

ISSN

"Sistemas de manejo e alterações na fertilidade de um Latossolo Roxo em experimento de longa duração, em Dourados, MS"

Luís Carlos Hernani

Embrapa

Agropecuária Oeste

Dourados, MS
2000

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Agropecuária Oeste
Área de Comunicação Empresarial - ACE
BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó
Caixa Postal 661
Fone: (67) 425-5122 - Fax (67) 425-0811
79804-970 Dourados, MS
E-mail: sac@cpao.com.br

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES:

Júlio Cesar Salton (Presidente)
André Luiz Melhorança
Clarice Zanoni Fontes
Edelma da Silva Dias
Eliete do Nascimento Ferreira
Henrique de Oliveira
José Ubirajara Garcia Fontoura
Luís Armando Zago Machado
Luiz Alberto Staut

Membro "ad hoc": Amoacy Carvalho Fabricio

PRODUÇÃO GRÁFICA:

Coordenação: Clarice Zanoni Fontes
Editoração eletrônica: Eliete do Nascimento Ferreira
Revisão: Eliete do Nascimento Ferreira
Normalização: Eli de Lourdes Vasconcelos
Capa: Nilton Pires de Araújo
Foto da capa: Júlio Cesar Salton

TIRAGEM: 2.500 exemplares

IMPRESSÃO: Gráfica Seriema - (67) 422-4664

CIP-Catálogo-na-Publicação
Embrapa Agropecuária Oeste

Hernani, Luís Carlos

Sistemas de manejo e alterações na fertilidade de um Latossolo Roxo em experimento de longa duração, em Dourados, MS / Luís Carlos Hernani. — Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000.

13p. — (Embrapa Agropecuária Oeste. Coleção Sistema Plantio Direto, 4).

ISSN

1. Plantio direto - Brasil - Mato Grosso do Sul - Dourados. 2. Manejo do solo - Brasil - Mato Grosso do Sul - Dourados. 3. Fertilidade do solo - Plantio direto - Brasil - Mato Grosso do Sul - Dourados. I. Embrapa Agropecuária Oeste (Dourados, MS). II. Título. III. Série.

"Sistemas de manejo e alterações na fertilidade do solo um Latossolo Roxo em experimento de longa duração, em Dourados, MS"

Luís Carlos Hernani¹

INTRODUÇÃO

O sistema de manejo do solo pode influenciar a produtividade agrícola e a sustentabilidade econômica, social e ambiental. Formas inadequadas de manejo do solo, com o tempo, podem gerar a sua degradação química, física e biológica, promover a queda da qualidade da água e enfim de todo o ambiente.

A pastagem extensiva e o monocultivo de soja ainda são formas predominantes de exploração agrícola no Mato Grosso do Sul. A grande maioria das pastagens encontram-se em diferentes estágios de degradação. Quanto ao manejo da cultura da soja, é comum o uso do sistema de preparo de solo, que envolve gradagens pesadas e niveladoras, com até sete operações por ano. Com a ausência de cobertura vegetal, o solo fica exposto à chuva e ao sol, sofrendo desagregação e encrostamento da camada mais superficial e compactação ou endurecimento de camadas mais profundas. Com isso, a erosão aumenta, gerando inundações, assoreamentos e poluição de mananciais, piorando, conseqüentemente, a fertilidade da terra e os custos de sua recuperação para uso agrícola.

No Mato Grosso do Sul, experimentos de longa duração, que visam demonstrar a influência de sistemas de manejo de solo em atributos químicos, são raros.

Neste trabalho são apresentados resultados de experimento em condução desde 1987, no qual foram avaliados os efeitos de sistemas de manejo de solo cultivado com a sucessão soja-trigo, na fertilidade de um Latossolo Roxo.

PROCEDIMENTO

O experimento foi conduzido na área experimental da *Embrapa Agropecuária Oeste*, localizada no município de Dourados (MS), num Latossolo Roxo de textura muito argilosa, com 3% de declividade.

Foram utilizadas parcelas permanentes de 22,0 (paralelo ao declive) x 3,5m (perpendicular ao declive), as quais foram delimitadas com chapas de ferro galvanizado e ligadas a um sistema coletor de enxurrada sob chuva natural (Fig. 1).

