

ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE ÁGUA EM CINCO SISTEMAS DE MANEJO DO
SOLO COM CULTURA DO MILHO*

Water Runoff in Five Conservation Tillage Systems With Corn Crop.

Toshio Nishijima** e Afranio Almir Righes***

RESUMO

Foi conduzido um experimento em condições de campo no ano agrícola 1985/1986, em área experimental do Centro de Ciências Rurais da UFSM em Santa Maria (RS) para avaliar o efeito de cinco sistemas de manejo do solo (preparo convencional, "mulching" vertical, superfície escarificada, cultivo mínimo e semeadura direta) com cultura de milho no escoamento superficial de água. Os resultados indicaram que: a) a semeadura direta e o cultivo mínimo proporcionaram a redução do escoamento superficial em relação ao preparo convencional; b) o uso do "mulching" vertical reduziu o escoamento superficial de água; c) a manutenção de uma camada mobilizada na superfície reduziu o escoamento superficial quando não houve o encrostamento da superfície do solo durante a chuva.

UNITERMOS: escoamento superficial, cultura do milho, semeadura direta, cultivo mínimo, "mulching" vertical.

SUMMARY

A field study was conducted during crop season 1985/1986 at the "Centro de Ciências Rurais" experimental area, UFSM, Santa Maria (RS) to study the effect of five conservation tillage systems (conventional tillage, vertical mulching, subsurface tillage, reduced tillage and no tillage) on water runoff. The experiment concluded that: a) no-tillage and reduced tillage systems was significantly more effective in reducing water runoff in comparison to conventional tillage; b) the vertical mulching reduced the water runoff; c) the subsurface tillage reduced water runoff during rainfall which did not result in soil surface crust formation.

* Parte do trabalho de Dissertação de Mestrado apresentado pelo primeiro autor ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFSM, Santa Maria, (RS).

** Eng. Agr., M.Sc. em Eng. Agrícola - Irrigação e Drenagem - CCR/UFSM.

*** Prof. Adj. - Departamento de Engenharia Rural - CCR/UFSM. Pesquisador do CNPq, PH.D. 97.119 - Santa Maria - RS.

KEY WORDS: water runoff, corn crop, no-tillage, reduced tillage, vertical mulching.

INTRODUÇÃO

Os solos da unidade de mapeamento São Pedro (Podzólico Vermelho Amarelo) são muito suscetíveis à erosão, devido a textura e ao relevo em que ocorrem. Além da suscetibilidade à erosão, estes solos apresentam como principais limitações, a baixa fertilidade natural e a baixa capacidade de retenção de umidade (BRASIL, 1). Os trabalhos de utilização agrícola devem ocorrer concomitantemente com as medidas conservacionistas, a fim de assegurar os investimentos na melhoria da fertilidade (SOUTO, 13). Estes solos têm sido utilizados com culturas anuais, principalmente com soja e, em menor escala, com milho. Essas culturas em linhas têm provocado sérios problemas de erosão, portanto, necessitando que as práticas de uso e manejo destes solos viabilizem a sua utilização agrícola minimizando tais efeitos (ELTZ et alii, 4).

Segundo DOWNES (3), a causa da degradação em terras usadas para a agricultura é a persistência no uso de sistemas agrícolas inapropriados para o tipo de solo do local onde vêm sendo usados. Para MIELNICZUK & SCHNEIDER (10), a adoção sistemática de práticas agrícolas nocivas, como a excessiva mobilização do solo por implementos agrícolas, queima de resíduos culturais e a monocultura, tornam o solo vulnerável à erosão hídrica, que por sua vez acelera o processo de degradação do solo.

Os solos que apresentam superfícies rugosas com presença de agregados e de restos culturais, segundo DENARDIN (2), dificultam o fluxo de superfície reduzindo a velocidade do escoamento superficial e proporcionando maiores taxas de infiltração de água no solo. Consequentemente, reduzindo a quantidade de sedimentos transportados pela enxurrada.

