

Luís Carlos Hernani  
Amoacy Carvalho Fabricio

# PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO

— dez anos de pesquisa —

***Embrapa***

---

***Agropecuária Oeste***

Dourados, MS  
1999

Embrapa Agropecuária Oeste. Coleção Sistema Plantio Direto, 1

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: (0XX67) 422-5122 - Fax (0XX67) 421-0811  
79804-970 Dourados, MS  
E-mail: sac@cpao.com.br

COMITÊ DE PUBLICAÇÕES:

Embrapa Agropecuária Oeste  
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

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

TIRAGEM: 1.000 exemplares

IMPRESSÃO: Gráfica Seriema (0xx67) 422-4664

HERNANI, L.C.; FABRICIO, A.C. Perdas de solo e água por erosão: dez anos de pesquisa. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1999. 12p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Coleção Sistema Plantio Direto, 1).

1. Plantio direto. 2. Erosão. 3. Solo - Água - Perda. I. Embrapa Agropecuária Oeste (Dourados, MS). II. Título. III. Série.

A degradação da qualidade do solo e da água, assim como de qualquer recurso natural, é fortemente influenciada pela maneira como é utilizada. A forma de preparar ou manejar os solos e as culturas tem, portanto, grande importância para a conservação desses recursos, para a manutenção e elevação da produtividade, para a estabilidade econômica e, conseqüentemente, para a qualidade de vida nas propriedades rurais.

Embora já se verifiquem algumas mudanças positivas em relação aos tipos de exploração agrícola, em Mato Grosso do Sul a pastagem extensiva e o monocultivo de soja ainda são predominantes. Em cerca de 60% da área cultivada com a soja, o sistema de preparo de solo usado envolve gradagens pesadas e niveladoras (Fig. 1) com cerca de sete operações por ano. Com a ausência de cobertura ocorre o aumento da exposição do solo à chuva, produzindo desagregação e encrostamento da camada mais superficial do solo e compactação de camadas mais profundas. Com a erosão isso tem aumentado, gerando inundações e poluição de mananciais, piorando, conseqüentemente, a qualidade da água e aumentando os custos sociais para o seu tratamento, para a despoluição de rios e para a recuperação de estradas (Fig. 2).

Neste texto são apresentados resultados de experimento realizado durante dez anos, onde se comparou o plantio direto a outros sistemas de manejo do solo, quanto aos seus efeitos na erosão de solo e de água.



FIG. 1. O sistema de preparo do solo com grades de discos, proporciona pulverização do solo, compactação e erosão.



FIG. 2. O manejo inadequado do solo e de culturas leva à degradação ambiental, vendo-se, neste caso, boçorocamento e assoreamento de mananciais.

## PROCEDIMENTO

O experimento foi conduzido, desde outubro de 1987, na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada no município de Dourados (MS), num latossolo roxo álico epieutrófico A moderado textura muito argilosa, com 3% de declividade. Originalmente, esse solo apresentava mais de 60% da capacidade de troca de cátions ocupada com alumínio tóxico (caráter álico) e muito baixos teores de cálcio e magnésio. Antes do início do experimento, além da correção de macro e micronutrientes, o terreno foi submetido à calagem e, assim, sua camada mais superficial se tornou rica em Ca e em Mg (caráter epieutrófico).

Para medir a erosão superficial provocada pela chuva, foram utilizadas parcelas permanentes de 22,0 (paralelo ao declive) x 3,5 m (perpendicular ao declive). Essas parcelas foram delimitadas com chapas de ferro galvanizado e ligadas a um sistema coletor de enxurrada (Fig. 3), onde mediram-se o volume de água e o peso de solo arrastados para fora das parcelas, em decorrência da erosão.



FIG. 3. Sistema coletor de enxurrada, vista parcial.

De outubro de 1987 a abril de 1997, foram comparados os efeitos de quatro sistemas de manejo de solo, aplicados, todos os anos, antes da semeadura da soja (*Glycine max* Merrill) e do trigo (*Triticum aestivum* L.), cultivados em sucessão.