Os sistemas de preparo de solo aplicados, todos os anos, antes da semeadura da soja (*Glycine max* Merrill) e antes da cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.), cultivadas em sucessão, foram: a) ES: escarificação com escarificador de cinco hastes, distanciadas em 0,25m entre si, com ponteiros estreitos, trabalhando à profundidade de 0,25m, seguido de gradagem niveladora com grade de 42 discos de

¹ Eng.-Agr., Dr., CREA nº 48189/D-SP, Visto 4996-MS, *Embrapa Agropecuária Oeste*, Caixa Postal 661, 79804-970 - Dourados, MS. E-mail: hernani@cpao.embrapa.br

0,48m de diâmetro e profundidade de trabalho de 0,05 m; b) GP: gradagem com grade de 16 discos de 0,60m de diâmetro e à profundidade de 0,15m, seguida de gradagem niveladora, semelhante à anterior; c) PD: plantio direto ou semeadura direta em solo coberto com palha de soja e/ou de trigo e d) DE: aração com arado de discos (três discos de 0,80m de diâmetro), à profundidade de 0,20m, seguido de duas gradagens niveladoras, caso em que o solo foi manual e superficialmente escarificado e mantido limpo de qualquer cobertura vegetal.

Os tratamentos foram aplicados anualmente a partir de novembro de 1987, após o solo ter sido corrigido quanto à acidez, fósforo, potássio e micronutrientes. Essas correções químicas e as adubações foram baseadas em análise química de solo, sendo que as doses dos adubos aplicados ao longo do estudo encontram-se na Tabela 1. Todas as operações e ou práticas agrícolas foram mecanizadas.

Para efeito desse estudo foram tomados os dados referentes às profundidades 0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m de coletas realizadas em 1987, 1990, 1993 e 1996. As amostras compostas foram obtidas com trado holandês e, nos dois primeiros anos, em apenas uma repetição por parcela. Em 1993 foram obtidas em três repetições e, em 1996, em cinco repetições por parcela. Para isto, as parcelas foram divididas no sentido do declive, em três sub-áreas em 1993 e, em 1996, em cinco subáreas. Nestas amostras foram determinados: pH em H₂O (1:1,5), Ca, Mg e K trocáveis, P disponível e matéria orgânica total (MO), cujos métodos estão descritos em Embrapa (1997).

Os resultados envolvendo todas as épocas foram discutidos considerando apenas as suas tendências ao longo do tempo. Os dados de 1993 e de 1996 foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo Teste Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.



FIG. 1. Sistema coletor de enxurrada.

TABELA 1. Doses de nutrientes contidos nos adubos aplicados nas culturas de soja e de trigo, entre 1988 e 1996.

Safr ^a	Cultura	kg ha ⁻¹	
		P ₂ O ₅	K ₂ O
1988	Trigo	60	60
1988/89	Soja	50	50
1989	Trigo	72	30
1989/90	Soja	40	40
1990	Trigo	60	60
1990/91	Soja	68	40
1991	Trigo	50	50
1991/92	Soja	60	60
1992	Trigo	60	60
1992/93	Soja	60	60
1993	Trigo	60	60
1993/94	Soja	60	60
1994	Trigo	75	25
1994/95	Soja	63	63
1995	Trigo	50	50
1995/96	Soja	60	60
1996	Trigo	60	60

^aNa safra de soja 1990/91, aplicaram-se, também, em kg ha⁻¹, 22 de CaO e 11 de S; na de trigo 1991, e na de soja 1994/95, aplicaram-se, respectivamente, 2,5 e 3,75 de Zn, 0,25 e 0,38 de B, 0,13 e 0,19 de Mo e 0,03 e 0,04 de Co.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mudanças na fertilidade do solo entre 1988 e 1996

Os teores dos nutrientes e a matéria orgânica nas parcelas com o tratamento plantio direto cresceram com o tempo (Fig. 2). No entanto, apenas a partir do quinto ano de condução do experimento (1992/93) e principalmente na camada 0-0,05 m é que se observaram valores significativamente diferenciados entre tratamentos, para a maioria das variáveis analisadas. ES e GP apresentaram efeitos semelhantes entre si, com pequenas variações em Ca²⁺ e em Mg²⁺.

Na Fig. 3, o plantio direto (linha contínua) é comparado ao manejo com gradagens pesada + niveladora (linha tracejada) quanto à tendência dos resultados obtidos ao longo do tempo, para a camada 0-0,05 m. Com exceção do fósforo, todas as demais variáveis estudadas (especialmente Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e MO) tenderam a crescer linearmente com o tempo nas parcelas com o plantio direto e a decrescer linearmente (pH, Ca²⁺ e Mg²⁺) com as gradagens. Esses efeitos foram mais evidentes com relação ao cálcio e ao magnésio, tal o que pode ser explicado pela magnitude das perdas por erosão hídrica desses nutrientes, que são cerca de cinco vezes maiores no tratamento gradagens comparado ao plantio direto, conforme resultados apresentados no número 2 desta Coleção. Com isso, no plantio direto estes nutrientes vão acumulando-se com o tempo. Com relação ao potássio, verifica-se que os valores

