

# Parâmetros de Fertilidade do Solo Após Cinco Anos em Diferentes Sistemas de Produção de Grãos e de Pastagens Sob Plantio Direto

---

*Henrique Pereira dos Santos*

*Renato Serena Fontaneli*

*Gilberto Omar Tomm*

## Introdução

As plantas diferem entre si quanto ao efeito sobre as condições de fertilidade do solo. Os sistemas de produção mistos, que incluem a combinação de pastagens perenes além de culturas anuais para produção de grãos, são os mais favoráveis à estrutura física e à fertilidade do solo. As pastagens perenes exercem seus efeitos por períodos prolongados; as gramíneas apresentam sistema radicular extenso e em constante renovação, e os resíduos das leguminosas contribuem com nitrogênio, induzindo aumento na taxa de decom-

posição de materiais orgânicos por baixarem a relação C/N. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens anuais de inverno e perenes, sob plantio direto, após cinco anos de cultivo, sobre o nível de fertilidade do solo, no Planalto Médio do RS.

## **Metodologia**

O experimento foi conduzido na Embrapa Trigo, município de Passo Fundo, RS, no período de 1993 a 1997, em Latossolo Vermelho Distrófico típico. Nesse mesmo local, antes da instalação do experimento, foram conduzidas lavouras de cevada ou de trigo, no inverno, e de soja, no verão, sob sistema plantio direto.

Os tratamentos consistiram em quatro sistemas de produção integrando produção de grãos, pastagens anuais de inverno e pastagens perenes – sistema I (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho); sistema II (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho); sistema III [pastagens perenes de estação fria (festuca + trevo branco + cornichão)]; sistema IV [pastagens perenes de estação quente (pensacola + aveia preta + azevém + trevo vermelho + cornichão)]; –, além de um sistema V (alfafa para

feno), como tratamento adicional, com repetições em áreas contíguas ao experimento, estabelecido em 1994 (Tabela 1). As culturas produtoras de grãos, tanto no inverno como no verão, bem como as pastagens anuais de inverno, foram estabelecidas sob sistema plantio direto. As pastagens perenes de estação fria e de estação quente foram estabelecidas associadas com trigo em 1993.

Em abril de 1993, antes da semeadura das culturas de inverno, foram coletadas amostras de solo em cada parcela, na profundidade de 0-20 cm, cujos valores médios foram: pH = 6,0; Al trocável = 0,50 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg trocáveis = 102,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 23,0 g kg<sup>-1</sup>; P extraível = 5,3 mg dm<sup>-3</sup>; e K trocável = 60 mg dm<sup>-3</sup>. No solo dos quatro primeiros sistemas, não foi aplicado calcário no período estudado. O solo da área semeada com alfafa foi corrigido em abril de 1994 com 6,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário (PRNT 100 %), para elevar o pH para 6,5, aplicadas em duas vezes: metade antes da aração (arado de discos) e metade antecedendo a gradagem (grade de discos). Toda a área experimental tivera corrigida acidez três anos antes da instalação desse trabalho.

Em maio de 1998, após a colheita das culturas de verão, foram coletadas amostras de solo compostas de quatro subamostras por parcela, em cada das seguintes profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm e 15-20 cm. As análises (pH em água, P extraível, K

trocável, matéria orgânica, Al trocável e Ca + Mg trocáveis) seguiram a metodologia descrita por Tedesco et al. (1985).

A adubação de manutenção foi realizada de acordo com a recomendação para cada cultura e baseada nos resultados da análise de solo. Em amostras coletadas anualmente, após as culturas de verão.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. A área de cada parcela foi de 20 m de comprimento por 20 m de largura (400 m<sup>2</sup>). Os diversos sistemas de produção de grãos integrando pastagens anuais de inverno e pastagens perenes foram comparados para cada parâmetro de fertilidade de solo numa determinada profundidade de amostragem. As profundidades de amostragem de solo foram comparadas dentro de um mesmo sistema de produção. 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**

O valor de pH do solo, após cinco anos de cultivo sob sistema plantio direto (PD), na camada 0-5 cm, nos

quatro primeiros sistemas (5,83 a 5,95), nos quais não se aplicou calcário (Tabela 2), apresentou valores absolutos menores do que o valor verificado na camada 0-20 cm de profundidade (6,00), por ocasião da instalação do experimento. A perda gradual do efeito residual da calagem, que fora realizada antes do início deste estudo, explica as alterações observadas.

