

Efeitos de Sistemas de Manejo e de Rotação de Culturas na Fertilidade do Solo

Henrique Pereira dos Santos

Gilberto Omar Tomm

Introdução

A comparação das propriedades químicas entre sistema plantio direto e preparo convencional de solo tem sido relatadas em vários trabalhos de longa duração. Porém existem poucos trabalhos de longa duração comparando sistema plantio direto e preparo convencional de solo sob sistemas de rotação de culturas. Estudos comparando outros sistemas de manejo, além dos relatados acima, são relativamente poucos. No sistema de rotação de culturas sob plantio direto tem sido registrados maior nível de matéria orgânica, teores de fósforo, de potássio, de cálcio e de magnésio na camada superficial do solo, em relação às camadas mais profundas. Por outro lado, também na camada

superficial, tem sido observada acidificação do solo. A localização dos corretivos e adubos aplicados na superfície, sem incorporação física, também pode alterar a distribuição de nutrientes, influenciando a disponibilidade e o aproveitamento destes pelas plantas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas nos parâmetros de fertilidade do solo, após nove anos de cultivo, em Passo Fundo, RS.

Metodologia

O experimento, base de todas as avaliações relatadas nesta publicação, foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), município de Passo Fundo, RS, no período de 1985 a 1993, em Latossolo Vermelho Distrófico típico. Nesse mesmo local, antes da instalação do experimento, foram conduzidas lavouras de trigo, no inverno, e de soja, no verão.

Os tratamentos foram constituídos por quatro sistemas de manejo de solo – 1) plantio direto (PD), 2) cultivo mínimo com escarificador modelo “Cultivo Mínimo”, marca JAN (PM), 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 por três sistemas de rotação de culturas: sistema I (trigo/soja), sistema II (trigo/soja e ervilhaca/milho) e sistema III (trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho) (Tabela 1).

Em novembro de 1985, antes da semeadura de milheto, a camada de solo de 0-20 cm da área experimental foi amostrada, e os resultados das análises foram: pH = 4,8; Al trocável = 12,0 mmol_c dm⁻³; Ca + Mg trocáveis = 49,0 mmol_c dm⁻³; matéria orgânica = 34,0 g kg⁻¹; P extraível = 23,0 mg dm⁻³; e K trocável = 104 mg dm⁻³. O solo dessa área foi descompactado por meio de escarificador (modelo Jumbo, marca JAN) e submetido a correção de acidez com 7,0 t ha⁻¹ de calcário (PRNT 90 %), visando a elevar o pH em água a 6,0. O calcário foi aplicado em duas vezes: metade antes da aração (arado de discos) e metade antecedendo a gradagem (grade niveladora de discos). A adubação de manutenção foi baseada na média dos valores observados nas análises da área experimental. O experimento foi instalado a partir do inverno de 1986.

Em novembro de 1993, foram coletadas amostras de solo compostas (quatro subamostras por parcela), nas 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). O delineamento experimental usado foi blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. A parcela principal foi constituída pelos sistemas de manejo de solo, e as subparcelas, pelos sistemas de rotação de culturas. A parcela principal media 360 m² (4 m de largura por 90 m de comprimento), e a subparcela, 40 m² (4 m de largura por 10 m de comprimento). Os sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas foram comparados para cada parâmetro de fertilidade de solo numa determinada profundidade de amostragem. As profundidades de amostragem de solo foram comparadas dentro de cada sistema de manejo ou de rotação de culturas. 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

Sistemas de rotação de culturas

Tendo em vista a baixa proporção de diferenças significativas, os dados estão sendo resumidos em forma de texto. Não houve diferenças significativas entre os valores de pH, de Al trocável, de Ca + Mg trocáveis e

de matéria orgânica do solo, nos diferentes sistemas de rotação de culturas. Na profundidade de 5 a 10 cm, o sistema I mostrou maior valor de P extraível do solo ($22,2 \text{ mg dm}^{-3}$), em relação ao sistema II ($16,3 \text{ mg dm}^{-3}$). O teor de potássio trocável, na camada 5 a 10 cm, foi maior no sistema I (198 mg dm^{-3}) do que no sistema III (166 mg dm^{-3}). Além disso, o sistema I foi superior nos valores de potássio trocável aos sistemas II e III, nas camadas 10 a 15 cm e 15 a 20 cm.

