



Avaliação de sistemas de rotação na fertilidade e matéria orgânica do solo

Henrique Pereira dos Santos¹, Silvio Tulio Spera², Renato Serena Fontaneli³,
Georgia Luiza Maldaner⁴ e Evandro Ademir Lampert⁵

¹Eng. Agrôn., Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS, Brasil. Bolsista CNPq-PQ. E-mail: hpsantos@cnpt.embrapa.br. ²Eng. Agrôn., Embrapa Agrossilvipastoril. Av. das Itaúbas, 3257 – Setor Comercial, 78550-194 Sinop, MT, Brasil E-mail: E-mail: silvio.spera@embrapa.br. ³Eng. Agrôn., Embrapa Trigo e Professor Titular da FAMV/UPF. E-mail: renatof@cnpt.embrapa.br. ⁴Acadêmica de Agronomia da UPF/FAMV, Passo Fundo, RS. Bolsista de Iniciação Científica - CNPq, na Embrapa Trigo. E-mail: gemaldanerlrc@hotmail.com. ⁵Téc. Agric., Embrapa Trigo. E-mail: evandro@cnpt.embrapa.br.

Em solos tropicais e subtropicais com intenso revolvimento, normalmente, a perda da matéria orgânica do solo equivale a 50 % do estoque original, num período, de 15 a 23 anos de cultivo (Bayer et al., 2003; Santi et al., 2007). Essas elevadas perdas, possivelmente, são consequência de elevada taxa de decomposição da matéria orgânica e do intenso processo erosivo nos solos submetidos ao preparo convencional com revolvimento.

Estudos de diferentes tipos de manejo de solo e rotação de culturas têm mostrado acúmulos de MOS, P, K, Ca e Mg em áreas manejada com sistemas conservacionistas, desde que sejam incluídas espécies leguminosas como plantas de cobertura e de adubação verde ao solo (Bayer et al., 2000; Bertol et al., 2004; Sisti et al., 2004). Por outro lado, alguns estudos têm mostrado a ocorrência de acidificação do solo e presença de Al tóxico para as plantas, em solos cultivados por longos períodos, sem adição de calcário (Paiva et al., 1996; Ciotta et al., 2002). O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de rotação de culturas no estoque de carbono e de matéria orgânica do solo, após 2,7 anos de cultivo (2005 a 2008) em Passo Fundo, RS.

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 tratamentos consistiram em quatro tipos de manejo de solo (MSs) - 1) sistema plantio direto (PD), 2) cultivo mínimo (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 rotações de culturas (SRCs): I (trigo/soja), II (trigo/soja e ervilhaca/milho ou sorgo) e III (trigo/soja, ervilhaca/milho ou sorgo e aveia branca/soja) (Tabela 1). Como testemunha, um fragmento de floresta subtropical com araucárias (FST), 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 completos ao acaso, com parcelas subdivididas, e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos MSs, e a subparcela, pelos SRCs. A parcela principal media 360 m² e a subparcela, 40 m². No presente trabalho serão abordados os dados sobre os SRCs.



Tabela 1. Tipos de manejo do solo e de rotação de culturas para rendimento de grãos de trigo. Passo Fundo, RS.

Rotação de Culturas	Manejo do solo (Parcela principal)				Subparcela			
					2005	2006	2007	2008
Sistema I	PD	PCD	PCA	CM	T/S	T/S	T/S	T/S
Sistema II	PD	PCD	PCA	CM	E/So	T/S	E/So	T/S
	PD	PCD	PCA	CM	T/S	E/So	T/S	E/So
Sistema III	PD	PCD	PCA	CM	E/So	Ab/S	T/S	E/So
	PD	PCD	PCA	CM	Ab/S	T/S	E/So	Ab/S
	PD	PCD	PCA	CM	T/S	E/So	Ab/S	T/S

PD: plantio direto. PCD: preparo convencional de solo com arado de discos. PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas. CM: cultivo mínimo marca JAN.

Ab: aveia branca, E: ervilhaca, M: milho, S: soja, So: sorgo; T: trigo.

A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises químicas da área experimental.