Parte da resposta positiva das culturas à calagem pode ocorrer pelo aumento de absorção de N pelas plantas. A acidificação do solo tende a reduzir a mineralização de materiais orgânicos, a disponibilidade de nitrogênio mineral e conseqüentemente a absorção de N, que, por sua vez, limita o crescimento de plantas. Isso não foi verificado entre os sistemas de produção estudados. Nos quatro primeiros sistemas, houve acidificação da camada 0-5 cm, necessitando de nova calagem para o cultivo eficiente de leguminosas.

No tratamento V, o maior valor de pH (6,30) na camada 0-5 cm, observado após este período de estudo, está relacionado com a aplicação de 6,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário (PRNT 100 %), em abril de 1994. A aplicação de calcário no tratamento V foi suficiente para manter o pH em nível recomendado (Sociedade..., 1995).

O tratamento V apresentou valor significativamente maior de pH na camada 0-5 cm (6,30), comparativamente aos demais sistemas (pH 5,83 a 5,95). Esse resultado repetiu-se na camada 5-10 cm quando o pH

do tratamento V (6,50) foi superior ao do sistema I (6,13). Isso pode ter ocorrido devido à aplicação de calcário, em 1994, no tratamento V. O sistema IV manifestou maior valor de pH na camada 15-20 cm (6,47), em relação ao sistema II (6,14).

Em alguns sistemas de produção, foram observadas diferenças significativas do valor de pH do solo entre determinadas profundidades de amostragem. Todavia, o tratamento V não diferiu entre as profundidades de amostragem para os valores de pH. De maneira geral, os valores de pH (nos sistemas I: de 5,87 para 6,34, II: de 5,95 para 6,37, III: de 5,83 para 6,60, e IV: de 5,83 para 6,50) aumentaram gradativamente com o aprofundamento da amostragem de solo da camada 0-5 cm para 10-15 cm. Assim, sob PD o calcário deve ser aplicado na superfície do solo em quantidades variáveis, dependendo da análise do solo (Sociedade..., 1995). De 15 a 20 cm, observaram-se menores valores de pH em todos os sistemas de produção.

O valor de Al trocável do solo (Tabela 3), em todas as profundidades (0,50 a 0,00 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), nos sistemas IV e V, foi igual ou menor que o registrado por ocasião da instalação do experimento (0,50 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). A diminuição do teor de Al trocável no tratamento V (0,00 a 0,13 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) deve-se à quantidade de calcário aplicada em abril de 1994.

Não foram observadas diferenças significativas entre teor de Al trocável nos cinco sistemas de produção estudados.

Em três dos cinco sistemas de produção, foram verificadas diferenças significativas no nível de Al trocável entre as profundidades de amostragem de solo. Contudo, os sistemas III e V não diferiram entre as profundidades de amostragem para o valor de Al trocável. Nos sistemas I (de 0,38 para 0,00  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ ), II (de 0,54 para 0,00  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) e IV (de 0,50 para 0,00  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ ), o valor de Al trocável do solo diminuiu da camada 0-5 cm para a camada 10-15 cm.

Neste período de estudo, nos quatro primeiros sistemas de produção, houve diminuição do valor de pH e aumento no teor de Al trocável na camada 0-5 cm, em relação ao valor obtido em 1993, caracterizando acidificação nos primeiros centímetros superficiais de solo. Isso pode ser atribuído à aplicação de fertilizantes nitrogenados, nos dois primeiros sistemas de produção, e à mineralização de resíduos culturais na superfície do solo. Para os demais sistemas, essa explicação não é totalmente válida, já que não foram aplicados fertilizantes nitrogenados e grande parte da massa vegetal foi consumida pelos animais.