A maioria dos sistemas avaliados diferiram significativamente quanto aos valores de pH, de Al trocável, de Ca + Mg trocáveis, de matéria orgânica, de P extraível e de K trocável do solo entre as profundidades de amostragem. No sistema III, o valor de pH (5,49) diminuiu da camada 0 a 5 cm para a camada 15 a 20 cm (5,37). Por outro lado, nos sistemas II e III, os valores de Al trocável aumentaram da camada 0 a 5 cm ($0,29$ e $0,28 \text{ mmolc dm}^{-3}$) para a camada 15 a 20 cm ($0,45$ a $0,49 \text{ mmolc dm}^{-3}$). No sistema III, o teor de Ca + Mg trocáveis diminuiu da camada 0 a 5 cm ($70,25 \text{ mmolc dm}^{-3}$) para a camada 15 a 20 cm ($65,37 \text{ mmolc dm}^{-3}$). Os valores de matéria orgânica, em todos os sistemas de rotação, decresceram progressivamente da camada 0 a 5 cm (33 a 34 g kg^{-1}) para a camada 15 a 20 (27 g kg^{-1}). Da mesma forma e em todos os sistemas, os teores de P extraível e de K trocável diminuíram da camada 0 a 5 cm ($23,9$ - $26,6$ e 240 - 249 mg dm^{-3}) para

a camada 15 a 20 cm (7,3-8,4 e 87-126 mg dm⁻³, respectivamente).

Sistemas de manejo de solo

O valor de pH do solo, após nove anos de cultivo, em todas as profundidades, foi maior em novembro de 1993 (5,32 a 5,57) do que antes da instalação do experimento, na camada 0-20 cm de profundidade (4,8) (Tabela 2). Isso evidencia o efeito residual prolongado da aplicação de 7,0 t ha⁻¹ de calcário.

Entre os sistemas de manejo de solo estudados observaram-se diferenças significativas quanto ao valor de pH de cada uma das profundidades de amostragem. No preparo convencional de solo com arado de discos (PCD: 5,57) e no cultivo mínimo (PM: 5,55), foram verificados valores maiores de pH na camada 0-5 cm do que em plantio direto (PD: 5,43) e em preparo convencional de solo com arado de aivecas (PCA: 5,37). Nas camadas 5-10 cm e 10-15 cm, também verificaram-se valores superiores do PCD (5,57 e 5,56), em relação ao PD (5,32 e 5,34), ao PCA (5,39 e 5,36) e ao PM (5,45 e 5,47), respectivamente. Neste estudo, não foi constatada, após nove anos, ocorrência de acidificação mais acentuada nas camadas superficiais do solo sob PD, em relação aos demais sistemas de manejo de solo.

Os sistemas de manejo de solo não diferiram significativamente para o valor de pH do solo, em relação às profundidades de amostragem. Pelos resultados, observou-se que houve distribuição vertical uniforme de calcário, pois os valores de pH estão muito próximos em todas as camadas de amostragem do solo. A aplicação de calcário manteve os valores de pH em nível próximo do desejável para esse tipo de solo (Sociedade..., 1995).

O valor de Al trocável do solo (Tabela 3), após nove anos de cultivo, em todos os sistemas de manejo de solo e em todas as profundidades (0,19 a 0,54 mmol_c dm⁻³), foi menor que o valor registrado por ocasião da instalação do experimento (12,0 mmol_c dm⁻³). O menor valor de Al trocável, em todos os sistemas de manejo de solo, foi decorrente dos efeitos da calagem na elevação do pH e na neutralização desse elemento.