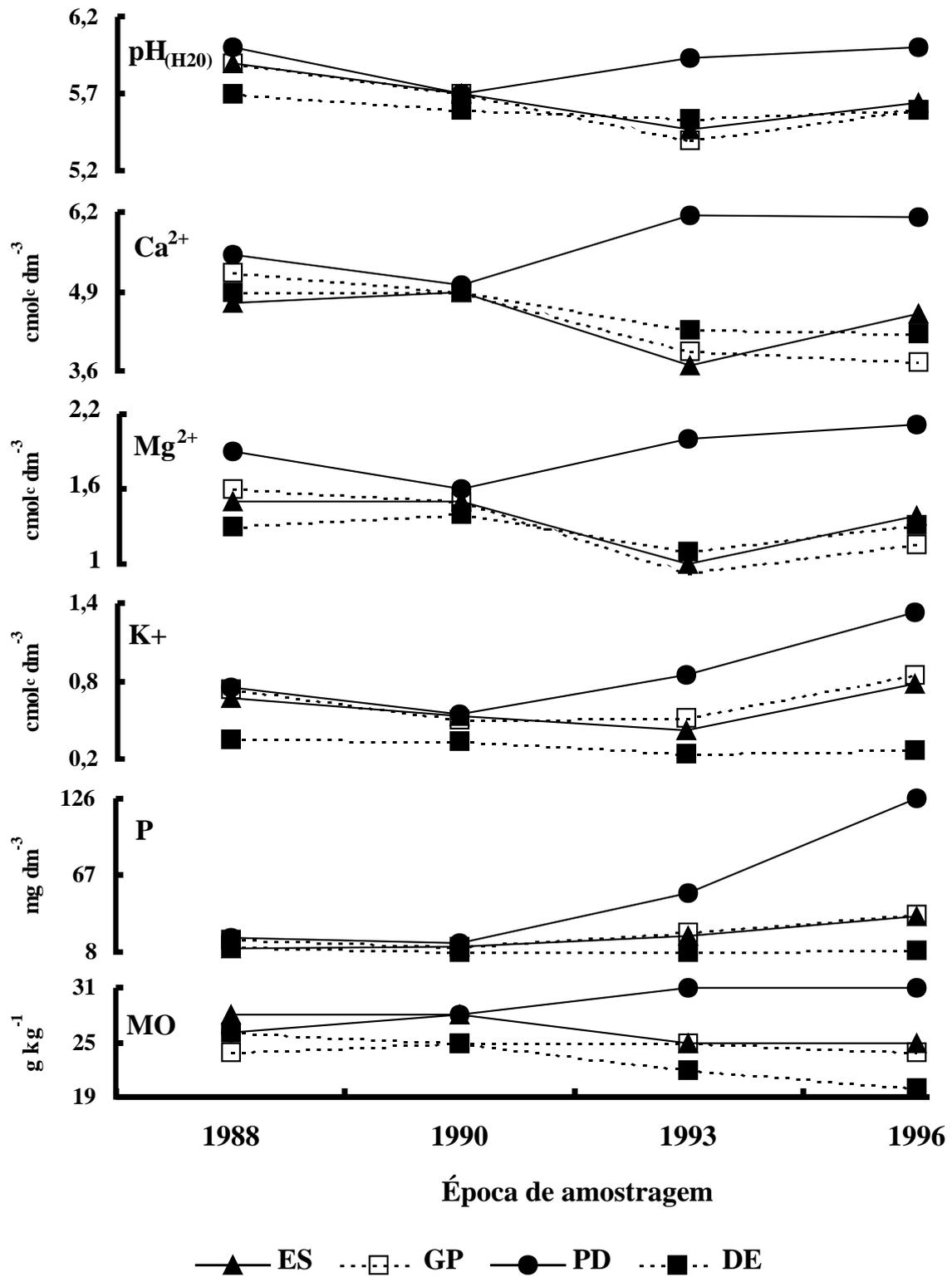


FIG. 2. Efeitos de sistemas de manejo do solo em atributos químicos de amostras coletadas em quatro épocas, na profundidade 0-0,05 m de um Latossolo Roxo de Dourados, MS.