O valor médio de Ca + Mg trocáveis do solo (84 a 108  $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) (Tabela 4), em todas as camadas, é considerado elevado para crescimento e desenvolvi-

mento de culturas na região (Sociedade..., 1995). A área experimental havia sido corrigida com calcário dolomítico antes do início do referido experimento. A aplicação de calcário do tipo dolomítico, em que tanto cálcio como magnésio foram fornecidos nas quantidades recomendadas, fez com que os respectivos teores ultrapassassem os níveis críticos exigidos pelas espécies que compuseram os sistemas de rotação (Sociedade..., 1995). Porém esses teores encontravam-se abaixo do valor medido antes do início do experimento ( $102,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) nos quatro primeiros sistemas de produção, enquanto no tratamento V esses valores mantiveram-se acima nas camadas de 0 a 5 cm e de 10 a 15 cm.

Em alguns sistemas de produção, houve diferenças significativas quanto aos teores de Ca + Mg trocáveis, dentro da mesma profundidade de amostragem. O sistema V apresentou valores de Ca + Mg trocáveis na camada 0-5 cm ( $105 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) maiores do que os dos sistemas I ( $84 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), II ( $86 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e III ( $89 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). Isso provavelmente decorre da aplicação de calcário, em 1994, no sistema V. Na mesma camada de solo, o sistema IV ( $95 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) apresentou valor superior ao sistema I. A superioridade do sistema V ( $103 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) repetiu-se na camada 5-10 cm, em comparação aos sistemas I ( $89 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e II ( $87 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). Além disso, o sistema III

(100 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) foi superior ao sistema II para os valores de Ca + Mg trocáveis do solo. O sistema V (108 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) foi ainda superior aos sistemas I (95 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e II (93 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) na camada 10-15 cm, e na camada 15-20 cm o sistema V (99 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) somente superou o sistema II (87 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Nesta última camada, o sistema III (98 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) apresentou maiores teores de Ca + Mg trocáveis do que o sistema II.

Nas comparações dentro de um mesmo sistema de rotação, foram observadas diferenças significativas de Ca + Mg trocáveis do solo entre determinadas profundidades de amostragem, em alguns tratamentos. Os teores de Ca + Mg trocáveis do solo nos sistemas I (de 89 para 95 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e II (de 86 para 93 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) aumentaram da camada 5-10 cm para 10-15 cm ou da camada 0-5 cm para a 10-15 cm, respectivamente. Essa explicação também é respaldada pelos resultados de pH e de Al trocável. Pode ser, também pela maior concentração de K trocável, principalmente nos sistemas I, II e V, aplicadas anualmente. Os sistemas III, IV e V não diferiram entre as profundidades de amostragem para os valores de Ca + Mg trocáveis. De 15 a 20 cm, em alguns sistemas de produção, houve decréscimo nos valores de Ca + Mg trocáveis.

Os valores de matéria orgânica do solo (22 a 37 g kg<sup>-1</sup>), observados em todas as camadas (Tabela 5), manteve-

ram-se em valores próximos, iguais ou superiores ao valor medido na camada 0-20 cm, por ocasião da instalação do experimento ( $23 \text{ g kg}^{-1}$ ), indicando que a adoção do PD pode contribuir para o aumento do nível de matéria orgânica e, conseqüentemente, da fertilidade do solo, mesmo que as quantidades, independente de fertilizantes aplicados, sejam pouco menores. Nos primeiros anos de adoção do PD, existe tendência à elevação do valor de matéria orgânica nas camadas próximas à superfície do solo, pois o nível de equilíbrio situa-se em valores intermediários entre aqueles sob vegetação natural e aqueles sob cultivo convencional. Dessa forma, o sistema plantio direto apresenta maior valor de matéria orgânica com maior força iônica na solução de solo na camada superficial.