O presente trabalho foi realizado em condições de campo, tendo como meta específica avaliar o efeito de cinco práticas de manejo do solo em relação ao escoamento superficial de água.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental do Centro de Ciências Rurais, localizada no "campus" da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria (RS), no ano agrícola 1985/86, em solo Podzólico Vermelho-Amarelo da unidade de mapeamento São Pedro. No experimento foram testados cinco tratamentos envolvendo diferentes manejos do solo

com cultura do milho, descritas a seguir:

a) Preparo convencional: realizou-se uma aração e duas gradeações, mantendo-se a superfície livre de ervas daninhas;

b) "Mulching" vertical: constituiu-se de dois sulcos transversais ao declive no sentido do comprimento da parcela experimental com espaçamento de 10,0m entre eles, os quais foram preenchidos com palha. Os sulcos mediam 3,50m de comprimento, 0,15m de largura e com profundidade de 0,40m;

c) Superfície escarificada: caracterizou-se por ter a superfície do solo mantida escarificada durante o ciclo da cultura de milho. A escarificação foi feita manualmente com a utilização de enxada, revolvendo 5,0cm da camada superficial do solo. A operação era repetida 24 horas após a ocorrência de precipitações superiores a 10,0mm/dia;

d) Cultivo mínimo: fez-se a semi-incorporação dos resíduos da cultura anterior por meio de duas gradeações sobre a resteva de aveia com 4.682kg/ha de palha;

e) Semeadura direta: caracterizou-se pela implantação da cultura de milho mantendo a totalidade dos resíduos da cultura anterior na superfície do solo.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições. As dimensões das parcelas experimentais eram de 22,0m de comprimento no sentido do declive e 3,5m de largura perfazendo uma área de 77,0m² por parcela. O experimento foi formado por dez parcelas com declividade média de 7,0%.

As parcelas foram delimitadas por chapas de aço galvanizadas, cravadas no solo até a profundidade de 10,0cm. Na parte inferior foram instaladas calhas dotadas de caixas coletoras do escoamento superficial para a quantificação do volume de água, segundo a metodologia descrita por MONDARDO et alii (11) e representada na Figura 1.

Fez-se o acompanhamento do armazenamento de água no solo durante o ciclo da cultura do milho até a profundidade de 2,07m considerando-se o conteúdo de água determinado na profundidade média de cada horizonte do perfil do solo da área experimental. A determinação do conteúdo de água no solo foi realizada em períodos de cinco dias ou 24 horas após a chuva.

As diferenças entre os resultados verificados nos tratamentos foram testados pela análise de variância e as diferenças entre as médias dos tratamentos pelo teste de Duncan.

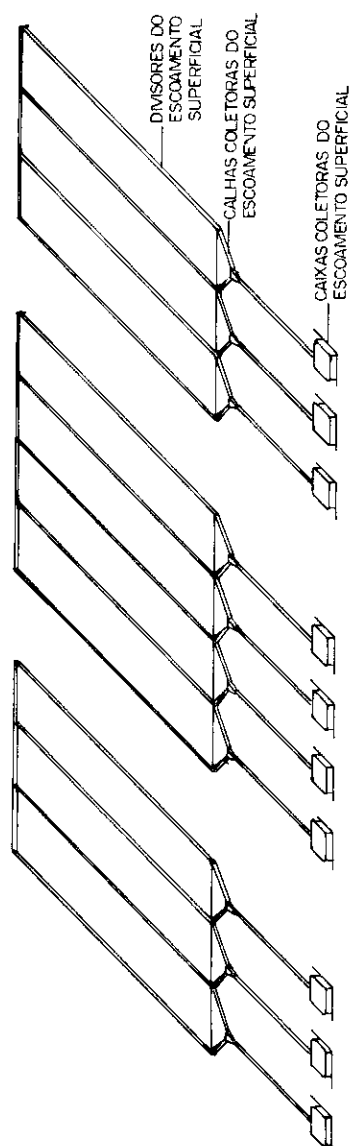


FIGURA 1. Vista geral do experimento, com detalhes do sistema de coleta do escoamento superficial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios do escoamento superficial segundo os tratamentos de manejo do solo, bem como os resultados do teste de Duncan, são apresentados na Tabela 1.