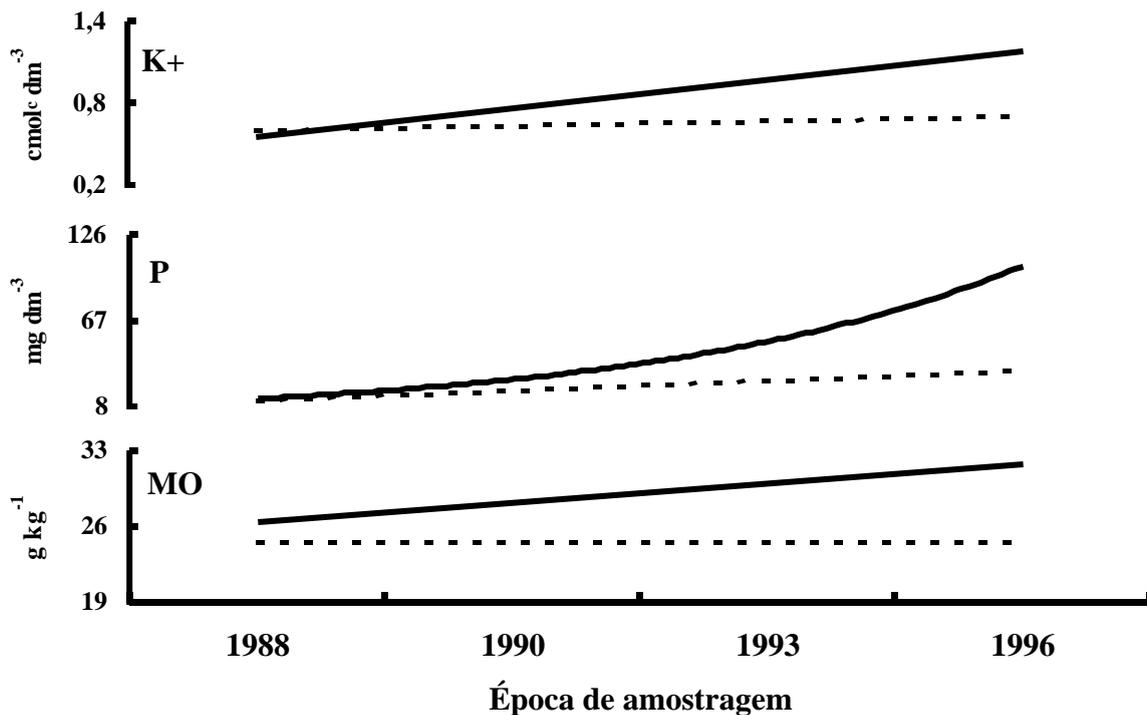


FIG. 3. Linhas de tendência para os atributos químicos de amostras coletadas em quatro épocas na profundidade 0-0,05 m de um Latossolo Roxo de Dourados, MS, para o plantio direto (linha contínua) e gradagens (linha tracejada).

tenderam a crescer linearmente, tanto no plantio direto quanto com as gradagens, embora neste último tratamento a intensidade do incremento ao longo do tempo tenha sido muito menor. Com as gradagens as perdas por erosão hídrica do potássio são cerca de seis vezes maiores do que no plantio direto, o que explica as diferenças observadas. A tendência de crescimento nos teores de fósforo ao longo do tempo com o plantio direto foi exponencial, enquanto com as gradagens esse elemento apresentou incrementos menores e lineares. A partir do quinto ano de condução do experimento, no tratamento plantio direto, o teor de fósforo cresceu numa taxa muito mais intensa do que a verificada com as gradagens. Este comportamento também está relacionado com as perdas por erosão hídrica deste nutriente em quantidades muito maiores no manejo com as gradagens do que no plantio direto. O pH, embora apresentando comportamento linear, sofreu modificação muito pequena entre 1988 e 1996, mas teve um leve crescimento no plantio direto. De maneira semelhante, a matéria orgânica (MO) cresceu linearmente com o tempo, sendo este crescimento mais expressivo no plantio direto do que no tratamento gradagens. A cobertura morta e a pouca diversidade dos sistemas radiculares proporcionadas pela sucessão soja-trigo, podem explicar o aparecimento de efeitos significativos no plantio direto apenas no quinto ano. Alguns trabalhos de pesquisa relatam que estes efeitos podem ocorrer já a partir do terceiro ano; no entanto, outros indicam que esses efeitos vão aumentando e podem, enfim, ficar claros depois do quinto ou sexto ano. O tempo para o surgimento dessas diferenças também pode ser uma decorrência do tipo do solo, do clima e do sistema de rotação de culturas, entre outros fatores.