Nos sistemas de produção estudados, em algumas camadas de amostragem, houve diferenças significativas entre as médias para matéria orgânica do solo. O sistema IV, na camada 0-5 cm, mostrou nível de matéria orgânica ( $37 \text{ g kg}^{-1}$ ) maior do que os sistemas I ( $30 \text{ g kg}^{-1}$ ) e II ( $28 \text{ g kg}^{-1}$ ). Nessa mesma camada, os sistemas III ( $33 \text{ g kg}^{-1}$ ) e V ( $32 \text{ g kg}^{-1}$ ) foram superiores ao II, para os valores de matéria orgânica. Essa diferença entre os sistemas pode ser explicada, em parte, pela presença de leguminosas perenes para pastejo ou corte (alfafa, cornichão e trevo vermelho), nos sistemas IV e V, em comparação aos sistemas I (trigo/soja,

aveia branca/soja e ervilhaca/milho) e II (trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho). O uso de leguminosas para reciclagem de nutrientes e aumento do teor de N dos sistemas pode ser uma estratégia para uma agricultura mais sustentável. Na camada 10-15 cm, o sistema V ( $25 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi superior aos sistemas I ( $23 \text{ g kg}^{-1}$ ) II ( $22 \text{ g kg}^{-1}$ ) e IV ( $23 \text{ g kg}^{-1}$ ), e o sistema III ( $24 \text{ g kg}^{-1}$ ) ao II, para o nível de matéria orgânica. Além disso, o sistema III ( $25 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi superior aos sistemas I ( $23 \text{ g kg}^{-1}$ ) e II ( $23 \text{ g kg}^{-1}$ ), na camada 15-20 cm.

Foram verificadas diferenças significativas no valor de matéria orgânica entre determinadas profundidades de amostragem de solo na maioria dos sistemas de produção. Porém o sistema I não diferiu entre as profundidades de amostragem para os valores de matéria orgânica. Os valores de matéria orgânica do solo decresceram progressivamente da camada 0-5 cm ( $28$  a  $37 \text{ g kg}^{-1}$ ) para a camada 10-15 cm ( $22$  a  $25 \text{ g kg}^{-1}$ ). A manutenção do nível de matéria orgânica em valores mais elevados apenas na camada superficial do solo decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície do solo sob PD, pela ausência de incorporação física destes pelo revolvimento do solo, praticada no preparo convencional de solo, a qual diminui a taxa de mineralização.

O teor de P extraível do solo (11,0 a 18,6 mg dm<sup>-3</sup>), na primeira camada de solo (0-5 cm), esteve acima do valor considerado crítico, nesse tipo de solo (9,0 mg dm<sup>-3</sup>), para crescimento e desenvolvimento das culturas (Reunião..., 1999) (Tabela 6). Também na primeira camada de solo, o teor de P extraível foi mais elevado do que o teor verificado antes do início do experimento (5,3 mg dm<sup>-3</sup>), na camada 0-20 cm. O PD provoca alterações nas propriedades químicas do solo, as quais, por sua vez, refletem-se na fertilidade e na eficiência de uso de nutrientes pelas espécies. No PD, devido ao acúmulo dos resíduos culturais, haverá maior umidade na superfície do solo. Com aplicação de P a lanço ou em linha, tenderá a acumular, também, na superfície do solo e haverá maior concentração de raízes, favorecendo a exploração e a eficiência de uso desse elemento pelas plantas. Além disso, a rotação de culturas, ou sistemas de produção, têm importante papel na reciclagem de nutrientes, uma vez que as espécies vegetais diferem entre si com referência à quantidade de resíduos fornecidos, à eficiência de absorção de íons e à exploração de diferentes profundidades de solo.

Na camada 5-10 cm, houve diferenças significativas entre os sistemas de produção para o valor de P extraível do solo. O sistema II (13,1 mg dm<sup>-3</sup>) foi superior aos sistemas III (4,3 mg dm<sup>-3</sup>) e V (5,2 mg dm<sup>-3</sup>). As

demais camadas avaliadas não diferiram entre os sistemas de produção estudados.

