

ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO COM PASTAGENS ANUAIS DE INVERNO, SOB PLANTIO DIRETO

Henrique Pereira dos Santos, Renato Serena Fontaneli,
Gilberto Omar Tomm e José Eloir Denardin

Introdução

Sistemas de produção de grãos ou mistos, integrando lavoura e pecuária, quando conduzidos sob plantio direto, promovem alterações nos atributos químicos e físicos do solo, gerando condições favoráveis ao desenvolvimento de espécies cultivadas (Santos & Reis, 2001). A adoção do sistema plantio direto tem provocado diminuição da erosão hídrica e aumento da taxa de infiltração de água no solo, do diâmetro dos agregados, da atividade microbiana e da produtividade de culturas (Campos et al., 1995). Nesse contexto, o uso de sistemas de manejo de solo que determinem menor intensidade de mobilização de solo do que o preparo convencional e proporcionem acúmulo de resíduos de culturas na superfície do solo, em áreas anteriormente degradadas pelo preparo inadequado de solo, está possibilitando a recuperação de atributos físicos do solo (Da Ros et al., 1997). Do ponto de vista químico, em geral, solos cultivados sob plantio direto apresentam maior concentração de matéria orgânica, de P extraível e de K trocável na camada superficial do perfil (0-5 cm - Santos et al., 2001).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar atributos químicos e físicos de solo após seis anos de cultivo com sistemas de produção de grãos e pastagens anuais de inverno, sob plantio direto.

Método

O experimento, base do estudo relatado, foi conduzido no CEPAGRO-Centro de Extensão e Pesquisa Agronômica, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo (UPF), em Passo Fundo, RS, longitude de 28° 15' S, latitude de 52° 24' W e altitude de 684 m. O ensaio transcorreu de 1990 a 1995, em Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 1999), de textura argilosa e relevo suavemente ondulado. Os teores médios de argila, de silte e de areia na camada 0-20 cm de profundidade são, respectivamente, 490 g/kg, 200 g/kg e 310 g/kg.

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de produção manejados sob plantio direto: sistema I [trigo (*Triticum aestivum* L.)/soja [*Glycine max* (L.) Merrill], pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.)/soja e pastagem de aveia preta/soja]; sistema II [trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca (*Vicia sativa* L.)/milho (*Zea mays* L.)]; sistema III (trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho); e sistema IV [trigo/soja, aveia branca (*Avena sativa* L.)/soja e aveia branca/soja] (Tabela 1). Em 1990, a leguminosa componente da pastagem de estação fria foi trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum* Savi cv. Yuchi), em lugar de ervi-

lhaca. As pastagens anuais de estação fria foram pastejadas por animais de raça mista, duas e/ou três vezes por ano.

Em abril de 1990, antes da semeadura das culturas de estação fria, foram coletadas amostras de solo, em cada parcela, na profundidade 0-20 cm, para determinar atributos químicos de solo, cujos valores médios foram: pH = 5,4; Al trocável = 2,5 mmol/dm³; Ca + Mg trocáveis = 89,8 mmol/dm³; matéria orgânica do solo = 32,0 g/kg; P extraível = 11,5 mg/kg; e K trocável = 138 mg/kg. Quatro anos antes da instalação do ensaio, o solo da área experimental teve acidez corrigida, com calcário dolomítico, com base no método SMP (pH 6,0).

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com recomendação para cada cultura e baseada nos resultados da análise de solo. As amostras de solo foram coletadas a cada três anos, após colheita das culturas de estação quente.

Em maio de 1996, após colheita das culturas de estação quente da safra 1995/1996, foram coletadas amostras de solo, compostas de três subamostras por parcela, nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm, para análise de atributos químicos de solo. As análises (pH em água, P extraível, K trocável, matéria orgânica do solo, Al trocável e Ca + Mg trocáveis) seguiram método descrito por Tedesco et al. (1985). O Al trocável foi extraído em solução de KCl 1 Mol/L e determinado por titulometria com solução de NaOH 0,025 N; Ca + Mg trocáveis foram extraídos pelo mesmo extrator de Al trocável e determinados por espectrofotometria de absorção atômica; matéria orgânica foi determinada por combustão úmida; e P extraível e K trocável foram determinados pelo método Mehlich-1.

