

FERTILIDADE E MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

**Henrique Pereira dos Santos¹, Renato Serena Fontaneli¹, Anderson Santi¹,
Amauri Colet Verdi² e Ana Maria Vargas²**

¹Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo – CNPT (Embrapa trigo),
Rodovia BR 285, km 294, CEP 99001-970, Passo Fundo - RS. E-mail:
henrique.santos@cnpt.embrapa.br; ²Acadêmicos de Agronomia da UPF, Passo Fundo,
RS, Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

A rotação de culturas associada à cobertura permanente e ao mínimo revolvimento do solo compõem os princípios básicos do sistema plantio direto - SPD (Franchini et al., 2011). A ausência dessa prática acarreta o surgimento de alterações de ordem química, física e biológica do solo, que podem comprometer a estabilidade do sistema produtivo. Os Latossolos vermelhos cultivados na região do Planalto Médio sul-rio-grandense que têm sido usados há mais de seis décadas, inicialmente eram manejados com preparo convencional com arado e grade, a cada safra (Spera et al., 2011). A partir do fim dos anos 1980, estes solos passaram a ser, paulatinamente, manejados com SPD (Streck et al., 2008). A correção da acidez do solo, por meio da calagem, também contribui de forma relevante para o aumento da produtividade agrícola, em virtude de melhoria nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Contudo, como os corretivos de acidez possuem baixa solubilidade, a eficiência da calagem está relacionada a uma distribuição uniforme do corretivo e a sua incorporação o mais profundamente possível, para que haja um contato íntimo com as partículas do solo (Raij, 2011). O presente estudo teve como objetivo avaliar a fertilidade do solo e da matéria orgânica do solo em diferentes sistemas de rotações de culturas após aplicação de 4 t ha⁻¹ de calcário.

O ensaio vem sendo conduzido na área experimental da Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, desde 1985, em um Latossolo Vermelho distrófico típico argiloso (Streck et al., 2008). Os dados que serviram de base para o presente trabalho foram obtidos nos anos de 2008, 2010 e 2012. Os tratamentos consistem em quatro tipos de sistemas de manejo de solo (SMS):

1) sistema plantio direto - SPD, 2) preparo de solo com cultivo mínimo com escarificador de hastes – CM; 3) preparo convencional de solo com arado de discos mais grade de discos - PCD e; 4) preparo convencional de solo com arado de aivecas mais grade de discos – PCA, e em três sistemas de rotação de culturas (SRC): I - trigo/soja; II - trigo/soja e ervilhaca/sorgo e; III - trigo/soja, ervilhaca/sorgo e aveia branca/soja. Como testemunha, um fragmento de floresta subtropical com araucárias, adjacente ao experimento, também foi amostrado, com o mesmo número de repetições, e admitido como referencial do estado estrutural do solo antes do mesmo ser submetido às alterações antrópicas. O delineamento experimental usado foi blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos SMS e a sub-parcela, pelos SRC. Nesse resumo serão tratados somente os SRC. Em maio de 2008, foi aplicado $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico, com base no método SMP (pH 6,0), nos PCD e PCA, em todas as parcelas, enquanto que a aplicação de calcário, no SPD e CM foi dividida em duas aplicações de $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ de calcário dolomítico, uma em maio de 2008 e outra em maio de 2009. Em abril de 2008, 2010 e 2012, após a colheita das culturas de verão, o solo foi amostrado nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. As análises (pH em água, P, K, matéria orgânica (MOS), Al e Ca e Mg) seguiram o método descrito por Tedesco et al. (1995). O C orgânico total, em cada camada, foi calculado pela expressão: $C_{\text{acumulado}} = C \cdot D_s \cdot L$, onde $C_{\text{acumulado}}$ corresponde ao C acumulado, em Mg ha^{-1} ; C é o conteúdo de C em g kg^{-1} de solo; D_s é a densidade do solo em g cm^{-3} ; e L é a espessura da camada em centímetros. Os SRC foram comparados, para cada propriedade química de solo, na mesma camada amostrada. As médias dos SRC foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Na comparação entre anos, o valor de pH, nos SRC aumentou em 2010 e 2012, em relação a 2008, nas camadas de 0-5 cm e 5-10 cm após quatro anos de cultivo (Tabela 1). Em 2010, o sistema II mostrou valor de pH maior do que o sistema III, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Porém, nesse período de estudo, nas camadas de 10-15 e 15-20, o sistema I foi superior aos sistemas II e III para os valores de pH. O valor de pH em 2010 e 2012 aumentou, em todos os SRC, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, em comparação ao ano de 2008. Isso pode ter ocorrido, em razão do movimento de Ca para as camadas inferiores.