Os sistemas de manejo do solo foram: a) ES: escarificação com escarificador de cinco hastes, distanciadas em 25 cm entre si, com ponteiros estreitos, trabalhando à profundidade de 25 cm, seguida de gradagem niveladora com grade de 42 discos de 48 cm de diâmetro e profundidade de trabalho de 5 cm; b) GP: gradagem com grade de 16 discos de 61 cm de diâmetro à profundidade de 15 cm, 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 81 cm de diâmetro), à profundidade de 20 cm, seguida de duas gradagens niveladoras, caso em que o solo foi manual e superficialmente escarificado e mantido limpo de cobertura vegetal.

Todas as operações foram mecanizadas e realizadas no sentido do declive. As práticas culturais seguiram recomendações técnicas da Embrapa.

Entre junho de 1994 a abril de 1995 foram determinadas também as perdas de solo e de água e a percentagem de infiltração em diferentes períodos de desenvolvimento da soja e do trigo, visando avaliar em qual desses períodos haveria maior intensidade de erosão.

Durante o período do estudo (1987-1997), verificaram-se grandes variações na intensidade de perdas de solo e de água, nos diferentes sistemas de manejo, em função das condições

## RESULTADOS E COMENTÁRIOS

climáticas, especialmente do número, intensidade, duração e frequência das chuvas, bem como da velocidade e direção dos ventos durante a ocorrência das precipitações (Fig. 4).

O plantio direto (PD) foi o tratamento mais eficiente no controle das perdas de solo e de água. Na média do período 1987-1994, as perdas de solo (0,79 t/ha/ano) nesse sistema foram, respectivamente, quatro, sete e nove vezes menores que as perdas ocorridas nos sistemas escarificação + gradagem niveladora (ES), gradagem pesada + gradagem niveladora (GP) e aração + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal (DE). As perdas de água no PD, do período 1987-1994, foram, em média, 27 mm/ano ou, respectivamente, três, quatro e seis vezes menores que as do ES, GP e DE. O sistema GP apresentou perdas relativamente elevadas, se comparado ao PD e ao ES. Isso ocorreu porque o GP, sistema tradicionalmente utilizado pela maioria dos produtores de soja, comparado a PD e ES, revolve mais intensamente os primeiros 15 cm do solo, expondo-o à ação dos raios solares, dos ventos e do impacto das gotas de chuva. Com o tempo, os torrões localizados à superfície do terreno utilizado com esse sistema diminuem de tamanho, desfazem-se, sendo as suas partículas (como a argila e a matéria orgânica, às quais estão aderidos os nutrientes que provêm dos adubos) transportadas para além da área cultivada e depositadas em mananciais, rios e estradas. Por outro lado, mesmo sem envolver rotação de culturas, o PD foi altamente eficaz no controle das perdas por erosão, principalmente porque a superfície do solo foi mantida coberta (60 a 70% da superfície) com palha, durante a maior parte do ano e ao longo do período estudado. Esse fato, aliado a outros possíveis fatores presentes no PD, como maior estabilidade da estrutura e agregação do solo, provavelmente elevaram a infiltração e o armazenamento de água nesse sistema. A eficiência do PD no controle das perdas de água foi relativamente menor do que a do controle das perdas de solo. Embora essa diferença seja muito pequena, a menor eficiência no controle da perda de água sugere que a eliminação pura e simples de terraços em áreas onde esse sistema é utilizado, sem considerar um adequado estudo técnico, pode ser, a longo prazo, pernicioso, não apenas para o solo mas sobretudo para a qualidade dos mananciais. Isto porque, com o tempo a concentração de nutrientes em lagos, represas ou rios cresceria até ocasionar a chamada eutroficação desses mananciais e a perda da qualidade de vida dos seres que aí vivem.

Os sistemas de preparo DE e GP foram os que geraram mais erosão. Esses efetivamente promovem maior exposição da superfície do solo aos impactos das gotas de chuva e à formação de crostas (camadas compactadas que ocorrem nos primeiros dois centímetros do solo). As perdas de solo e de água por erosão hídrica superficial aumentaram com o tempo, no caso do GP, devido também à compactação subsuperficial (entre 15 e 25 cm de profundidade) que limita a penetração da água para camadas mais profundas do solo. No período 1987-1994, o controle das perdas de solo e de água proporcionado pelos sistemas de manejo, comparados ao DE foi,