Todos os sistemas avaliados diferiram significativamente quanto ao valor de P extraível entre a maioria das profundidades de amostragem. Em todos os sistemas, o valor de P extraível na camada 0-5 cm (de 11,0 para 18,6 mg dm<sup>-3</sup>) foi 2,5 a 5,4 vezes superior ao teor verificado na camada 15-20 cm (de 2,7 para 5,9 mg dm<sup>-3</sup>). O acúmulo de P extraível próximo à superfície do solo decorre das aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, da liberação de P durante a decomposição de resíduos vegetais e da menor fixação de P, devida ao menor contato desse elemento com os constituintes inorgânicos do solo, uma vez que não há revolvimento de solo no PD. Em parte, essas afirmações também são válidas para o K trocável do solo.

Após cinco anos de PD, somente o teor de K trocável, na camada 0-5 cm (Tabela 7), nos sistemas I, II, IV e V, e na camada 5-10 cm, nos sistemas I e V, foi significativamente superior ao valor considerado crítico para crescimento e desenvolvimento das culturas (80 mg dm<sup>-3</sup>) (Reunião..., 1999). Além disso, o teor de K trocável observado nas camadas e sistemas de produção citados acima, mais o sistema II nas mesmas profundidades (97 e 68 mg dm<sup>-3</sup>), estiveram próximo ou acima do valor registrado antes do início deste experimento (60 mg dm<sup>-3</sup>).

Neste período de estudo, os valores de K trocável do solo diferiram significativamente entre alguns sistemas de produção. Os sistemas I (142 mg dm<sup>-3</sup>) e V (150 mg dm<sup>-3</sup>), na camada 0-5 cm, foram superiores aos sistemas II (97 mg dm<sup>-3</sup>), III (58 mg dm<sup>-3</sup>) e IV (82 mg dm<sup>-3</sup>) para o teor de K trocável. Por sua vez, os sistemas I (84 mg dm<sup>-3</sup>) e V (102 mg dm<sup>-3</sup>), na camada 5-10 cm, foram superiores aos sistemas III (23 mg dm<sup>-3</sup>) e IV (50 mg dm<sup>-3</sup>). Além disso, o sistema V foi superior ao sistema II (68 mg dm<sup>-3</sup>), na camada de 5-10 cm. Nessa mesma camada e nas camadas de 10-15 cm e 15-20 cm de solo, o sistema II (68, 52 e 49 mg dm<sup>-3</sup>) foi superior ao sistema III (23, 15 e 14 mg dm<sup>-3</sup>). Os sistemas I (59 mg dm<sup>-3</sup>) e V (63 mg dm<sup>-3</sup>), na camada 10-15 cm, foram superiores ao sistema III (15 mg dm<sup>-3</sup>). Por sua vez, o sistema IV (45 mg dm<sup>-3</sup>) também foi superior ao sistema III, nessa mesma camada. Na camada 15-20 cm, o sistema I (52 mg dm<sup>-3</sup>) foi superior ao sistema III (14 mg dm<sup>-3</sup>). Os valores mais elevados para o K trocável observados nos sistemas I e V deveram-se, provavelmente, à maior quantidade de K<sub>2</sub>O aplicada nos referidos sistemas, em relação aos sistemas III e IV, e eventualmente não extraída e removida pelas culturas. No sistema II, foi aplicada a mesma quantidade de K<sub>2</sub>O, porém parte desse elemento foi removida por pastejo do consórcio aveia preta + ervilhaca pelos animais.

Foram verificadas diferenças significativas de K trocável entre todas as profundidades de amostragem de solo de todos os sistemas de produção avaliados. A exemplo do verificado com P extraível, também houve acúmulo de K trocável nas camadas próximas à superfície nos diferentes sistemas de rotação. O teor de K trocável decresceu com o aumento da profundidade de amostragem: na camada 0-5 cm (de 58 a 150 mg dm<sup>-3</sup>) foi de 1,9 a 4,1 vezes maior que a concentração da camada 15-20 cm (de 14 a 52 mg dm<sup>-3</sup>).