As diferenças entre os sistemas de preparo de solo nas demais camadas estudadas do solo foram praticamente inexistentes. Os tratamentos ES, GP e PD

aplicados antes do cultivo de soja-trigo, quando comparados ao DE, apresentaram discreta elevação dos teores de K^+ e P da camada 0,05 -0,10 m, apenas no oitavo ano de condução do experimento (Fig. 4). No tratamento DE, os teores de Ca^{2+} e de MO dessa camada, tenderam a diminuir com o tempo. Tais diferenças entre os tratamentos devem-se ao fato de que o DE foi mantido sem cobertura vegetal e, portanto, não recebeu adubação alguma ao longo do tempo. A ausência de cultivo e, portanto, de qualquer cobertura vegetal ou desenvolvimento de sistemas radiculares neste

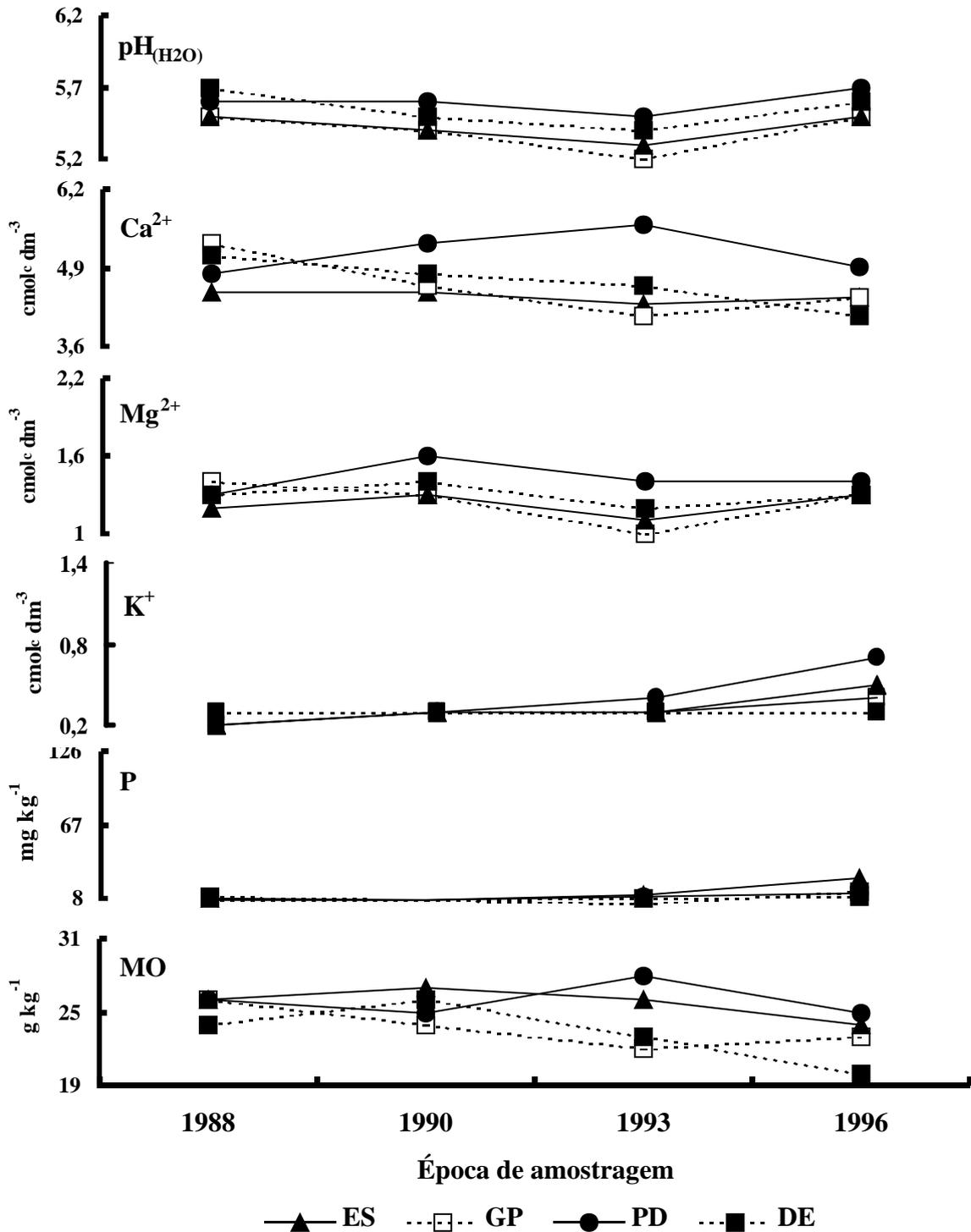


FIG 4. Efeitos de sistemas de manejo do solo em atributos químicos de amostras coletadas em quatro épocas, na profundidade 0,05-0,10 m de um Latossolo Roxo de Dourados, MS.

tratamento, podem explicar a tendência de menores teores de MO, enquanto a lixiviação pode ter sido a causa de variação no teor de Ca^{2+} na camada 0,05-0,10m.