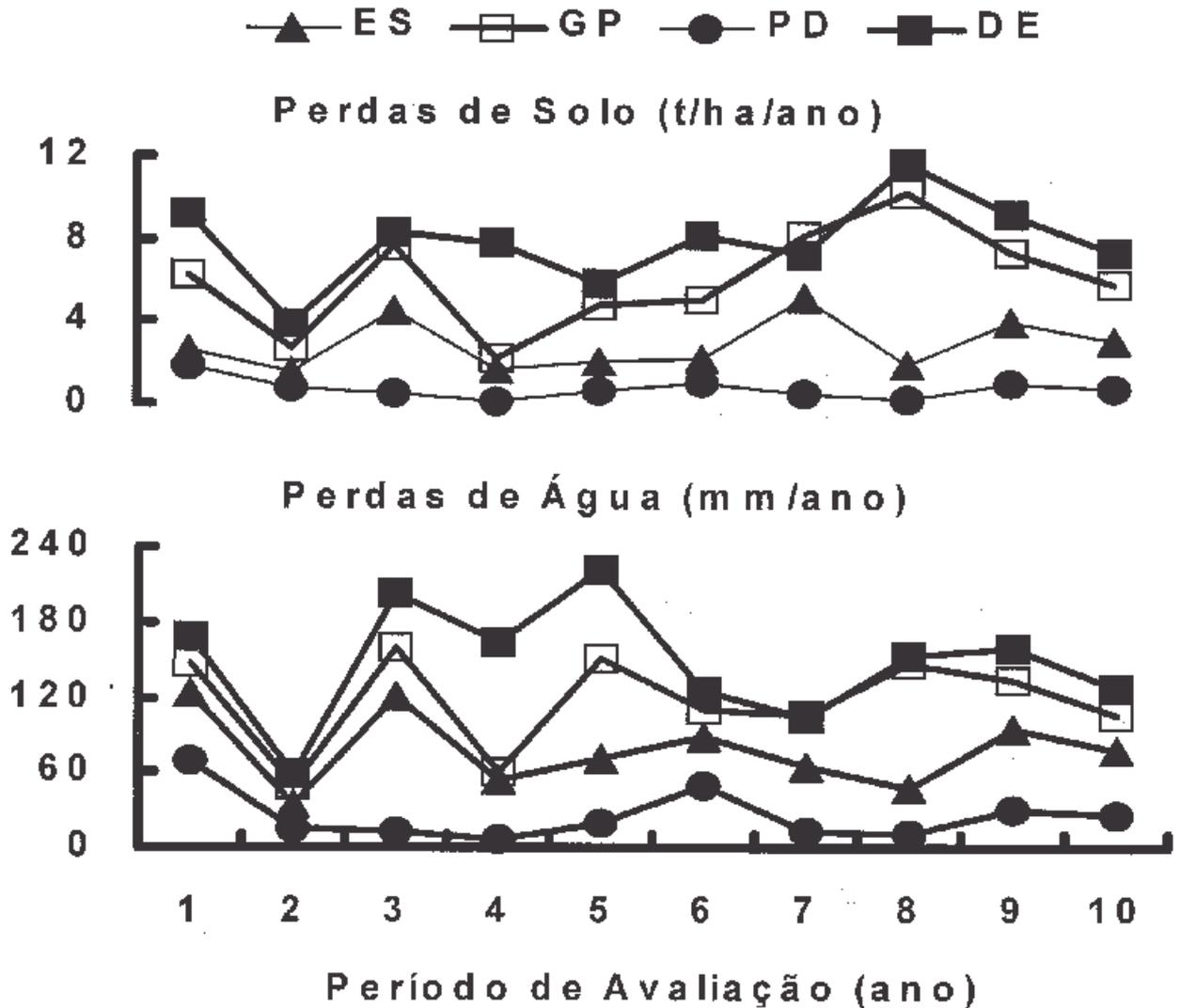


FIG. 4. Perdas anuais de solo e de água, por erosão, entre 1987 e 1997, de um latossolo roxo de Dourados (MS), nos sistemas: escarificação + gradagem niveladora (ES), gradagens pesada + niveladora (GP) e plantio direto (PD), aplicados na sucessão soja/trigo e aração + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal (DE).

respectivamente, 61 e 46% para o ES; 27 e 25% para o GP e 89 e 82% para o PD. Isso confirma que, entre os sistemas estudados, PD e ES são efetivamente os que mais conservam o solo.