O valor de Al trocável do solo diferiu significativamente, em todos os sistemas de manejo de solo, na maioria das profundidades de amostragem. O PCA na camada 0-5 cm (0,44 mmol_c dm⁻³) apresentou valor maior de Al trocável do que o PD (0,25 mmol_c dm⁻³), o PCD (0,28 mmol_c dm⁻³) e o PM (0,19 mmol_c dm⁻³). Tendo em vista que o arado de aivecas promove a inversão de camadas de solo espera-se que camadas de solo mais ácidas, existentes nas profundidades maiores, sejam trazidas para a superfície, explicando o valor maior de

Al trocável observado sob PCA. A complexação desse elemento químico pelos compostos orgânicos gerados no processo de decomposição dos resíduos vegetais, provavelmente, contribui no PD para o menor valor de Al trocável, na camada mais superficial. Nessa camada de solo, o teor de Al trocável está correlacionado com o nível de matéria orgânica, ou seja, o valor de Al trocável diminuiu com o aumento do nível de matéria orgânica do solo. Nesse caso, o Al trocável tem menor efeito tóxico no PD, em relação ao PCD, devido aos ligantes orgânicos. O PD nas camadas 5-10 cm e 10-15 cm (0,40 e 0,46 $\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$) e o PCA (0,42 e 0,46 $\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$) foram superiores ao PCD (0,23 e 0,23 $\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$) para o valor de Al trocável, respectivamente. Além disso, o PCA mostrou valor maior de Al trocável, em relação ao PM (0,26 $\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$), na camada 10-15 cm.

Em todos os sistemas de manejo de solo, foram verificadas diferenças significativas do teor de Al trocável em algumas profundidades de amostragem do solo. Todavia o PCA não diferiu significativamente entre as profundidades de amostragem para o valor de Al trocável, com exceção de 5-10 x 15-20 cm. O valor de Al trocável do solo aumentou da camada 0-5 cm para a camada 15-20 cm no PD (de 0,25 para 0,53 $\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$), no PCD (de 0,28 para 0,40 $\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$) e no PM (de 0,19 para 0,38 $\text{mmol}_e \text{dm}^{-3}$). O valor de Al

trocável do solo segue tendência inversa do verificado para pH: menor na camada 0-5 cm, na maioria dos sistemas de manejo de solo.

Os valores médios de Ca + Mg trocáveis do solo (60,99 a 72,96 mmol_c dm⁻³) (Tabela 4), em todas as camadas, são considerados altos para o crescimento e desenvolvimento das culturas da 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 em grandes quantidades, fez com que os teores críticos exigidos pelas espécies (Sociedade..., 1995) fossem ultrapassados até ao presente momento. Além disso, os valores de Ca + Mg trocáveis do solo, em todas as camadas, foram superiores aos teores medidos antes do início do experimento (49,0 mmol_c dm⁻³).

Todos os sistemas de manejo de solo diferiram entre si significativamente quanto aos teores de Ca + Mg trocáveis, dentro da maioria das profundidades de amostragem. Nas camadas 0-5 cm a 10-15 cm, o PD (71,34, 67,82 e 66,97 mmol_c dm⁻³), o PCD (68,67, 71,73 e 72,31 mmol_c dm⁻³) e o PM (72,96, 70,32 e 72,71 mmol_c dm⁻³) apresentaram valores maiores de Ca + Mg trocáveis, em relação ao PCA (63,00, 62,16 e 61,40 mmol_c dm⁻³). Isso pode ser reflexo do maior

revolvimento do solo neste último sistema de manejo, em relação aos demais.

Na avaliação após nove anos de cultivo (1993), em todos os sistemas de manejo de solo, não foram observadas diferenças significativas na camada 15-20 cm, para os valores de pH, de Al trocável e de Ca + Mg trocáveis. Isso pode ser reflexo da uniformidade da aplicação de calcário, antes do início deste estudo. Ressalva-se que somente o PCD apresentou diferenças significativas nos valores de Ca + Mg trocáveis dentro de duas profundidades de amostragem. Os valores de Ca + Mg trocáveis ($66,77 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) na camada 15-20 cm foram menores do que nas camadas 5-10 cm ($71,73 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e 10-15 cm ($72,31 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

Os valores de matéria orgânica do solo verificados na camada 0-5 cm, no PD e no PM, respectivamente 38 e 36 g kg^{-1} (Tabela 5), foram superiores ao valor medido na camada 0-20 cm por ocasião da instalação do experimento (34 g kg^{-1}), indicando que os sistemas conservacionistas podem contribuir para o aumento do teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, da fertilidade do solo. Nos primeiros anos de adoção desses sistemas, observa-se tendência à elevação dos níveis de matéria orgânica nas camadas próximas à superfície do solo, pois o nível de equilíbrio situa-se em valores intermediários entre os obtidos sob vegetação natural

e aqueles sob preparo convencional. Esses sistemas apresentam maior nível de matéria orgânica superficial e, como consequência, maior concentração de substâncias húmicas solúveis.