Em abril de 2005 e de 2008, após a colheita das culturas de verão, foram coletadas amostras de solo compostas (duas subamostras por parcela), nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. As análises (pH em água, P, K, matéria orgânica, Al e Ca + Mg) seguiram o método descrito por Tedesco et al. (1995). O carbono orgânico, em cada camada foi determinado pela expressão: $C_{\text{acumulado}} = C \cdot D_s \cdot L$, onde $C_{\text{acumulado}}$ corresponde ao carbono acumulado em Mg ha^{-1} ; C é o conteúdo de carbono 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 (Corazza et al., 1999).

Os SRCs foram comparados, para cada propriedade química de solo, na mesma profundidade de amostragem (SAS, 2003). As profundidades de amostragem de solo foram comparadas no SRC. As médias dos sistemas de rotação de culturas foram comparadas pelo teste de Duncan a 5%.

Os valores de pH em água, Ca, Mg, nas duas primeiras camadas e nos sistemas de rotação de culturas (SRCs), em 2008 (Tabela 2) foram maiores do que os valores, de 2005, enquanto com o teor de Al e de C orgânico acumulado, na camada de 0-20 cm, ocorreu o inverso. Em 2008, não houve diferença entre os SRCs dos valores de pH, Al, Ca, Mg, MOS, P, K, em todas as camadas estudadas e C acumulado. Por sua vez, os valores de pH, P e K foram maiores na camada agricultável, em relação ao da floresta subtropical, enquanto os teores de matéria orgânica do solo (MOS) manifestaram-se ao contrário. Isso indica que as sequências de espécies componentes dos SRCs não promoveram alterações na concentração desses nutrientes no solo.

Em 2008, nos sistemas II e III, o pH foi maior na camada de 0-5 cm decrescendo até a camada de 15-20 cm (Tabela 2). Nos teores de MOS ocorreu o inverso. Os valores de K foram maiores em superfície em todos os SRCs, decrescendo na camada mais profunda. Nos valores de Ca e Mg não houve diferença entre as camadas amostradas dos SRCs.



Tabela 2. Valores médios de pH em água, Al, Ca, Mg trocáveis, matéria orgânica, P extraível e K disponível, avaliados após as culturas de verão, em 2005 e 2008, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de rotação de culturas. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2009.

