para o quadriculado de 2 x 2 cm é igual a 1,5714.

Os resultados estão apresentados nas Tabelas 1 a 3.

Figura 1. Detalhe do cilindor extrator de amostras para densidade de raízes e do solo.

Tabela 1. Densidade de raízes (DR) e alguns atributos de solo a diferentes profundidades em área com e sem pastejo no inverno (médias de 3 blocos e 2 lados da linha de milho).

		Pastejado								Não Pastejado							
Atributo		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40
DR	PD	3,87	2,12	1,55	1,30	0,90	1,05	0,93	0,77	3,08	1,64	1,69	0,97	0,80	0,97	0,49	0,36
($cm.cm^{-3}$)	PC	3,39	2,67	2,24	1,75	1,30	1,35	0,90	1,01	2,57	2,25	1,95	1,90	1,35	1,49	0,54	0,57
C	PD	2,2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,2	2,5	1,7	1,9	1,6	1,3	1,2	1,2	1,1
(%)	PC	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,3	1,3	1,2	2,1	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,3	1,3
ds	PD	1,34	1,41	1,33	1,29	1,24	1,24	1,29	1,28	1,24	1,41	1,37	1,27	1,24	1,25	1,28	1,26
($g.cm^{-3}$)	PC	1,19	1,15	1,18	1,28	1,25	1,25	1,26	1,29	1,22	1,12	1,21	1,18	1,17	1,22	1,30	1,32
Argila	PD	19,6	24,2	23,1	27,7	29,0	31,5	33,7	37,9	18,7	21,8	19,4	23,0	22,7	25,7	28,9	34,4
(%)	PC	18,5	21,5	21,7	22,4	23,0	24,6	25,4	31,4	19,2	20,5	24,4	22,2	25,3	28,1	31,2	35,1
Silte	PD	40,5	34,6	40,5	37,6	37,1	35,3	35,4	32,6	48,0	47,2	51,0	49,5	50,9	47,2	43,7	39,6
(%)	PC	41,4	41,8	41,5	41,5	41,1	40,5	40,8	38,3	47,6	45,7	41,9	45,1	43,0	40,1	36,1	34,5
Areia	PD	39,8	41,2	36,3	34,7	33,9	33,3	30,9	29,5	33,3	31,0	29,6	27,5	26,4	27,1	27,4	26,0
(%)	PC	40,1	36,7	36,7	36,1	35,9	34,9	33,8	30,2	33,1	33,8	33,7	32,6	31,7	31,8	32,6	30,4
pH H_2O	PD	4,7	4,7	4,5	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	5,1	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,6	4,7
1:1	PC	4,8	4,4	4,4	4,3	4,5	4,5	4,6	4,7	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,6	4,7	4,8
pH SMP	PD	5,2	4,9	4,6	4,5	4,4	4,4	4,4	4,5	5,5	4,9	4,6	4,5	4,6	4,4	4,5	4,4
	PC	5,3	4,9	4,9	4,7	4,6	4,6	4,5	4,5	4,9	5,0	4,7	4,8	4,7	4,6	4,5	4,5
P	PD	21,6	8,9	10,8	3,1	3,1	3,4	3,7	2,9	14,0	15,1	16,1	8,4	5,1	3,7	5,6	3,3
($mg.L^{-1}$)	PC	15	12	11	10	6	4	3	3	15	8	8	9	11	7	5	13
K^+	PD	49	30	28	25	24	23	24	29	47	27	28	28	32	29	73	51
($mg.L^{-1}$)	PC	87	50	44	37	28	26	17	20	40	30	30	27	42	57	38	37
Al^{+++}	PD	0,74	1,93	3,17	3,81	4,16	4,12	4,22	4,49	0,78	3,25	3,97	4,51	4,84	5,08	4,88	4,98
($cmol_c.L^{-1}$)	PC	1,17	1,87	1,97	3,09	3,50	3,52	3,76	4,64	2,06	2,47	2,39	3,10	3,65	3,83	4,01	2,37
Ca^{++}	PD	5,03	4,04	2,96	2,60	2,48	2,59	2,46	3,59	9,02	4,55	3,45	2,62	2,50	2,19	2,73	2,85

($cmol_c.L^{-1}$)	PC	4,58	4,62	3,85	3,24	3,03	3,04	3,11	4,69	5,10	4,72	4,84	3,76	2,95	2,74	3,09	4,72

A maior parte das raízes concentrou-se na camada de 0-20cm (Tabela 1). Esta camada também apresentou maior pH, maior concentração de nutrientes e carbono orgânico e menor concentração de Al tóxico. Ademais, o solo na superfície é mais arenoso e apresenta menor densidade, exceto nas camadas afetadas pelo pisoteio animal durante o pastejo ou por compactação remanescente de preparos anteriores. Uma discussão mais completa destes dados pode ser encontrada em Silva et al. (1997; neste volume).