Das quatro profundidades de amostragem estudadas, em duas houve diferenças significativas entre as médias dos sistemas de manejo de solo para o nível de matéria orgânica do solo. Na primeira camada de solo (0-5 cm), o PD (38 g kg⁻¹) e o PM (36 g kg⁻¹) apresentaram nível de matéria orgânica maior do que o PCD (31 g kg⁻¹) e o PCA (29 g kg⁻¹). Esse resultado sugere que os sistemas conservacionistas de solo contribuem para a elevação da matéria orgânica na superfície e, provavelmente, para, após vários anos, o aumento da capacidade de suprimento de nitrogênio do solo, nutriente mais limitante ao rendimento da maioria das culturas.

Houve diferenças significativas no nível de matéria orgânica em todas as profundidades de amostragem do solo, em todos os sistemas de manejo de solo. O valor de matéria orgânica do solo decresceu progressivamente da camada 0-5 cm (29 a 38 g kg⁻¹) para a camada 15-20 cm (27 a 28 g kg⁻¹). A manutenção do nível de matéria orgânica em valores mais elevados apenas na camada superficial do solo, principalmente nos sistemas conservacionistas, decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície do solo sob PD,

pela ausência de incorporação física destes através do revolvimento do solo, praticada no PCA e no PCD, o que diminui a taxa de mineralização.

O teor de P extraível do solo (9,3 a 34,5 mg dm⁻³), nas três primeiras camadas de solo (0-5 a 10-15 cm), esteve acima do valor considerado crítico nesse tipo de solo (9,0 mg dm⁻³) para o crescimento e desenvolvimento das culturas (Reunião..., 1999) (Tabela 6). Por outro lado, o teor de P extraível no PD (34,5 mg dm⁻³) e no PM (28,0 mg dm⁻³), na camada 0-5 cm, foi mais elevado do que o teor verificado antes do início do experimento (23,0 mg dm⁻³), na camada 0-20 cm. Os sistemas conservacionistas de solo provocam alterações nas propriedades químicas do solo, as quais, por sua vez, refletem-se na fertilidade e na eficiência de uso de nutrientes pelas espécies.

Nos sistemas de manejo de solo, houve diferenças significativas entre o valor de P extraível de solo na maioria das profundidades de amostragem estudadas. Na primeira camada de solo (0-5 cm), o PD (34,5 mg dm⁻³) e o PM (28,0 mg dm⁻³) foram superiores ao PCD (17,7 mg dm⁻³) e ao PCA (13,5 mg dm⁻³) para o valor de P extraível. Na segunda camada (5-10 cm), o PM (21,9 mg dm⁻³) a exemplo da camada superficial apresentou valor superior, em relação ao PCD (17,1 mg dm⁻³) e ao PCA (11,9 mg dm⁻³). Por sua vez, o PD (18,8 mg dm⁻³) e o PCD apresentaram valores superiores ao PCA nessa

mesma camada de solo. Esse acúmulo de P nos sistemas conservacionistas decorre do pouco revolvimento do solo por ocasião da incorporação de semente e de fertilizantes e da baixa mobilidade desse nutriente. Além disso, o PCD ($13,9 \text{ mg dm}^{-3}$) mostrou valor de P extraível mais elevado do que o PCA ($9,3 \text{ mg dm}^{-3}$), na camada 10-15 cm.