Nos anos 2010 e 2012, os valores de pH da FST, foi menor em todas as camadas, em relação aos SRC. Isso foi devido ao efeito da aplicação do calcário, em 2008 e 2009.

O valor de Al diminuiu de 2008 para 2010, em todas as camadas e SRC. Em 2012, os valores de Al, em todos os SRC, também foram menores do que os de 2008, porém, aumentaram em relação a 2010, principalmente, nas camadas de 5-10, 10-15 e 15-20 cm. Em 2010, o valor do Al do sistema I foi maior do que do sistema II, na camada de 0-5 cm. Porém, nas camadas de 5-10 e 15-20 cm, o sistema III foi superior ao sistema I para o valor de Al. Em 2012, os valores de Al, nos sistemas II e III foram maiores do que os do sistema I, nas camadas 0-5, 5-10 e 15-20 cm. Nos dois anos estudados, os valores de Al foram maiores na FST, em comparação aos SRC, em todas as camadas estudadas.

Os valores de Ca e Mg, em 2010 e 2012 foram maiores do que os de 2008, em todos os SRC e camadas amostradas. Em 2010, não houve diferença dos valores de Ca entre os SRC, em todas as camadas estudadas. Para os valores de Mg, isso foi verdadeiro, nas camadas de 5-10, 10-15 e 15-20 cm. Em 2012, o sistema I mostrou maior valor de Ca do que o sistema II, nas camadas de 0-5, 5-10 e 10-15 cm. Em 2010, os sistemas II e III foram superiores para o valor Mg, na camada de 0-5 cm, em relação ao sistema I, enquanto que, em 2012, isso foi o inverso para os valores de Mg. A resposta da aplicação de calcário foi positiva somente no sistema I, ou seja, aumentou os valores de Ca e de Mg de 2010 até 2012, na camada de 0-5 cm. Em 2010 e 2012, os valores de Ca e Mg da FST foram menores do que os SRC, em todas as camadas estudadas.

Nos sistemas II e III, o valor de MOS, no ano de 2012, foi igual ao de 2008, na camada de 0-5 cm. Em 2010, não houve diferença do valor de MOS entre os SRC, nas camadas 0-5 e 10-15 cm. Em 2012, os valores de MOS foram menores no sistema I, em comparação com os sistemas II e III, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Essa diferença entre os sistemas pode ser explicada, em parte, pela presença da ervilhaca, nos sistemas II e III, o que não ocorre no sistema I. Em 2010 e 2012, os valores de MOS foram menores do que os da FST, nas camadas de 0-5, 10-15 e 15-20 cm.

O teor de P, em todos os SRC em 2010 e 2012, foi igual ao de 2008, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Em 2010, o teor de P, no sistema I foi superior ao dos sistemas II e III, em todas as camadas amostradas. Isso pode ser devido que, nos sistemas II e III não foi aplicada adubação fosfatada na ervilhaca, no período estudado. Porém em 2012, isso só foi verdadeiro para o teor de P, nas camadas de 0-5, 5-10 e 15-20 cm. Os teores de P, nos sistemas II e III, diminuíram em 2010 e 2012, em todas as camadas amostradas, em relação a 2008.

Os teores de K, em todos SRC, foram iguais em 2010 e 2012, em relação aos teores de 2008, na camada de 0-5 cm. Em 2010, o sistema I, mostrou maior valor de K, em relação aos sistemas II e III, em todas as camadas amostradas. Porém, em 2012, isso foi verdadeiro para o teor de K, somente nas camadas 5-10, 10-15 e 15-20 cm.