As variáveis químicas estudadas praticamente permaneceram constantes ao longo do tempo, se for observada a camada 0,10-0,20m (Fig. 5). Isto indica que os sistemas de preparo estudados não teriam efeitos sobre essa camada, em função da deposição de fertilizantes em até no máximo 0,07m de profundidade e as grades pesadas, implemento que trabalha a profundidades de até 0,15m, não chegaram a influenciar a camada abaixo de 0,10m. Houve, entretanto, um aumento no teor de K^+ verificado na parcela cultivada em plantio direto e, também, um pequeno declínio no teor de MO verificado no tratamento DE. O incremento no teor de K^+ no plantio direto pode ser devido ao movimento deste nutriente no perfil do solo sob este tratamento, função da existência de maior número de canais proporcionados por organismos (meso e macro fauna) e também por canais remanescentes de sistemas radiculares já decompostos. As mudanças nos teores de MO no tratamento DE onde se utiliza preparo convencional do solo (aração + gradagens niveladoras) e onde não existe qualquer cobertura vegetal, conforme já foi discutido anteriormente, devem-se à não incorporação de material orgânico e à não existência de desenvolvimento de sistemas radiculares nessa camada.

Os efeitos positivos do plantio direto, verificados especialmente na camada superficial, são resultantes da cobertura permanente do solo com resíduos vegetais, da manutenção de sistemas radiculares em diferentes estágios de desenvolvimento e do revolvimento mínimo do solo. A cobertura morta impede ou minimiza o impacto das gotas de chuva contra a superfície do solo o que diminui a desagregação e, além disso cria obstáculos ao movimento da água sobre a superfície, o que eleva a infiltração e o armazenamento hídrico. Com isto, a erosão hídrica laminar ou em sulcos é diminuída e os nutrientes e a matéria orgânica são arrastados e perdidos em menores quantidades. Desta forma, os fertilizantes não utilizados pelas culturas vão acumulando-se nas camadas mais superficiais do solo. Por outro lado, os sistemas radiculares e os organismos, vão lentamente incorporando nutrientes e matéria orgânica a profundidades maiores.