Também em maio de 1996, foram coletadas amostras de solo nas profundidades 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, para análise de atributos físicos. A densidade do solo foi determinada pelo método do torrão parafinado, e a estabilidade de agregados em água e o diâmetro médio geométrico de agregados estáveis em água foram determinados pelo método de peneiramento via úmida. Esses métodos estão descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo da Embrapa (1997).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. A área de cada parcela media 500 m². Os sistemas de produção, integrando pastagens anuais de estação fria com produção de grãos, foram comparados entre si para cada atributo químico e físico de solo, em todas as profundidades amostradas. Os atributos químicos e físicos de solo foram também comparados dentro do mesmo sistema de produção e da mesma profundidade amostrada. Todas as comparações foram realizadas por meio de contrastes com um grau de liberdade (Steel & Torrie, 1980). A significância dos contrastes foi dada pelo teste F, levando-se em conta o desdobramento dos graus de liberdade do erro.

Resultados

Atributos químicos de solo – O valor de pH de solo na profundidade 0-20 cm, expresso pela média ponderada das profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm (Tabela 2), avaliado em maio de 1996, mostrou-se inferior ao valor obtido em 1990, antes da instalação do experimento.

Essa variação denota perda do efeito residual da calagem que está associada à reacidação do solo, em virtude da mineralização de matéria orgânica e da fertilização de culturas com fertilizantes nitrogenados. Embora os sistemas de produção estudados não tenham induzido diferenças significativas no valor de pH de solo, a reacidação observada infere necessidade de calagens periódicas, conforme preconizado pela SBCS (1995).

O teor de Al trocável de solo na profundidade 0-20 cm, expresso pela média ponderada das profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm (Tabela 3), avaliado em maio de 1996, independentemente do sistema de produção de culturas estudado, mostrou-se superior ao valor obtido em 1990, antes da instalação do experimento. Esse comportamento está em perfeita consonância com dados obtidos para pH de solo e diretamente associado ao processo de acidificação de solo. A exemplo do ocorrido para pH de solo, os sistemas de produção estudados não induziram diferenças significativas no valor de Al trocável de solo.

Os valores de Ca + Mg trocáveis de solo na profundidade 0-20 cm, expressos pela média ponderada das profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm (Tabela 4), avaliados em maio de 1996, são considerados elevados para desenvolvimento das culturas tradicionais no solo em estudo (SBCS, 1995). Entretanto, esses valores situaram-se abaixo do observado em 1990, antes da instalação do ensaio. Em conformidade com o ocorrido com os atributos pH e Al trocável de solo, os sistemas de produção estudados não promoveram influência significativa nos valores de Ca + Mg trocáveis de solo.

O nível de matéria orgânica de solo da profundidade 0-20 cm, expresso pela média ponderada das profundidades 0-5, 5-10 e

10-20 cm (Tabela 5), avaliado em maio de 1996, apresentou-se abaixo do valor registrado por ocasião da instalação do experimento em 1990. Na maioria dos estudos sob plantio direto, tem sido observado acúmulo de matéria orgânica nas profundidades próximas à superfície do solo.

Em algumas profundidades de amostragem, houve diferenças significativas entre o nível médio de matéria orgânica de solo. O sistema IV mostrou nível de matéria orgânica maior, em comparação aos sistemas I e II, na profundidade 10-20 cm. Foram verificadas diferenças significativas no nível de matéria orgânica de solo entre determinadas profundidades de amostragem de solo na maioria dos sistemas de produção. Em todos os sistemas, houve redução progressiva do nível de matéria orgânica da camada superficial para a camada mais abaixo.