Na comparação entre os anos estudados, não houve diferenças para os teores de C acumulado, na camada de 0-20 cm. Em 2010, não houve diferença do valor de C acumulado entre os SRC e nem desses para FST. Em 2012, o C acumulado no sistema II foi maior do que o do sistema I e da FST.

Nesse período de estudo, o calcário promoveu o aumento do pH e dos teores de Ca e Mg do solo e ocasionou a diminuição do Al tóxico, principalmente nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. Camadas do solo mais profundas exibiram redução nos teores de Ca, Mg, MOS, P e K. Os sistemas de rotação de culturas mostraram menores teores de MOS do que a FST, na maioria das camadas estudadas.

Referências bibliográficas

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J.M. DA; DEBIASE, H. Rotação de culturas: prática que confere maior sustentabilidade à produção agrícola no Paraná.

Informações Agronômicas, Piracicaba, n.134, p.1-13, 2011.

RAIJ, B. van. **Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície.**

Informações Agronômicas, Piracicaba, n.135, p.8-18, 2011.

SPERA, S.T.; ESCOSTEGUY, P.A.V.; DENARDIN, J.E.; KLEIN, V.A.;

SANTOS, dos, H.P. Atributos químicos de Latossolo Vermelho distrófico sob

tipos de manejo de solo e rotação de culturas. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.14, p.324-334, 2011.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: EMATER/RS; 2008. 222 p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. 2. ed. rev. e ampl. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5.)

Tabela 1. Médias de pH em água, alumínio, cálcio, magnésio, matéria orgânica, fósforo, potássio e carbono acumulado, avaliados após as culturas de verão, em 2008, 2010 e 2012, em quatro camadas de solo e em três sistemas de rotação de culturas