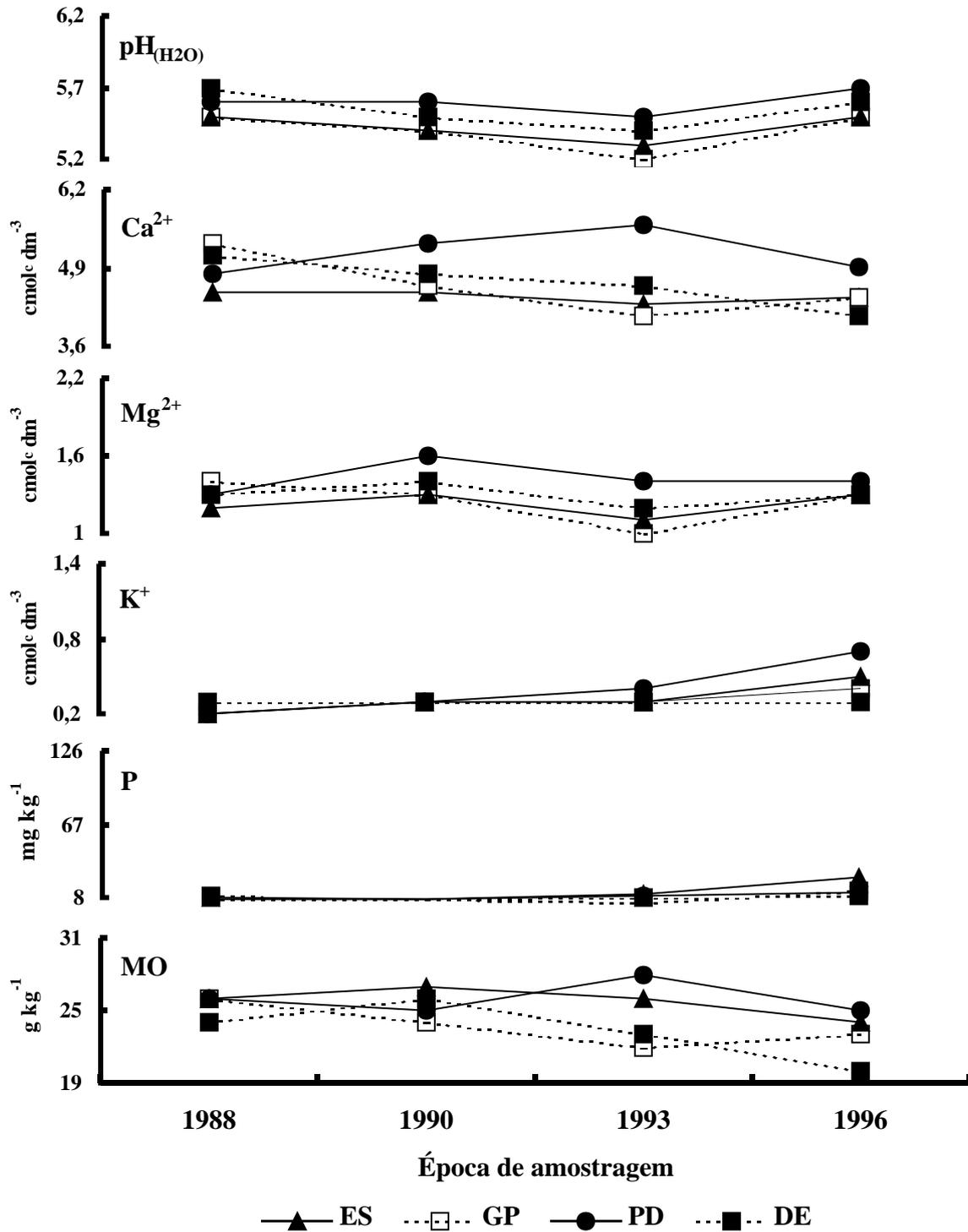


FIG 5. Efeitos de sistemas de manejo do solo em atributos químicos de amostras coletadas em quatro épocas, na profundidade 0,10-0,20 m de um Latossolo Roxo de Dourados, MS.

Análise dos resultados em 1993 e em 1996

A análise estatística dos dados obtidos em 1993 e em 1996 mostrou que o comportamento dos tratamentos variou com a profundidade analisada, mas os resultados obtidos nessas duas épocas de amostragem foram muito semelhantes entre si (Tabelas 2 e 3).

TABELA 2. Valores médios^a de atributos químicos obtidos em 1993 para quatro sistemas de manejo do solo e três profundidades de um Latossolo Roxo, de Dourados, MS.

SM ^a	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	MO
		cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³	g kg ⁻¹
0,0 – 0,05 m						
ES	5,5 b	3,7 b	1,0 b	0,42 b	19,8 b	25 b
GP	5,4 b	3,9 b	0,9 b	0,51 b	23,2 b	25 b
PD	5,9 a	6,1 a	2,0 a	0,84 a	52,8 a	31 a
DE	5,5 b	4,3 b	1,1 b	0,25 b	7,4 b	22 c
0,05 – 0,10 m						
ES	5,4 a	4,1 b	1,1 b	0,40 b	19,5 a	26 ab
GP	5,3 a	4,2 b	1,0 b	0,49 ab	19,0 a	24 bc
PD	5,4 a	5,1 a	1,4 a	0,60 a	20,5 a	29 a
DE	5,5 a	4,3 b	1,1 b	0,25 c	7,5 b	23 c
0,10 – 0,20 m						
ES	5,3 a	4,3 b	1,1 b	0,26 b	11,4 a	26 a
GP	5,2 b	4,1 b	1,0 c	0,25 b	3,6 b	22 b
PD	5,5 a	5,6 a	1,4 a	0,42 a	8,6 ab	28 a
DE	5,4 a	4,6 b	1,2 b	0,25 b	7,7 ab	23 b
CV ^c	1,55	7,97	7,78	19,45	23,28	4,88
Média	5,4	4,5	1,19	0,41	16,8	25

^aDentro de cada profundidade e para cada atributo, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Duncan (5%).

^bSM: sistema de manejo realizados antes de soja e de trigo - ES: escarificação+ gradagem niveladora, GP: gradagens pesada+ niveladora, PD: plantio direto e, DE: aração com discos + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal.

^cCV: coeficiente de variação, em percentagem.

TABELA 3. Valores médios^a de atributos químicos obtidos em 1996 para quatro sistemas de manejo do solo e três profundidades de um Latossolo Roxo, de Dourados, MS.