Comparando-se as médias do período 1995-1997 às de 1987-1994, verificou-se que nos sistemas de manejo com maior revolvimento de solo as perdas por erosão aumentaram. Os valores médios de perdas de solo dos sistemas GP e DE foram, no período 1995-1997, respectivamente, 50 e 30% superiores às médias do período anterior. Por outro lado, o ES apresentou uma elevação de apenas 7%, enquanto no PD verificou-se que, entre os períodos citados, as perdas de solo diminuíram, em média, 10%. Nesse sentido, pode-se dizer que PD e ES, especialmente o primeiro, promovem melhorias crescentes e contínuas nas condições do sistema

solo-planta. No caso do PD, isso se deve à presença constante da cobertura morta e a ausência de revolvimento do solo, que proporcionam condições ao aumento e à manutenção da matéria orgânica do solo e de canais de origem biológica (fauna e sistema radicular), melhorando a agregação e a estabilidade dos agregados e, conseqüentemente, a infiltração e o armazenamento de água.

Esses fatores podem ser melhor observados na Fig. 5, onde verifica-se que as perdas médias de solo e de água, do período 1987-1997, para o PD, ES, GP e DE, foram, respectivamente, 0,74; 2,94; 6,57 e 8,35 t/ha/ano, e 24, 76, 121 e 148 m/ano. O controle dos sistemas de manejo utilizados para cultivo da soja e do trigo, PD, ES e GP, em relação ao que foi mantido sempre limpo de cobertura vegetal, DE, foram, respectivamente, 87, 64 e 22% para as perdas de solo, e 88, 48 e 18% para as perdas de água. Esses resultados indicam que quanto maior o período considerado, menos eficiente é o controle das perdas de solo e de água promovido pelo GP, ao contrário do que acontece com os sistemas PD e ES.

De junho de 1994 a abril de 1995, entre o preparo do solo e a semeadura da soja (período S1), verificou-se, e termos relativos, a maior perda de solo por unidade de tempo, em todos os tratamentos (Fig. 6). Isso está associado à ocorrência de elevados índices de erosividade de chuva, coincidentes à maior exposição do solo. No sistema GP, as maiores perdas absolutas de solo foram observadas do 60º dia após a semeadura à colheita da soja (período S4) e as mais elevadas perdas de água foram do 30º ao 60º dia após a semeadura (período S3). Isso reflete a duração e pluviosidade mais elevadas desses períodos, em relação aos demais. Por outro lado, verificou-se tendência de aumento da quantidade de chuvas erosivas com a pluviosidade, indicando que os cuidados com a cobertura e proteção do solo, nesta região, devem ser redobrados, especialmente entre os meses de novembro e março, quando a pluviosidade é mais elevada.

As perdas totais de solo durante o cultivo da soja, no tratamento GP, foram cerca de três vezes maiores do que as verificadas durante o cultivo do trigo, devido à menor ocorrência de chuvas erosivas durante o cultivo da gramínea. Por outro lado, no DE, essas perdas foram cerca de cinco vezes maiores, indicando que a proteção realizada pelas culturas explica, em grande parte, as diferenças entre esses tratamentos.

Quando as perdas de solo foram somadas, ano a ano, no período 1987-1994, pôde-se verificar que nos tratamentos DE, GP e ES aumentaram linearmente com o tempo (Fig. 7). Mas no caso do PD, as perdas de solo, a partir do quarto ano de cultivo, estabilizaram-se. Para o intervalo de tempo 1987-1994, as perdas acumuladas cresceram em média 7,2; 5,0 e 2,6 /ha/ano, respectivamente para DE, GP e ES.

Quanto às perdas acumuladas de água em função do tempo, observaram-se tendência de aumento para todos os tratamentos. As perdas acumuladas de água no PD são relativamente pequenas e em torno de cinco vezes menores do que no sistema GP. Entretanto, no PD o controle das perdas de água foi discretamente menos eficiente do que o controle das perdas de solo. Isso pode estar relacionado com o tipo de resíduos (soja e trigo) que constituíram a cobertura morta e que proporciona rugosidade relativamente menor e são menos eficientes em reter a água da chuva do que outros resíduos.