### Referências Bibliográficas

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

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 3. ed., 2ª imp. Passo Fundo, 1995. 223 p.

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

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H.  
**Análise de solos, plantas e outros materiais.** Porto Ale-  
gre: UFRGS - Faculdade de Agronomia, 1985. 32 p.  
(Boletim Técnico, 5).

**Tabela 1.** Sistemas de produção de grãos e de pastagens anuais de inverno, perenes de estação fria e perenes de estação quente, sob plantio direto. Passo Fundo, RS

Sistema de produção	Ano									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999			
<b>Sistema I</b> (somente produção de grãos)	T/S E/M Ab/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S			
<b>Sistema II</b> (misto, anual de inverno)	T/S Ap + E/M Ab/S	Ap + E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S Ap + E/M	T/S Ap + E/M Ab/S	Ap + E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S Ap + E/M	T/S Ap + E/M Ab/S			
<b>Sistema III</b> (misto, perene de inverno, depois produção de grãos)	T/PPF T/PPF T/PPF	PPF PPF PPF	PPF PPF PPF	PPF/S PPF/M PPF/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S			
<b>Sistema IV</b> (misto, perene de verão, depois produção de grãos)	T/PPQ T/PPQ T/PPQ	PPQ PPQ PPQ	PPQ PPQ PPQ	PPQ/S PPQ/M PPQ/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S			
<b>Alfafa</b> (depois produção de grãos)	- - -	Al Al Al	Al Al Al	Al/S Al/M Al/S	E/M Ab/S T/S	Ab/S T/S E/M	T/S E/M Ab/S			

Ab: aveia branca; Ap: aveia preta; Al: alfafa; E: ervilhaca; M: milho; PPF: pastagem de estação fria (festuca + cornichão + trevo branco); PPQ: pastagem de estação quente (pensacola + cornichão + trevo vermelho); S: soja; e T: trigo.

**Tabela 2.** Valores médios de pH em água, avaliados após as culturas de verão de 1998, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de rotação de culturas

Sistema manejo do solo	Profundidade (cm)								Contrastes entre profundidades (P > F) ---	
	0-5		5-10		10-15		15-20			
	0-5 x 5-10	5-10 x 10-15	0-5 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20		
I	5,87	6,13	6,34	6,16	**	**	**	**	ns	ns
II	5,95	6,19	6,37	6,14	*	VI	**	VI	ns	*
III	5,83	6,32	6,60	6,20	ns	bb0	**	bb0	ns	ns
IV	5,83	6,30	6,50	6,47	**	bb0	**	bb0	**	ns
V	6,30	6,50	6,57	6,37	ns	bb0	ns	bb0	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
I x III	ns	ns	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
I x IV	ns	ns	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
I x V	*	*	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
II x III	ns	ns	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
II x IV	ns	ns	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
II x V	*	*	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
III x IV	ns	ns	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
III x V	*	*	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt
IV x V	*	*	ns	ns	ns	bbt	bbt	bbt	bbt	bbt

ns = não significativo; \* = nível de significância de 5 %; \*\* = nível de significância de 1 %. I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja, aveia branca/soja pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; III: pastagem perene de inverno; IV: pastagem perene de verão; e V: alfafa.

Tabela 3. Valores médios de alumínio trocável, avaliados após as culturas de verão de 1998, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de rotação de culturas

Sistema manejo do solo	Profundidade (cm)								Contrastes entre profundidades (P > F) ---	
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15		5-10 x 15-20
	----- Al (mmolc.dm <sup>-3</sup> ) -----									
I x A	0,38	0,04	0,00	0,13	*	*	ns	ns	ns	ns
II x A	0,54	0,13	0,00	0,17	*	**	*	ns	ns	ns
III x A	0,63	0,13	0,00	0,38	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV x A	0,50	0,13	0,00	0,00	ns	*	*	ns	ns	ns
V x A	0,13	0,00	0,00	0,00	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Contrastes entre sistemas									
I x II	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x III	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II x III	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo; \* = nível de significância de 5%; \*\* = nível de significância de 1%. I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja, aveia branca/soja pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; III: pastagem perene de inverno; IV: pastagem perene de verão; e V: alfafa.