O teor de P extraível de solo na profundidade 0-20 cm, expresso pela média ponderada das profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm (Tabela 6), avaliado em maio de 1996, mostrou-se superior ao valor considerado crítico (9,0 mg/kg) para crescimento e desenvolvimento de culturas anuais nesse tipo de solo (RCSBPT, 1999). Considerando a elevada variabilidade desse elemento no solo, pode-se afirmar que o teor de P extraível, na profundidade 0-20 cm, praticamente não variou em relação ao valor determinado em 1990, antes da instalação do ensaio. Pode-se afirmar que a maioria dos sistemas de produção estudados não influíram no teor de P extraível do solo. Apenas na profundidade 0-5 cm foram observadas diferenças significativas entre os sistemas de produção de culturas para esse elemento, sendo maior no sistema IV do que nos sistemas II e III. Esse efeito pode ser reflexo do consórcio aveia preta + ervilhaca, que foi pastejado por duas e/ou três vezes por ano, durante o

período de estudo nos sistemas II e III, com conseqüente maior remoção desse elemento do que as leguminosas do sistema IV, usadas somente para produção de grãos, considerando-se que a dose de fósforo aplicada foi a mesma em todos os tratamentos.

Todos os sistemas avaliados diferiram, significativamente, quanto ao teor de P extraível em todas as profundidades de amostragem, exceto no contraste entre 10-20 cm x 20-30 cm. Em todos os sistemas, o teor de P extraível na profundidade 0-5 cm foi 4,2 a 4,6 vezes maior do que o teor registrado na profundidade 20-30 cm. O acúmulo de P extraível próximo à superfície do solo decorre de aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, da liberação de P durante a decomposição de resíduos vegetais e da menor fixação de P, em virtude do menor contato desse elemento com constituintes inorgânicos de solo, uma vez que não há incorporação de resíduos vegetais através de mobilizações de solo no plantio direto.

O teor de K extraível de solo na profundidade 0-20 cm, expresso pela média ponderada das profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm (Tabela 7), avaliado em maio de 1996, mostrou-se inferior ao valor determinado em 1990, antes da instalação do ensaio. Apenas no sistema IV o teor médio ponderado de K trocável do solo manteve-se acima do valor considerado crítico (80 mg/kg) para crescimento e desenvolvimento de culturas anuais nesse tipo de solo (RCSBPT, 1999).

O valor de K trocável de solo diferiu, significativamente, entre alguns sistemas de produção. O teor de K trocável, nas profundidades 0-5 cm a 20-30 cm, foi mais elevado no sistema IV do que nos sistemas I, II e III. Isso, também, pode ser reflexo do pastejo de aveia preta e do consórcio aveia preta + ervilha-

ca, que ocorreu por duas e/ou três vezes por ano, durante o período de estudo, nos sistemas II e III, com conseqüente maior remoção desse elemento do que nas culturas do sistema IV, usadas exclusivamente para produção de grãos.

Foram verificadas diferenças significativas de K trocável entre todas as profundidades de amostragem de solo de todos os sistemas de produção avaliados, exceto no contraste entre 10-20 cm x 20-30 cm. A exemplo do verificado com P extraível, também houve acúmulo de K trocável na camada próxima à superfície nos diferentes sistemas de produção. O teor de K trocável, na profundidade 0-5 cm, foi 2,6 a 3,3 vezes maior que a concentração verificada na profundidade 10-20 cm.

Atributos físicos de solo – Os atributos físicos de solo (densidade de solo, agregados estáveis em água, com diâmetro superior a 4,76 mm, e diâmetro médio geométrico de agregados estáveis em água) não foram influenciados pelos sistemas de produção (tabelas 8 e 10), exceto para densidade de solo entre os sistemas III e IV, na profundidade 20-30 cm. Certamente essa diferença pode ser considerada sem relevância, pois não há evidências de como os sistemas de produção III e IV poderiam influenciar esse atributo apenas nessa profundidade de solo. A inexistência de efeitos dos sistemas de produção sobre esses atributos físicos de solo pode, em parte, ser creditada à semelhança do conjunto de espécies vegetais que compuseram os sistemas de produção. Embora os sistemas II e III tenham envolvido a cultura de milho, que é uma espécie de elevado potencial de produção de fitomassa, também envolveram a cultura de ervilhaca, que é reconhecida, pela baixa relação C/N, como aceleradora da taxa de mineralização de matéria orgânica.