Tabela 2. Coeficiente de correlação entre densidade de raízes e alguns atributos do solo para diferentes profundidades.

Atributo do solo	Profundidade (cm)								
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	0-40
Carbono orgânico	-0,08	0,16	0,2	-0,12	0,28	0,08	-0,09	0,06	0,53
Densidade do solo	0,13	-0,33	-0,52	-0,11	-0,12	0,17	-0,43	-0,15	-0,14
Argila	0,29	0,02	0,1	-0,15	-0,16	-0,13	0,04	0,11	-0,41
Silte	-0,36	-0,12	0,23	-0,13	-0,09	-0,18	0,08	-0,37	0,09
Areia	0,15	0,14	0,20	0,27	0,25	0,26	-0,13	0,2	0,37
pH H_2O	0,007	0,38	0,29	-0,18	0,17	0,07	-0,05	0,11	0,15
pH SMP	0,09	0,21	0,37	-0,12	0,24	0,06	-0,18	-0,09	0,52
P	0,36	-0,02	-0,02	-0,08	0,17	-0,19	-0,19	-0,29	0,33
K	0,27	0,34	0,25	0,11	0,22	0,58	-0,21	0,07	0,45
Al	-0,07	-0,54	-0,51	-0,25	-0,43	-0,05	0,03	0,01	-0,58
Ca	-0,35	0,57	0,38	0,17	0,16	-0,02	0,09	0,51	0,42

A densidade de raízes (cm de raiz.cm^{-3} de solo) (Tabela 2) foi significativamente ($P < 0,10$) correlacionado, de forma positiva, com a concentração de nutrientes: P (0-5cm), K (25-30cm) e Ca (5-10cm, 10-15cm e 35-40cm), pH em água (5-10cm) e SMP (10-15cm) e, de forma negativa, com elemento tóxico: Al trocável (5-10cm, 10-15cm e 20-25cm) e propriedades físicas: densidade do solo (10-15cm) e silte (0-5cm e 35-40cm). Ao analisar-se a totalidade dos dados, confirma-se o comportamento anterior. Portanto, a densidade de raízes foi favorecida pela presença de nutrientes e carbono orgânico, pH favorável e densidade do solo e textura menos limitantes ao desenvolvimento das mesmas. O aumento da densidade do solo implica numa redução da macroporosidade e aumento da microporosidade do solo com 15?m de diâmetro. As raízes têm dificuldade em crescerem nestes poros pequenos pois o raio médio das raízes de milho é superior àquele valor, podendo variar de 0,18 a 0,24mm, dependendo da cultivar e suprimento de P (Schenk & Barber, 1979). O decréscimo na macroporosidade pode limitar o movimento de água, difusão de gases e disponibilidade de oxigênio para o crescimento radicular, especialmente em períodos de alta umidade. A presença de Al tóxico limita o desenvolvimento radicular e absorção de nutrientes e água. Albuquerque & Reinert (1994, dados não publicados) obtiveram resultados semelhantes em solo São Pedro com diferentes espessuras de horizontes A.

A análise de regressão múltipla mostrou que as equações (na Tabela 3 são apresentadas como funções já que os coeficientes não foram incluídos) foram mais consistentes com as correlações individuais para as três camadas mais superficiais, onde se concentraram a maioria das raízes (Tabela 1) e para a totalidade das profundidades.

Tabela 3. Funções de regressão mútlipla para densidade de raízes (DR) a diferentes profundidades no perfil do solo.

Profundidade (cm)	Variável dependente	Variáveis independentes	R^2
0-5	DR	-Silte	0,13
5-10	DR	-ds +Ca	0,39
10-15	DR	-ds	0,28
15-20	DR	----	-----
20-25	DR	-Al	0,18
25-30	DR	-C +ds +Areia -P +K	0,77
30-35	DR	-ds	0,99
35-40	DR	-Silte +Al +Ca	0,56
0-40	DR	+C +K -Al	0,46

SCHENK, M.K. & BARBER, S.A. Root characteristics of corn genotypes as related to P uptake. Agron. J., Madison, 71:921-924, 1979.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; BUENO, M.E.B.; BORGES, D.F. & FONTINELLI, F. Estado de compactação e sistema radicular do milho induzidos por pastejo e preparo do solo. Anais do Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Rio de Janeiro, 1997.

TENNANT, D. A test modified line intersect method of estimating root lenght. J. Ecol., London, 63:995-1001, 1975.