Promovendo perdas de solo e de água por erosão hídrica superficial, significativamente

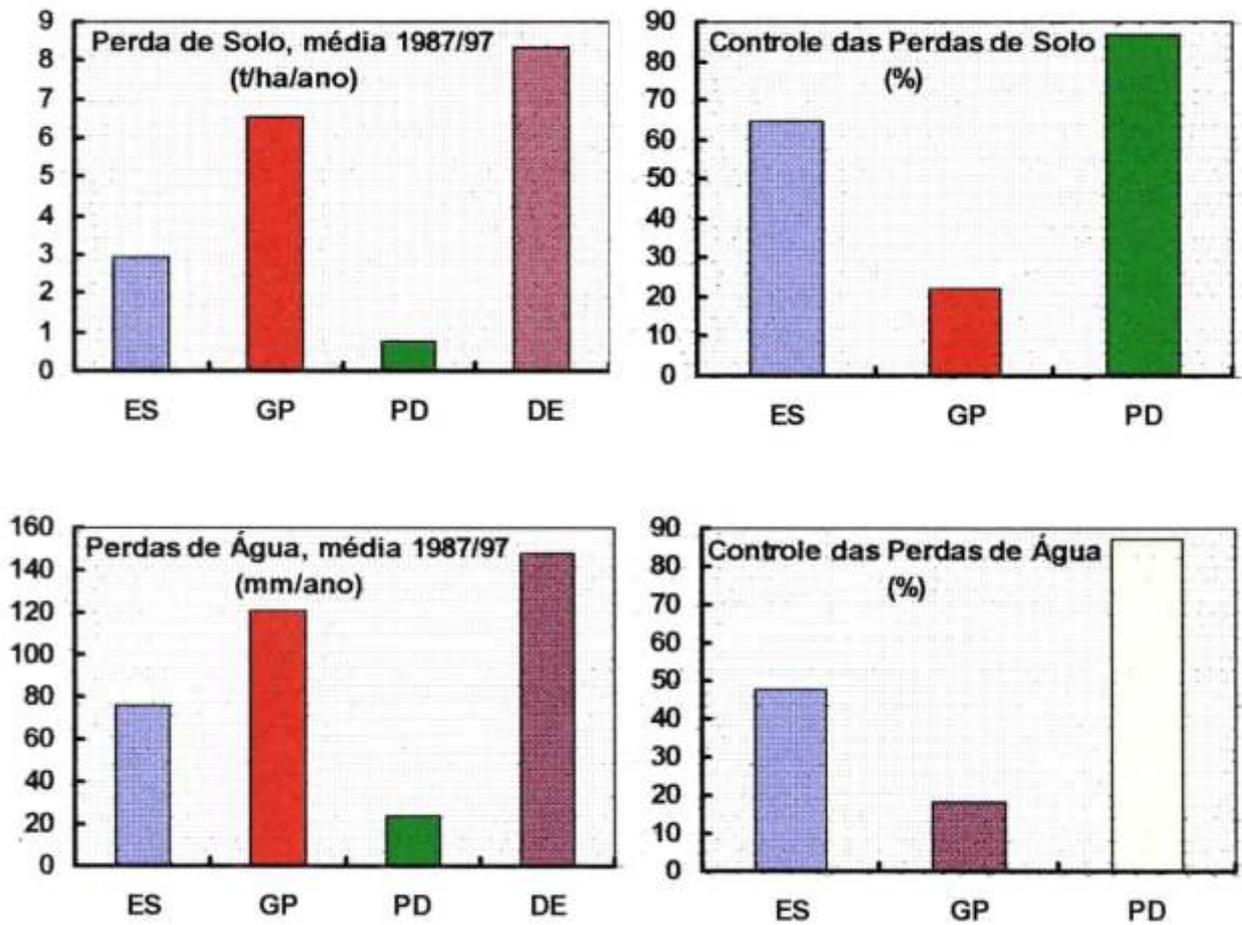


FIG. 5. Valores médios anuais de perdas de solo (t/ha/ano) e de água (mm/ano) por erosão, de um Latossolo Roxo de Dourados (MS) em diferentes sistemas de manejo de solo aplicados na sucessão soja/trigo, para o período 1987-1997, e percentual de controle de solo e de água desses sistemas em relação ao preparo convencional sem cobertura vegetal (DE).