À exceção do diâmetro médio geométrico de agregados estáveis em água, em todos os sistemas de produção a densidade de solo e os agregados estáveis em água, com diâmetro superior a 4,76 mm, apresentaram variação estatística entre profundidades amostradas.

O sistema IV, embora tenha sido destinado exclusivamente à produção de grãos, não mostrou diferença significativa, para densidade de solo, em comparação aos sistemas I, II e III, que foram submetidos a pastejo durante as cinco estações frias. Como a densidade de solo é um atributo pedológico usado para a avaliação do estado estrutural do solo, nas condições em que foi conduzido o presente estudo não se perceberam indícios de que a integração lavoura-pecuária, presente nos sistemas I, II e III, tenha contribuído para a compactação de solo. Independentemente do sistema de produção, é notório que os valores de densidade de solo, em todas as profundidades amostradas, mostraram-se muito próximos do valor considerado crítico para latossolos ($> 1,40 \text{ Mg/m}^3$). A redução da densidade de solo com o aumento da profundidade de amostragem pode estar associada a efeitos resultantes do tráfego de equipamentos agrícolas e de animais, bem como ao emprego do método do torrão parafinado. Esse método despreza o solo dos primeiros centímetros do perfil, que, embora agregado, não forma torrões de tamanho adequado para análise.

Os agregados estáveis em água, com diâmetro superior a 4,76 mm, e o diâmetro médio ponderado de agregados estáveis em água diminuíram com o aumento da profundidade de amostragem (tabelas 8 e 10). Esse comportamento foi altamente coerente com a variação observada no nível de matéria orgânica de solo (Tabela 3), visto que, em latossolos, a estabilidade de

agregados com diâmetro superior a 2 mm é altamente dependente do nível de matéria orgânica. Tanto a percentagem de agregados estáveis em água com diâmetro superior a 4,76 mm como o diâmetro médio ponderado de agregados estáveis em água podem ser considerados elevados para esse tipo de solo. Possivelmente, a expressão positiva dessas propriedades do solo esteja associada à adoção do sistema plantio direto, que, pela ausência de mobilizações de solo, favorece a agregação estável de solo.

Referências Bibliográficas

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, n.1, p.121-126, 1995.

DA ROS, C. O.; SECCO, D.; FIORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.2, p.241-247, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. SPI, Brasília, 1997. 212p. (Embrapa Solos. Documentos, 1)

REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 31., 1999, Passo Fundo. **Recomendações**. Passo Fundo, Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, 1999. 86p.

SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.3, p.645-653, 2001.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Rotação de culturas. In: SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. Cap. 1, p.11-132.

STEEL, G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul. Comissão de fertilidade do solo - RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo, 1995. 224p.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul-Faculdade de Agronomia, 1985. 32p. (Boletim Técnico, 5)

Tabela 1. Sistemas de produção de grãos com pastagens anuais de inverno, sob sistema plantio direto, de 1990 a 1995. Embrapa Trigo. Passo Fundo, RS.

Sistema de produção	Ano				
	1990	1991	1992	1993	1994
Sistema I	T/S	Ap/S	Ap/S	T/S	Ap/S
	Ap/S	Ap/S	T/S	Ap/S	Ap/S
	Ap/S	T/S	Ap/S	Ap/S	Ap/S
Sistema II	T/S	Ap+E/M	T/S	Ap+E/M	Ap+E/M
	Ap+Tv/M	T/S	Ap+E/M	T/S	Ap+E/M
Sistema III	T/S	Ap+E/S	Ap+E/M	T/S	Ap+E/S
	Ap+Tv/S	Ap+E/M	T/S	Ap+E/S	Ap+E/M
	Ap+Tv/M	T/S	Ap+E/S	Ap+E/M	Ap+E/S
Sistema IV	T/S	Ab/S	Ab/S	T/S	Ab/S
	Ab/S	Ab/S	T/S	Ab/S	Ab/S
	Ab/S	T/S	Ab/S	Ab/S	Ab/S

Obs.: Ab = aveia branca; Ap = aveia preta; E = ervilhaca; M = milho; S = soja; T = trigo; e Tv = trevo vesiculoso.