Analisando-se os dados de precipitação e de escoamento superficial nos diferentes períodos demonstrados na Figura 2, observa-se que o escoamento superficial foi afetado pelo manejo do solo. No período compreendido entre os dias 06 e 13 de fevereiro, quando as precipitações anteriores foram esparsas e de baixa intensidade, verifica-se que o maior escoamento superficial ocorreu no tratamento com preparo convencional (T1), não diferindo significativamente do tratamento com superfície escarificada (T3) de acordo com o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. O maior escoamento verificado pode ser atribuído à maior velocidade do fluxo de água na superfície do solo, por não haver barreiras ao deslocamento da água, reduzindo, desta forma, a lâmina infiltrada. O tratamento com semeadura direta (T5) apresentou o menor escoamento, não evidenciando diferenças significativas em relação ao tratamento com cultivo mínimo (T4). O escoamento superficial ocorrido no tratamento com "mulching" vertical (T2) não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento com cultivo mínimo, comprovando-se o efeito deste sistema de manejo na interceptação do fluxo de água sobre a superfície do solo.

No período compreendido entre os dias 13 e 20 de fevereiro, em que o armazenamento de água no solo era maior que nos períodos anteriores, conforme se pode observar na Figura 3, o tratamento com preparo convencional (T1) apresentou o maior escoamento superficial, diferindo significativamente dos demais tratamentos. O menor escoamento foi observado no tratamento com semeadura direta (T5).

Entre os dias 20 e 28 de fevereiro, o tratamento com "mulching" vertical (T2) apresentou o maior escoamento superficial, não evidenciando diferenças significativas em relação aos tratamentos com preparo convencional (T1), com cultivo mínimo (T4) e com semeadura direta (T5). O menor escoamento superficial ocorrido no tratamento com superfície escarificada (T3), enfatizando-se a ocorrência de apenas uma precipitação acima de 10,0mm/dia, pode ser atribuído ao aumento na lâmina de água infiltrada decorrente da manutenção de uma camada de solo mobilizada na superfície. Portanto, verifica-se que a manutenção da superfície do solo escarificada diminuiu o escoamento superficial quando a

TABELA 1. Valores de precipitação e de escoamento superficial nos diferentes períodos considerados, segundo o tratamento de manejo do solo com cultura de milho (média de duas repetições por tratamento), 1986.

| Data | Dias após a germinação | Precipitação | Manejo do solo* | | | | |
|------------------------------|------------------------|--------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| | | | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| ----- mm ----- | | | | | | | |
| 06/12-13/02 | 28-35 | 76,50 | 9,43a** | 3,79b | 8,30a | 3,00bc | 1,56c |
| 13/02-20/02 | 35-42 | 34,60 | 10,07a | 2,64b | 1,43c | 1,44c | 1,13d |
| 20/02-28/02 | 42-50 | 29,50 | 0,38ab | 0,40a | 0,35b | 0,39ab | 0,38ab |
| 28/02-05/03 | 50-55 | 0,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 05/03-12/03 | 55-62 | 61,90 | 6,74a | 3,20b | 6,00a | 2,73b | 2,24b |
| 12/03-20/03 | 62-70 | 224,70 | *** | *** | *** | *** | *** |
| 20/03-25/03 | 70-75 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 25/03-31/03 | 75-81 | 28,60 | 7,75a | 3,51bc | 5,52ab | 5,73ab | 1,39c |
| 31/03-10/04 | 81-91 | 139,30 | *** | *** | *** | *** | *** |
| 10/04-17/04 | 91-98 | 64,20 | 11,75ab | 8,45bc | 13,91a | 7,33c | 1,96d |
| 17/04-22/04 | 98-103 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 22/04-27/04 | 103-108 | 10,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 27/04-02/05 | 108-113 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 02/05-07/05 | 113-118 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 07/05-16/05 | 118-127 | 10,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Escoamento médio | | | 7,69 | 3,66 | 5,92 | 3,44 | 1,44 |
| Escoamento médio relativo(%) | | | 100 | 48 | 77 | 45 | 19 |