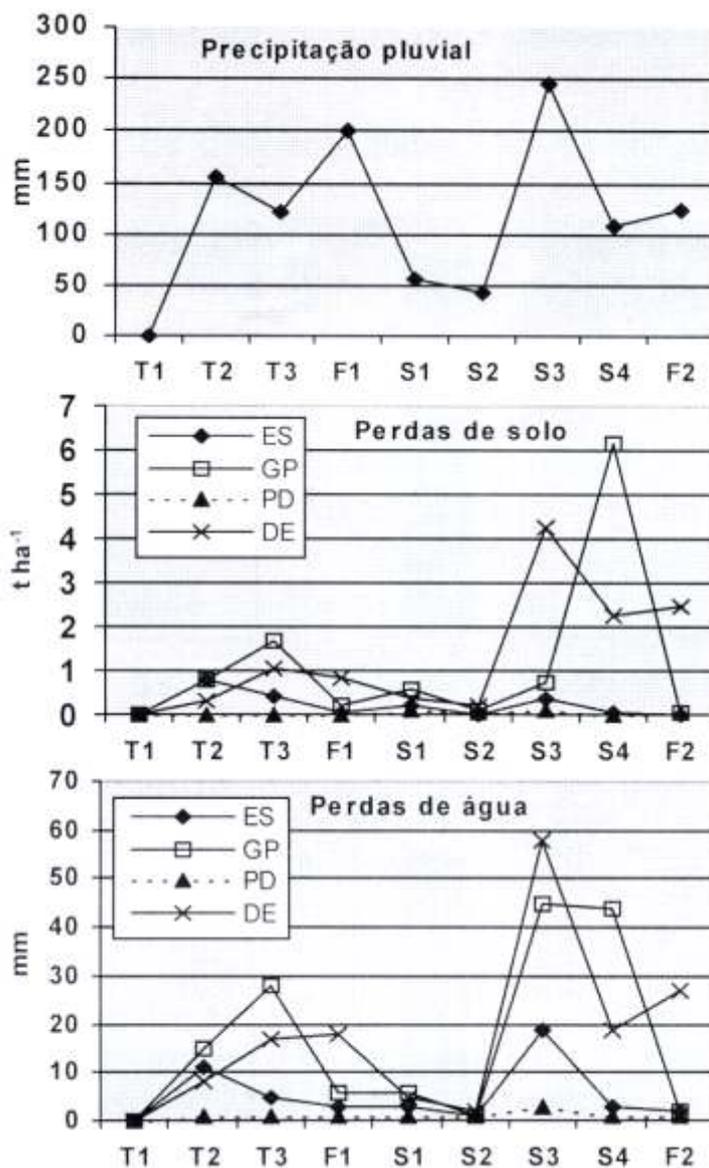


FIG. 6. Pluviosidade e perdas de solo e de água nos diferentes sistemas de manejo do solo e nos períodos: da semeadura do trigo ao 30º dia após a semeadura (T1); do 30º ao 60º dia após a semeadura (T2); do 60º dia à colheita do trigo (T3); da colheita do trigo até o preparo de solo para a soja (F1); do preparo de solo até a semeadura da soja (S1); da semeadura ao 30º dia após a semeadura (S2); do 30º ao 60º dia após a semeadura (S3); do 60º dia à colheita da soja (S4); da colheita da soja até o preparo de solo/semeadura do trigo subsequente (F2), no ano agrícola 1994/95, em Dourados (MS).

menores do que os demais sistemas de manejo, o plantio direto caracteriza-se como a forma de manejo mais adequada para o cultivo da sucessão soja/trigo. Embora essa sucessão nem sempre seja cultivada em outras regiões, pode-se considerar que a ausência de revolvimento e a cobertura permanente do solo, ou seja, o plantio direto envolvendo outras culturas que permitam a manutenção de tais condições, pode ser recomendada visando à conservação e melhoria da sustentabilidade ambiental, não apenas para a região centro-sul de Mato Grosso do Sul, onde este experimento foi desenvolvido, mas para todas as áreas de cultivo onde as referidas condições possam ser obtidas.

1. O plantio direto foi o sistema de manejo do solo mais eficaz no controle das perdas de

solo e água por erosão hídrica superficial.