SM ^a	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	P	MO
		cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³	g kg ⁻¹
0,0 – 0,05 m						
ES	5,6 b	4,5 b	1,4 b	0,78 b	36 b	25 b
GP	5,6 b	3,8 c	1,2 c	0,84 b	37 b	24 b
PD	6,0 a	6,1 a	2,1 a	1,33 a	126 a	31 a
DE	5,6 b	4,2 bc	1,3 b	0,26 c	10 c	20 c
0,05 – 0,10 m						
ES	5,5 a	4,5 ab	1,3 a	0,78 b	35 a	26 a
GP	5,5 a	3,9 bc	1,1 b	0,79 b	41 a	23 b
PD	5,6 a	4,6 a	1,4 a	1,03 a	38 a	26 a
DE	5,6 a	4,0 c	1,3 a	0,26 c	9 b	19 c
0,10 – 0,20 m						
ES	5,5 b	4,4 b	1,3 ab	0,48 b	24 a	24 a
GP	5,5 b	4,4 b	1,3 b	0,43 b	13 a	23 a
PD	5,7 a	4,9 a	1,4 a	0,66 a	12 a	25 a
DE	5,6 ab	4,1 b	1,3 ab	0,27 c	11 a	20 b
CV ^a	2,26	8,49	7,93	16,76	40,12	7,51
Média	5,62	4,5	1,4	0,66	33	24

^a Dentro de cada profundidade e para cada atributo, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Duncan (5%).

^b SM: sistema de manejo realizados antes de soja e de trigo - ES: escarificação+ gradagem niveladora, GP: gradagens pesada+ niveladora, PD: plantio direto e, DE: aração com discos + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal.

^c CV: coeficiente de variação, em percentagem.

Em 1996 (Tabela 3), na camada 0,0-0,05 m, o plantio direto superou os demais tratamentos em pH, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, P e MO. Na camada 0,05-0,10 m, o PD foi superior em Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e MO, em relação ao GP e ao DE (menos em Mg²⁺). Mas em relação ao ES, o PD foi superior apenas em relação ao K⁺. Na camada 0,10-0,20 m, o plantio direto superou o GP, apresentando valores mais elevados em pH, Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺. Nesta camada, o PD superou o ES em relação a pH, Ca²⁺ e K⁺.

Os aumentos verificados nos teores dos cátions trocáveis nos primeiros dez centímetros, com o plantio direto, conforme comentário anterior, são explicados por intensidades de perdas por erosão significativamente menores neste do que em tratamentos como o GP (resultados de perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica podem ser vistos nos números 1 e 2 desta Coleção). Estes teores mais elevados de cátions trocáveis podem estar correlacionados à agregação e estabilidade de agregados do solo. Na literatura tem sido constatado que esse sistema de manejo aumenta o diâmetro médio ponderado (DMP) e os agregados com diâmetro entre 7,93

e 9,52mm. A formação e o desenvolvimento desses agregados maiores, aliados aos teores mais elevados de MO podem ser responsáveis pela maior retenção de nutrientes nos latossolos. Os aumentos de cátions trocáveis e fósforo, verificados nas camadas 0,05-0,10 e 0,10-0,20m, com o plantio direto, provavelmente estariam relacionados aos efeitos da meso e macro fauna, cujo papel no aprofundamento destes nutrientes parece ser muito importante; mas esses aumentos, também devem ser associados à persistência dos sistemas radiculares de soja e ou de trigo e, em menor escala, à processos de lixiviação e/ou percolação (de pequena magnitude), que auxiliariam a manter ou incorporar esses nutrientes a essas profundidades. No tratamento GP, por outro lado, ou até mesmo no ES, o sistema radicular existente nos primeiros 0,15 m do solo é, especialmente no primeiro caso, triturado e misturado ao solo, decompondo-se mais rapidamente e facilitando a diluição e a perdas de Mg^{2+} e K^+ , através da lixiviação, para camadas mais profundas ou pela erosão superficial. No sistema convencional de preparo, sem cobertura vegetal (DE), praticamente não ocorreram mudanças, entre 1993 e 1996, com exceção da camada mais superficial.

CONCLUSÕES

1. Os sistemas de preparo de solo utilizados para cultivo da sucessão soja-trigo, influenciaram os atributos químicos do solo, a partir do quinto ano e principalmente na camada 0,0-0,05m.
2. O plantio direto foi o sistema de manejo mais eficaz quanto à melhoria da qualidade química do solo, com ênfase para a camada 0,0-0,05m.
3. Os tratamentos escarificação + gradagens niveladoras e gradagens pesadas + niveladoras, proporcionaram efeitos semelhantes entre si, para a maioria dos atributos e camadas estudadas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Fernando Henrique Cardoso
Presidente

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Marcos Vinícius Pratini de Moraes
Ministro

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Conselho de Administração

Márcio Fortes de Almeida
Presidente

Alberto Duque Portugal
Vice-Presidente

Dietrich Gerhard Quast
José Honório Accarini
Sérgio Fausto
Urbano Campos Ribeiral
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Alberto Duque Portugal
Diretor-Presidente

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres
Diretores

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE

José Ubirajara Garcia Fontoura
Chefe-Geral

Júlio Cesar Salton
Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

Josué Assunção Flores
Chefe Adjunto de Administração