Tabela 2. Valores médios de pH em água, avaliados após as culturas de estação quente, em maio de 1996, em quatro profundidades de solo e em diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção ¹	Profundidade de solo amostrada (cm)											
	0-5				5-10				20-30			
	Média ponderada	0-5	x	0-5	x	5-10	x	5-10	x	20-30	x	20-30
I	5,0	5,2	5,2	4,9	5,2	5,2	4,9	5,2	4,9	5,2	4,9	5,2
II	5,1	5,3	5,1	4,9	5,2	5,2	4,9	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
III	5,0	5,3	5,2	4,9	5,2	5,2	4,9	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
IV	5,1	5,2	5,1	4,9	5,2	5,2	4,9	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
Contraste entre sistema												
I x II	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x III	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II x III	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

¹ Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema IV: trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja.

Tabela 3. Valores médios de alumínio trocável, avaliados após as culturas de estação quente, em maio de 1996, em quatro profundidades de solo e em diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção ¹	Profundidade de solo amostrada (cm)									
	0-5		5-10		10-20		20-30		Média ponderada	
	x		x		x		x		x	
I	7,6	8,0	10,7	22,6	9,3	ns	ns	**	ns	**
II	7,6	6,6	13,5	24,3	10,3	ns	ns	**	**	**
III	8,6	6,9	10,3	22,8	9,0	ns	ns	**	*	**
IV	7,8	8,8	13,2	23,5	10,8	ns	ns	**	*	**
Contraste entre sistema										
I x II	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
I x III	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
I x IV	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
II x III	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
II x IV	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
III x IV	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

¹ Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema IV: trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja.

Tabela 4. Valores médios de cálcio + magnésio trocáveis, avaliados após as culturas de estação quente, em maio de 1996, em quatro profundidades de solo e em diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção ¹	Profundidade de solo amostrada (cm)									
	0-5	5-10	10-20	20-30	Média		0-5	0-5	5-10	10-20
					ponderada		x	x	x	x
					0-20	0-20	5-10	10-20	20-30	20-30
I	62,7	62,4	54,6	35,3	58,8	ns	ns	**	ns	**
II	59,9	63,0	50,4	32,2	55,9	ns	ns	*	*	**
III	58,8	62,5	54,6	32,9	57,6	ns	ns	ns	*	**
IV	60,3	57,4	50,0	32,6	54,4	ns	ns	*	ns	**
Contraste entre sistema										
I x II	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
I x III	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
I x IV	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
II x III	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
II x IV	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
III x IV	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

¹ Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema IV: trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja.

Atributos químicos e físicos em sistemas mistos

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

* = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

Tabela 6. Valores médios de fósforo extraível, avaliados após as culturas de estação quente, em maio de 1996, em quatro profundidades de solo e em diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção ¹	Profundidade de solo amostrada (cm)									
	0-5	5-10	10-20	20-30	Média		0-5	5-10	10-20	20-30
	ponderada		ponderada		ponderada		0-5	5-10	10-20	20-30
I	23,9	11,7	5,2	2,2	11,5	11,5	**	**	**	ns
II	18,9	9,4	4,5	2,0	9,3	9,3	**	**	**	ns
III	20,5	8,9	5,1	2,1	9,9	9,9	**	**	*	ns
IV	28,6	11,5	6,2	2,6	13,1	13,1	**	**	*	ns
Contraste entre sistema										
I x II	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-
I x III	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-
I x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-
II x III	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-
II x IV	*	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-
III x IV	**	ns	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%, ** = nível de significância de 1%.

¹ Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema IV: trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja.