* T1: preparo convencional; T2: "mulching" vertical; T3: superfície escarificada; T4: cultivo mínimo; T5: semeadura direta.

** Os valores de escoamento superficial seguidos pela mesma letra não apresentam diferenças significativas entre tratamentos pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

*** Ocorreu transbordamento do sistema de medição do volume de escoamento superficial.

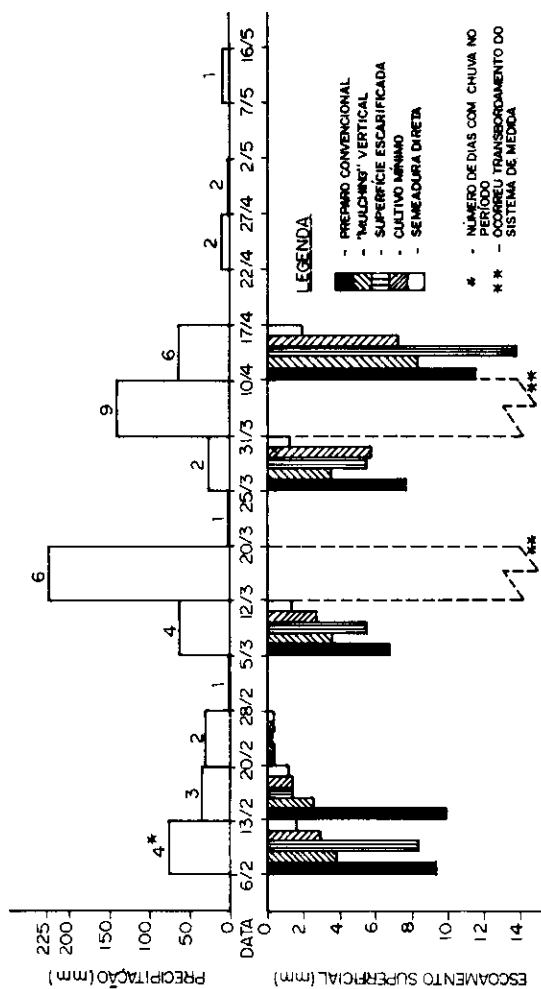


FIGURA 2. Precipitação e escoamento superficial segundo o tratamento de manejo do solo durante o ciclo da cultura do milho (média de duas repetições por tratamento), 1986.