**Tabela 4.** Valores médios de cálcio + magnésio trocáveis, avaliados após as culturas de verão de 1998, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de rotação de culturas

Sistema manejo do solo	Profundidade (cm)								--- Contrastes entre profundidades (P > F) ---	
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15		5-10 x 15-20
	--- Ca + Mg (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) ---									
I x II	84	89	95	90	ns	ns	ns	*	ns	ns
II x III	86	87	93	87	ns	*	ns	ns	ns	ns
III x IV	89	100	101	98	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV x V	95	98	96	96	ns	ns	ns	ns	ns	ns
V x VI	105	103	108	99	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x III	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x IV	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
I x V	**	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
II x III	ns	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
II x IV	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
II x V	**	*	**	*	*	*	*	*	*	*
III x IV	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III x V	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IV x V	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo; \* = nível de significância de 5%; \*\* = nível de significância de 1%. I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja, aveia branca/soja pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; III: pastagem perene de inverno; IV: pastagem perene de verão; e V: alfafa.



**Tabela 6.** Valores médios de fósforo extraível, avaliados após as culturas de verão de 1998, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de rotação de culturas

Sistema manejo do solo	Profundidade (cm)								Contrastes entre profundidades (P > F) ---	
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15		5-10 x 15-20
I	17,5	10,0	6,8	5,8	**	**	**	ns	*	ns
II	14,9	13,1	7,8	5,9	ns	*	**	ns	*	ns
III	11,0	4,3	2,9	3,0	**	**	**	ns	ns	ns
IV	14,4	7,8	4,9	2,7	**	**	**	ns	*	ns
V	18,6	5,2	3,9	3,4	**	**	**	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas										
I x II	ns	ns	ns	ns						
I x III	ns	ns	ns	ns						
I x IV	ns	ns	ns	ns						
I x V	ns	ns	ns	ns						
II x III	ns	*	ns	ns						
II x IV	ns	ns	ns	ns						
II x V	ns	*	ns	ns						
III x IV	ns	ns	ns	ns						
III x V	ns	ns	ns	ns						
IV x V	ns	ns	ns	ns						

ns = não significativo; \* = nível de significância de 5%; \*\* = nível de significância de 1%. I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja, aveia branca/soja pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; III: pastagem perene de inverno; IV: pastagem perene de verão; e V: alfafa.

**Tabela 7.** Valores médios de potássio trocável, avaliados após as culturas de verão de 1998, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de rotação de culturas

Sistema manejo do solo	Profundidade (cm)										--- Contrastes entre profundidades (P > F) ---
	0-5	5-10	10-15	15-20	0-5 x 5-10	0-5 x 10-15	0-5 x 15-20	5-10 x 10-15	5-10 x 15-20	10-15 x 15-20	
I	142	84	59	52	**	**	**	ns	ns	ns	ns
II	97	68	52	49	ns	**	**	ns	ns	ns	ns
III	58	23	15	14	**	**	**	ns	ns	ns	ns
IV	82	50	45	35	**	**	**	ns	ns	ns	ns
V	150	102	63	46	**	**	**	ns	ns	ns	ns
Contrastes entre sistemas											
I x II	**	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns
I x III	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns
I x IV	**	*	ns	ns	**	**	*	ns	ns	ns	ns
I x V	ns	ns	ns	ns	**	**	*	ns	ns	ns	ns
II x III	ns	**	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II x IV	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
II x V	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III x IV	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III x V	**	**	**	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns
IV x V	*	**	ns	ns	**	**	**	ns	ns	ns	ns

ns = não significativo; \* = nível de significância de 5%; \*\* = nível de significância de 1%. I: trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; II: trigo/soja, aveia branca/soja pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; III: pastagem perene de inverno; IV: pastagem perene de verão; e V: alfafa.