Todos os sistemas de manejo de solo avaliados diferiram significativamente quanto ao valor de P extraível, em todas as profundidades de amostragem até 15 cm. Os sistemas de manejo de solo diminuíram o valor de P extraível da camada superficial (0-5 cm) ($13,5-34,5 \text{ mg dm}^{-3}$) para as camadas mais profundas (15-20 cm) ($7,7-8,9 \text{ mg dm}^{-3}$). Essa tendência foi de 3,6 a 4,3 vezes mais pronunciada nos sistemas conservacionistas do que nos sistemas de preparo convencional de solo. O acúmulo de P extraível próximo à superfície do solo decorre das aplicações anuais de fertilizantes fosfatados, da liberação de P durante a decomposição dos resíduos vegetais e da menor fixação de P, devida ao menor contato desse elemento com os constituintes inorgânicos do solo, uma vez que o revolvimento de solo no PD é limitado às linhas de semeadura.

O teor de K trocável (Tabela 7), em todas as camadas de solo estudadas ($91-277 \text{ mg dm}^{-3}$), esteve acima do valor considerado crítico para o crescimento e desenvolvimento das culturas (80 mg dm^{-3}) (Reunião...

1999). Além disso, o teor de K trocável observado nas três primeiras camadas de solo (0-5 a 10-15 cm) esteve acima do valor registrado antes do início deste experimento (104 mg dm^{-3}).

Neste período de estudo, o valor de K trocável do solo diferiu significativamente entre os sistemas de manejo de solo nas duas primeiras camadas de solo (0-5 e 5-10 cm). Na primeira camada de solo, o PD (277 mg dm^{-3}) e o PM (277 mg dm^{-3}) mostraram valores superiores ao PCD (211 mg dm^{-3}) e ao PCA (217 mg dm^{-3}). Na segunda camada, o PM (197 mg dm^{-3}) foi também superior ao PCD (158 mg dm^{-3}) e ao PCA (165 mg dm^{-3}).

Todos os sistemas de manejo de solo foram significativamente diferentes quanto ao teor de K trocável, em todas as profundidades de amostragem. Os sistemas de manejo de solo diminuíram o valor de K trocável da camada 0-5 cm ($211\text{-}277 \text{ mg dm}^{-3}$) para a camada mais profunda ($91\text{-}98 \text{ mg dm}^{-3}$). Como aconteceu com o teor de P extraível, nos sistemas conservacionistas essa tendência foi mais evidente do que nos sistemas convencionais de preparo de solo, ou seja, 2,9 vezes maior. Como, nos sistemas conservacionistas, os fertilizantes potássicos são depositados na superfície ou na linha de semeadura e como os resíduos vegetais são deixados na superfície, esse elemento pode acumular nas camadas mais superficiais.

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.

STEEL, G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach.** 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 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., 2. imp. Passo Fundo, 1995. 223 p.

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

Tabela 1. Sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. Passo Fundo, RS

Rotação de culturas	Parcela principal				Subparcela		
					1993	1994	1995
Sucessão I	PD	PCD	PCA	PM	T/S	T/S	T/S
Sucessão II	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/M	T/S
	PD	PCD	PCA	PM	E/M	T/S	E/M
Sucessão III	PD	PCD	PCA	PM	T/S	E/M	Ab/S
	PD	PCD	PCA	PM	E/M	Ab/S	T/S
	PD	PCD	PCA	PM	Ab/S	T/S	E/M

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos, no inverno, e semeadura direta, no verão; PCA: preparo convencional de solo com arado de aivecas, no inverno, e semeadura direta, no verão; PM: cultivo mínimo, no inverno, e semeadura direta, no verão; Ab: aveia branca, E: ervilhaca, M: milho, S: soja, e T: trigo.

Tabela 2. Valores médios de pH em água, avaliados após as culturas de inverno de 1993, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo

Sistema manejo do solo	Profundidade (cm)							
	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	15-20 x 10-15	10-15 x 15-20
	----- pH (1:1) -----							
PD	5,43	5,32	5,34	5,33	ns	ns	ns	ns
PCD	5,57	5,57	5,56	5,45	ns	ns	ns	ns
PCA	5,37	5,39	5,36	5,32	ns	ns	ns	ns
PM	5,55	5,45	5,47	5,45	ns	ns	ns	ns
	Contrastes entre manejos							
PD x PCD	**	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
PD x PCA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PD x PM	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD x PCA	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns
PCD x PM	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x PM	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

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

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; e PM: cultivo mínimo.