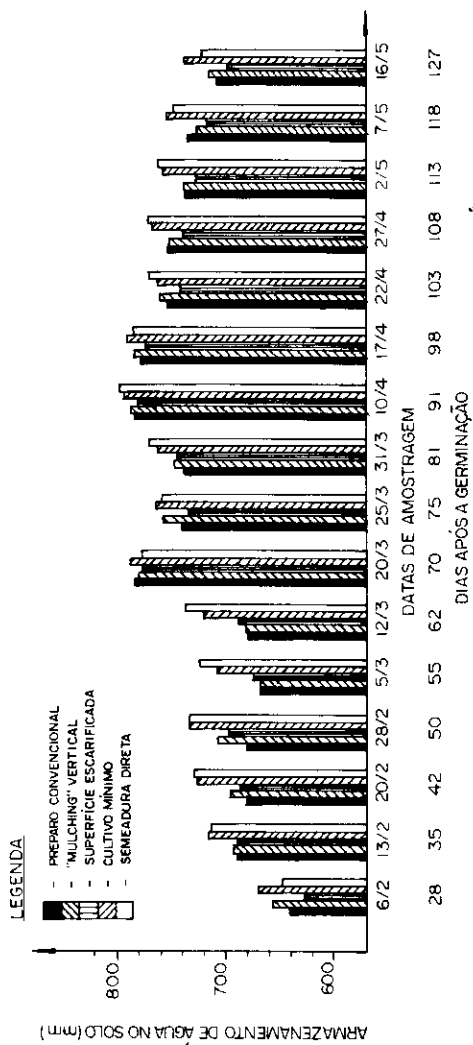


FIGURA 3. Armazenamento de água no solo, de 0 a 207cm de profundidade, durante o ciclo da cultura do milho em cinco tratamentos de manejo do solo (média de duas repetições por tratamento). 1986.

intensidade da chuva não foi suficiente para provocar o encrostamento da superfície com o conseqüente decréscimo na infiltração de água no perfil.

No período compreendido entre os dias 05 e 12 de março, o tratamento com preparo convencional (T1) foi o que apresentou o maior escoamento superficial, não diferindo do tratamento com superfície escarificada (T3). A semeadura direta (T5) proporcionou o menor escoamento superficial, não apresentando diferença em relação ao tratamento com "mulching" vertical (T2) e com cultivo mínimo (T4).

A precipitação acumulada no período compreendido entre o dia 10 e 17 de abril foi de 64,20mm e no período anterior foi de 139,30mm, ocasionando a saturação do solo e, em conseqüência, houve o máximo armazenamento de água no perfil do solo demonstrado na Figura 3. Esta condição ocasionou o maior volume de escoamento superficial de água analisado durante o ciclo da cultura do milho, que está representado na Figura 2. O maior escoamento superficial, segundo o tratamento, foi verificado naquele com superfície escarificada (T3), que não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento com preparo convencional (T1). Deve-se considerar que neste período ocorreram chuvas de 14,8, 14,0 e 28,5mm/dia, verificando-se o encrostamento da camada revolvida do solo, o que anulou o seu efeito no aumento da infiltração de água no perfil. Este fato ocasionou o escoamento superficial de água semelhante ao do tratamento com preparo convencional (T1). O menor escoamento ocorreu no tratamento com semeadura direta (T5) apresentando diferenças significativas em relação aos demais tratamentos.

Em uma análise geral, os tratamentos com cultivo mínimo (T4) e com semeadura direta (T5) apresentaram os menores índices de escoamento superficial de água quando comparados com o preparo convencional (T1), comprovando-se a redução do escoamento superficial proporcionando pela incorporação e pela manutenção de resíduos da cultura anterior na superfície do solo. Analisando-se o escoamento médio observado durante o ciclo da cultura apresentado na Tabela 1 em termos percentuais, verifica-se que a semeadura direta e o cultivo mínimo reduziram o escoamento superficial em 81% e 55%, respectivamente, em relação ao preparo convencional do solo. Esses resultados são semelhantes aos verificados por ELTZ et alii (4) em estudo em mesmo solo e unidade de mapeamento. A manutenção dos resíduos de cultura e mínimo revolvimento do solo são enfatizados por JOHNSON et alii (7), LAFLÉN et alii (9) e por JONES et alii (8).

O volume de água do escoamento superficial do tratamento com "mulching" vertical (T2) diferiu significativamente em relação ao tratamento com preparo convencional (T1), apresentando menores valores devido ao aumento na infiltração de água, estando de acordo também com os resultados verificados por RAO et alii (12), FAIRBOURN & GARDNER (5). Considerando que o tratamento com "mulching" vertical (T2) teve o mesmo preparo básico do solo do sistema convencional, constata-se o significativo efeito deste tratamento provocando uma redução de 52% no escoamento superficial de água em relação ao preparo convencional. Portanto, o uso do "mulching" vertical é uma prática promissora para aumentar o fluxo de água para dentro do perfil do solo, reduzindo, dessa forma, nas mesmas condições climáticas o escoamento superficial e como consequência incrementando o fluxo de subsuperfície, que contribuirá no futuro para a estabilização da vazão nos rios em períodos de estiagens.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos nas condições em que se desenvolveu o experimento, conclui-se que:

- a semeadura direta e o cultivo mínimo reduziram o escoamento superficial em 81% e 55%, respectivamente, em relação ao preparo convencional do solo;
- o uso do "mulching" vertical reduziu o escoamento superficial de água em 52% em relação ao preparo convencional, mostrando-se uma prática promissora para o aumento do fluxo de água para dentro do perfil do solo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

01. BRASIL. *Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife, Ministério da Agricultura/Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária/Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973. 431p. (Boletim Técnico nº 30).
02. DENARDIN, J. E. Manejo adequado do solo para áreas motomecanizadas. In: I SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL/III SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO DO PLANALTO, Passo Fundo, 27-29 set. 1983. *Anais...* Passo Fundo, PIUCS/UPF, 1984. p.107-23.
03. DOWNES, R.G. *A institucionalização da conservação do solo e da água no Brasil*. Brasília, MA/SNAP/SRN/Coordenadoria de Conservação do Solo e da Água, 1983. 52p.
04. ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; GUERRA, M.; ABRÃO, P.U.R. Perdas de solo e água por erosão em diferentes sistemas de manejo e coberturas vegetais do solo São Pedro (Podzólico Vermelho-Amarelo) sob chuva natural. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 8(2):167-260, 1984.

05. FAIRBOURN, M.L. & GARDNER, H.R. Vertical mulches effects on soil water storage. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, 36(5):823-7, sep./oct. 1972.
06. FAIRBOURN, M.L. & GARDNER, H.R. Field use of microwater sheds with vertical mulch. *Agronomy Journal*, Madison, 66(6):740-4, nov/dec. 1974.
07. JOHNSON, M.D.; LOWERY, B.; DANIEL, T.C. Soil moisture regimes of three conservation tillage systems. *Transactions of the ASAE*, Saint Joseph, 27(5):1385-90, sep./oct. 1984.
08. JONES Jr., J.N.; MOODY, J.E.; LILLARD, J.H. Effects of tillage no-tillage, and mulch on soil water and plant growth. *Agronomy Journal*, Madison, 61(5):719-21, sep./oct. 1969.
09. LAFLEN, J.M.; BAKER, J.L.; HARTWIG, R.O.; BUCHELE, W.F.; JOHNSON, H.P. Soil and water loss from conservation tillage systems. *Transactions of the ASAE*, Saint Joseph, 21(5):881-5, sep./oct. 1978.
10. MIELNICZUK, J. & SCHNEIDER, P. Aspectos sócio-econômicos do manejo de solos no sul do Brasil. In: I SIMPOSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL/III SIMPÓSIO DE CONSERVAÇÃO DE SOLO DO PLANALTO, Passo Fundo, 27-29 set. 1983. *Anais...* Passo Fundo, PIUCS/UPF, 1984. p. 3-19.
11. MONDARDO, A.; FARIAS, G.S.; CASTRO FILHO, C.; VIEIRA, M.J.; KENK-LAIN, J.C.; RUFINO, R.L. Metodologia e procedimentos para avaliação de perdas por erosão em condições de chuva natural no Paraná. In: II ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, Passo Fundo, 24-28 abr. 1978. *Anais...* Passo Fundo, EMBRAPA/CNPQ/SNCLS, 1978. p.289-96.
12. RAO, M.S.R.M.; RANGA RAO, V.; RAMACHANDRAM, M.; AGNIHOTRI, R. C. Effect of vertical mulch on moisture conservation and yield of sorghum in Vertisols. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, 1(4):333-42, 1978.
13. SOUTO, J.J.P. *Deserto, uma ameaça? Estudo dos núcleos de desertificação na fronteira sudoeste do RS*. Porto Alegre, DRRN/Diretoria Geral/Secretaria da Agricultura, 1985. 169p.