Tabela 7. Valores médios de potássio trocável, avaliados após as culturas de estação quente, em maio de 1996, em quatro profundidades de solo e em diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção ¹	Profundidade de solo amostrada (cm)									
	0-5	5-10	10-20	20-30	Média ponderada		0-5	5-10	10-20	20-30
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
I	129	65	39	24	68	**	**	*	**	ns
II	144	67	44	28	75	**	**	ns	**	ns
III	142	72	40	26	74	**	**	**	**	ns
IV	193	107	72	43	111	**	**	*	**	ns
Contraste entre profundidade (P > F) -----										
K (mg kg ⁻¹) -----										
Contraste entre sistema										
I x II	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
I x III	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
I x IV	**	**	**	**	-	-	-	-	-	-
II x III	ns	ns	ns	ns	-	-	-	-	-	-
II x IV	*	*	*	*	-	-	-	-	-	-
III x IV	**	*	**	**	-	-	-	-	-	-

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

¹ Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema IV: trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja.

Tabela 8. Valores médios de densidade de solo, avaliados após as culturas de estação quente, em maio de 1996, em quatro profundidades de solo e em diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção ¹	Profundidade de solo amostrada (cm)				Contraste entre profundidade (P > F)
	0-10	10-20	20-30	0-10 x 10-20 x 20-30	
	Densidade do solo (Mg/m ³)				
I	1,50	1,47	1,36	**	**
II	1,53	1,49	1,37	**	**
III	1,52	1,47	1,38	**	**
IV	1,52	1,47	1,34	**	**
Contraste entre sistema					
I x II	ns	ns	ns	-	-
I x III	ns	ns	ns	-	-
I x IV	ns	ns	ns	-	-
II x III	ns	ns	ns	-	-
II x IV	ns	ns	ns	-	-
III x IV	ns	ns	*	-	-

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

¹ Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema IV: trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja.

Tabela 9. Valores médios agregados estáveis em água, com diâmetro >4,76 mm, avaliados após as culturas de estação quente, em maio de 1996, em quatro profundidades de solo e em diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção ¹	Profundidade de solo amostrada (cm)				Contraste entre profundidade (P > F)
	0-10	10-20	20-30	0-10 x 10-20 x 20-30	
	Agregados > 4,76 mm (%)				
I	65	46	17	**	**
II	65	42	32	**	**
III	72	52	22	**	**
IV	73	58	21	**	**
Contraste entre sistema					
I x II	ns	ns	ns	-	-
I x III	ns	ns	ns	-	-
I x IV	ns	ns	ns	-	-
II x III	ns	ns	ns	-	-
II x IV	ns	ns	ns	-	-
III x IV	ns	ns	ns	-	-

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

¹ Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema IV: trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja.

Tabela 10. Valores médios de diâmetro médio ponderado de agregados estáveis em água (DMP), avaliados após as culturas de estação quente, em maio de 1996, em quatro profundidades de solo e em diferentes sistemas de produção.

Sistema de produção ¹	Profundidade de solo amostrada (cm)				Contraste entre profundidade (P > F)	
	0-10	10-20	20-30	0-10 x 10-20 x 20-30		
	----- DMP (mm) -----					
I	4,57	3,61	2,17		**	**
II	4,59	3,40	3,01		ns	ns
III	4,95	3,96	2,50		*	**
IV	4,60	4,30	2,42		ns	**
Contraste entre sistema						
I x II	ns	ns	ns		-	-
I x III	ns	ns	ns		-	-
I x IV	ns	ns	ns		-	-
II x III	ns	ns	ns		-	-
II x IV	ns	ns	ns		-	-
III x IV	ns	ns	ns		-	-

ns = não significativo; * = nível de significância de 5%; ** = nível de significância de 1%.

¹ Sistema I: trigo/soja, pastagem de aveia preta/soja e pastagem de aveia preta/soja; Sistema II: trigo/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema III: trigo/soja, pastagem de aveia preta + ervilhaca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; Sistema IV: trigo/soja, aveia branca/soja e aveia branca/soja.