Tabela 3. Valores médios de alumínio trocável, avaliados após as culturas de inverno de 1993, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo.

Sistema manejo do solo	Profundidade (cm)								Contrastes entre profundidades (P > F) ---
	0-5		5-10		10-15		15-20		
	0-5	5-10	0-5	5-10	10-15	15-20	10-15	15-20	
	Al (mmolc dm ⁻³) -----								
PD	0,25	0,40	0,46	0,53	ns	ns	*	ns	ns
PCD	0,28	0,23	0,23	0,40	ns	ns	*	ns	**
PCA	0,44	0,42	0,46	0,54	ns	ns	ns	*	ns
PM	0,19	0,28	0,26	0,38	ns	ns	*	ns	ns
	Contrastes entre manejos								
PD x PCD	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PD x PCA	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PD x PM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD x PCA	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD x PM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x PM	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

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

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; e PM: cultivo mínimo.

Tabela 4. Valores médios de cálcio + magnésio trocáveis, avaliados após as culturas de inverno de 1993, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo

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 _c dm ⁻³) ----									
PD	71,34	67,82	66,97	65,44	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD	68,67	71,73	72,31	66,77	ns	ns	ns	ns	*	*
PCA	63,00	62,16	61,40	60,99	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PM	72,96	70,32	72,71	69,29	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Contrastes entre manejos									
PD x PCD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PD x PCA	**	*	*	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
PD x PM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD x PCA	**	**	**	ns	**	**	ns	ns	ns	ns
PCD x PM	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x PM	**	*	*	ns	**	**	ns	ns	ns	ns

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

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; e PM: cultivo mínimo.

Tabela 5. Valores médios de matéria orgânica, avaliados após as culturas de inverno de 1993, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo

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
	- Matéria orgânica (g kg ⁻¹) -									
PD	38	30	28	28	**	**	**	ns	*	ns
PCD	31	31	29	27	ns	ns	**	ns	**	**
PCA	29	30	29	27	ns	ns	**	ns	**	**
PM	36	32	28	27	**	**	**	**	**	*
	Contrastes entre manejos									
PD x PCD	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
PD x PCA	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
PD x PM	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD x PCA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PCD x PM	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
PCA x PM	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns

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

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; e PM: cultivo mínimo.

Tabela 6. Valores médios de fósforo extraível, avaliados após as culturas de inverno de 1993, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo

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
PD	34,5	18,8	12,2	7,9	**	**	**	**	*	ns
PCD	17,7	17,1	13,9	8,2	ns	*	**	*	**	**
PCA	13,5	11,9	9,3	8,9	ns	*	*	ns	ns	ns
PM	28,0	21,9	12,5	7,7	*	**	**	**	*	ns
Contrastes entre manejos										
PD x PCD	**	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**
PD x PCA	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**
PD x PM	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**
PCD x PCA	ns	*	*	ns	**	**	**	**	**	**
PCD x PM	**	*	ns	ns	**	**	**	**	**	**
PCA x PM	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**

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

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; e PM: cultivo mínimo.

Tabela 7. Valores médios de potássio trocável, avaliados após as culturas de inverno de 1993, em quatro camadas de solo e para diferentes sistemas de manejo de solo

Sistema manejo do solo	Profundidade (cm)								---		
	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
	----- K (mg dm ⁻³) -----								---		
PD	277	178	134	97	**	**	**	**	**	**	**
PCD	211	158	132	91	**	**	**	ns	**	**	**
PCA	217	165	135	98	**	**	**	**	**	**	**
PM	277	197	139	97	**	**	**	**	**	**	**
	Contrastes entre manejos										
PD x PCD	**	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**
PD x PCA	**	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**
PD x PM	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**
PCD x PCA	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**
PCD x PM	**	*	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**
PCA x PM	**	*	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**

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

PD: plantio direto; PCD: preparo convencional de solo com arado de discos; PCA: preparo de solo com arado de aivecas; e PM: cultivo mínimo.