Sistemas de rotação de culturas	2005				2008			
	Profundidade (cm)							
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5	5-10	10-15	15-20
	pH (água 1:1)							
Sistema I	4,93 bB	4,97 bB	5,06 aAB	5,11 aA	5,03 aA	5,07 aA	5,08 aA	5,10 aA
Sistema II	5,03 abC	5,03 abBC	5,11 aAB	5,16 aA	5,02 aB	5,06 aAB	5,10 aAB	5,16 aA
Sistema III	5,13 aA	5,09 aA	5,13 aA	5,15 aA	5,08 aB	5,09 aB	5,12 aAB	5,16 aA
Floresta	4,43 cA	4,37 cA	4,37 aA	4,40 aA	4,60 bA	4,56 bA	4,50 bA	4,60 bA
	Alumínio (mmol _c dm ⁻³)							
Sistema I	10,81aB	14,07 aA	15,25 aA	14,52 aA	11,94 bB	14,12 bAB	15,08 bA	15,29 bA
Sistema II	12,09 aA	15,28 aA	14,45 aA	13,79 aA	13,97 bB	15,97 bAB	16,82 bA	16,07 bAB
Sistema III	11,19 aB	14,44 aA	15,14 aA	15,05 aA	12,56 bB	15,26 bA	16,67 bA	16,16 bA
Floresta	36,27 aA	43,00 aA	46,67 aA	45,37 aA	21,73 aB	27,63 aB	38,10 aA	38,36 aA
	Cálcio (mmol _c dm ⁻³)							
Sistema I	35 aA	32 aA	32 aA	33 aA	28 aA	29 aA	28 aA	29 aA
Sistema II	32 aA	30 aA	31 aA	32 aA	26 aA	27 aA	27 aA	28 aA
Sistema III	34 aA	31 aB	31 aB	32 aB	28 aA	28 aA	27 aA	28 aA
Floresta	21 aA	13 aA	8 aA	9 aA	31 aA	21 bAB	11 bB	9 bB
	Magnésio (mmol _c dm ⁻³)							
Sistema I	14 aA	13 aA	13 aA	13 aA	11 bA	11 aA	11 aA	11 aA
Sistema II	14 aA	13 aA	13 aA	14 aA	11 bA	11 aA	11 aA	11 aA
Sistema III	15 aA	13 aB	13 aB	13 aB	12 bA	11 aA	11 aA	11 aA
Floresta	7 bA	4 aA	4 aA	4 aA	14 aA	10 aAB	6 bB	5 bB
	Matéria Orgânica (g kg ⁻³)							
Sistema I	31 bA	28 aAB	27 aB	26 aB	33 bA	33 bA	29 bB	28 bB
Sistema II	31 bA	29 aAB	28 aBC	27 aC	32 bA	31 bA	29 bB	27 bB
Sistema III	33 bA	29 aB	27 aC	27 aC	33 bA	32 bA	29 bB	27 bB
Floresta	36 aA	29 aA	26 aA	28 aA	45 aA	41 aAB	35 aAB	29 aB
	Fósforo (mg kg ⁻³)							
Sistema I	47,2 aA	57,1 aA	47,1 aA	36,1 aA	48,6 aA	45,9 aA	48,9 aA	33,3 aB
Sistema II	42,0 aA	39,2 bA	30,3 bB	21,1 bC	43,4 aA	46,6 aA	37,4 bAB	28,8 aB
Sistema III	41,7 aA	39,0 bA	36,1 abA	27,0 abB	39,9 aAB	41,2 aA	34,2 bB	25,9 aC
Floresta	4,3 aA	3,3 cB	2,7 cB	3,0 cB	7,4 bA	4,8 bA	3,2 cA	3,4 bA
	Potássio (mg kg ⁻³)							
Sistema I	285 aA	280 aA	263 aA	241 aA	289 aA	222 aB	198 aC	189 aC
Sistema II	277 aA	264 aA	253 aA	219 aB	263 aA	205 aB	193 aB	182 aB
Sistema III	272 aA	267 aA	265 aA	238 aB	289 aA	224 aB	194 aC	184 aC
Floresta	83 aA	53 aB	41 aB	44 aB	81 bA	61 bA	37 bB	28 bB
	Carbono acumulado (g kg ⁻³) 0-20 cm							
Sistema I				80 a				87 a
Sistema II				79 a				83 a
Sistema III				80 a				87 a
Floresta				67 a				74 b

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 entre as profundidades, para cada sistemas de rotação de culturas, não apresentam diferenças significativas, pelo teste de Duncan a 5%.

Os sistemas rotação de culturas mostram menor teor de matéria orgânica, do que a floresta subtropical, em todas as camadas estudadas, indicando que o uso agrícola do solo não favorecem incrementos de MOS.

A floresta subtropical apresenta menores valores de atributos relativos a fertilidade do solo, porém, os teores de MOS são sempre maiores.



Referências

- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T. J. C.; MARTIM NETO, L.; FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 54, n. 1/2, p. 101-109, 2000.
- BAYER, C.; SPAGNOLLO, E.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A. Incremento de carbono e nitrogênio num latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 469-475, 2003.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 155-163, 2004.
- CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; WOBETO, C. Acidificação de Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 1055-1064, 2002.
- CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 425-432, 1999.
- PAIVA, P. J. R.; VALE, F. R.; FURTINI NETO, A. E.; FAQUIN, V. Acidificação de um Latossolo roxo do estado do Paraná sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 71-75, 1996.
- SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; DENARDIN, J. E. **Potencial de seqüestro de carbono pela agricultura brasileira e a mitigação do efeito estufa**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 8 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos online, 78). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do78.htm>.
- SAS INSTITUTE. **SAS system for Microsoft Windows version 8.2**. Cary, 2003.
- SISTI, C. P. J.; SANTOS, H. P. dos; KOHHANN, R. A.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 76, n. 1, p. 39-58, 2004.
- 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. ampl. Porto Alegre: EMATER-RS; 2008. 222 p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. 2. ed. rev. ampl. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p. (UFRGS. Boletim técnico, 5).