Sistemas de rotação culturas	Camadas													
	0-5 cm				5-10 cm				10-15 cm				15-20 cm	
	2008	2010	2012	2008	2010	2012	2008	2010	2012	2008	2010	2012		
	pH (água 1:1)													
Sistema I	5,03 aB	5,51 abA	5,60 aA	5,07 aB	5,59 aA	5,53 aA	5,08 aA	5,57 aA	5,56 aA	5,10 aA	5,42 aA	5,50 abA		
Sistema II	5,02 aB	5,59 aA	5,60 aA	5,06 aB	5,52 aA	5,57 aA	5,07 aB	5,40 bAB	5,55 aA	5,16 aB	5,27 bB	5,56 aA		
Sistema III	5,08 aB	5,46 bA	5,57 aA	5,09 aB	5,41 bA	5,57 aA	5,12 aB	5,24 cAB	5,55 aA	5,16 aB	5,12 cB	5,47 bA		
Floresta	4,60 bA	4,70 cA	4,65 bA	4,56 bA	4,70 cA	4,63 bA	4,50 bA	4,73 dA	4,62 bA	4,60 bA	4,77 dA	4,68 cA		
	Alumínio (mmol _c dm ⁻³)													
Sistema I	11,9 bA	6,2 bB	3,4 cB	14,1 bA	4,1 cB	6,9 cB	15,1 bA	7,5 cB	9,7 cAB	15,3 bA	8,8 cB	10,0 cAB		
Sistema II	13,9 bA	4,1 cB	4,8 bB	15,9 bA	6,1 bB	9,2 bB	16,8 bA	8,2 bcB	11,9 bAB	16,1 bA	8,8 cB	12,3 bAB		
Sistema III	12,6 bA	5,7 bcB	4,8 bB	15,3 bA	6,2 bB	8,7 bB	16,7 bA	9,7 bB	10,4 cAB	16,2 bA	10,4 bB	12,3 bAB		
Floresta	21,7 aA	17,0 aA	19,3 aA	27,6 aA	24,0 aA	25,8 aA	38,10 aA	26,9 aA	32,5 aA	38,4 aA	23,9 aA	31,1 aA		
	Cálcio (mmol _c dm ⁻³)													
Sistema I	28 aB	41 aA	48 aA	29 aB	45 aA	41 aA	28 aB	42 aA	38 aAB	29 aB	37 aA	36 aAB		
Sistema II	26 aB	47 aA	44 bA	27 aB	45 aA	38 bA	27 aB	41 aA	36 bA	28 aB	38 aA	35 aA		
Sistema III	28 aB	45 aA	45 bA	28 aB	44 aA	41 aA	27 aB	39 aA	37 aA	28 aB	36 aA	34 aA		
Floresta	31 aA	36 bA	33 cA	21 bA	21 bA	21 cA	11 bA	15 bA	13 cA	9 bA	11 bA	10 bA		
	Magnésio (mmol _c dm ⁻³)													
Sistema I	11 bB	22 bA	27 aA	11 aB	26 aA	24 aA	11 aB	23 aA	22 aA	11 aB	20 aA	20 aA		
Sistema II	10 bB	27 aA	26 bA	10 aB	26 aA	24 aA	11 aB	23 aA	21 aA	11 aB	20 aA	21 aA		
Sistema III	12 bB	26 aA	26 bA	11 aB	26 aA	24 aA	11 aB	22 aA	22 aA	11 aB	19 aA	20 aA		
Floresta	14 aA	13 cA	14 cA	10 aA	10 bA	10 bA	6 bA	8 bA	7 bA	5 bA	7 bA	6 bA		
	Matéria Orgânica (g kg ⁻³)													
Sistema I	33 bA	28 bA	31 cA	33 bA	30 abAB	27 dB	29 bA	26 bB	25 cB	28 bA	24 cB	24 cB		
Sistema II	32 bAB	29 bB	33 bA	31 bA	29 bAB	28 cB	29 bA	25 bB	26 bcB	27 bA	25 bcB	25 bB		
Sistema III	32 bAB	29 bB	33 bA	32 bA	29 bAB	29 bB	29 bA	26 bB	27 bB	27 bA	26 bB	24 bcB		
Floresta	45 aA	46 aA	46 aA	41 aA	31 aB	36 aAB	35 aA	29 aA	32 aA	29 aA	28 aA	28 aA		
	Fósforo (mg kg ⁻³)													
Sistema I	49 aA	39 aA	51 aA	46 aA	49 aA	49 aA	49 aA	36 aAB	29 aB	33 aA	27 aA	23 aA		
Sistema II	43 aA	34 bA	39 bA	47 aA	39 bA	37 bA	37 abA	31 bA	29 aA	29 aA	21 bB	16 cB		
Sistema III	40 aA	32 bA	42 bA	41 aA	39 bA	36 bA	34 bA	29 bA	23 bA	26 aA	22 bB	17 cB		
Floresta	7 bA	6 cA	7 cA	5 cA	3 cA	4 cA	3 cA	2 cA	3 bA	3 bA	2 cA	3 bA		
	Potássio (mg kg ⁻³)													
Sistema I	289 aA	284 aA	277 aA	222 aAB	258 aA	208 aB	198 aA	203 aA	189 aA	189 aA	185 aA	175 aA		
Sistema II	263 aA	253 bA	267 abA	205 aAB	220 bA	177 bB	193 aA	180 bA	150 cB	182 aA	174 bA	128 cB		
Sistema III	289 aA	247 bA	257 bA	224 aAB	232 bA	180 bB	194 aA	182 bA	167 bB	184 aA	174 bA	149 bB		
Floresta	81 bA	74 cA	78 cA	61 bA	45 cA	53 cA	37 bA	36 cA	37 dA	28 bA	28 cA	28 dA		
	Carbono acumulado (g kg ⁻³)													
	0-20 cm 2008				0-20 cm 2010				0-20 cm 2012					
Sistema I	87 aA				85 aA				83 bA					
Sistema II	83 aA				82 aA				86 aA					
Sistema III	87 aA				85 aA				85 abA					
Floresta	74 bA				84 aA				79 cA					

Sistema I: trigo/soja; Sistema II: trigo/soja e ervilhaca/sorgo; e Sistema III: trigo/soja, ervilhaca/milho e aveia branca/soja. Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna, entre sistema de rotação de culturas e a mesma letra maiúscula, na horizontal, dentro de cada camada, para cada sistema de rotação de culturas, não mostraram diferenças significativas, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.