- Entre os tratamentos cultivados com soja/trigo, a gradagem pesada + niveladora foi o menos eficiente no controle das perdas de solo e de água por erosão.
- As perdas acumuladas de solo, no Sistema Plantio Direto, estabilizaram-se a partir do quarto ano, enquanto as dos sistemas escarificação + gradagem niveladora e gradagem pesada + niveladora aumentaram uniformemente com o tempo.
- As perdas acumuladas de água aumentaram com o tempo em qualquer dos sistemas de manejo de solo estudados.
- O período crítico em termos de perdas de solo e água, na região de Dourados (MS), está entre os meses de novembro e março, quando maiores cuidados com a cobertura e proteção do solo são exigidos.

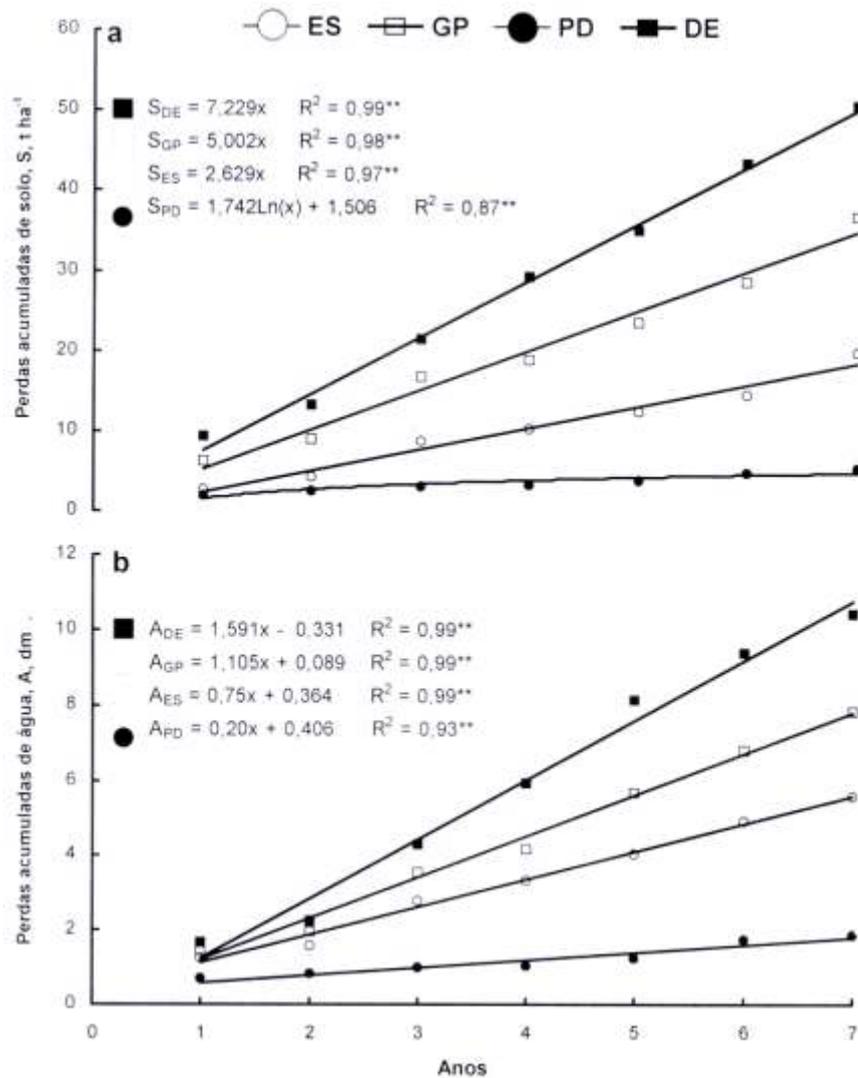


FIG. 7. Perdas acumuladas de solo e de água, em função do tempo (anos), para o período 1987-1994 e os sistemas: escarificação + gradagem niveladora (ES); gradagens pesada + niveladora (GP); plantio direto (PD) e aração + duas gradagens niveladoras, sem cobertura vegetal (DE).



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*

Alberto Duque Portugal  
(Presidente)

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha  
José Roberto Rodrigues Peres  
Dante Daniel Giacomelli Scolari  
(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)