

Perdas de Água e Nutrientes em Diferentes Sistemas de Preparo de Solo sob Chuva Natural ⁽¹⁾

Marcelo Henrique Siqueira Leite ⁽²⁾; Eduardo Guimarães Couto ⁽³⁾; Ricardo Santos Silva Amorim ⁽⁴⁾; Eduardo Lenza da Costa ⁽⁵⁾; Lucas Maraschin ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPEMAT - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso. ⁽²⁾ Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (PPGAT) – Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT (Estudante de Doutorado), INCRA – SR/13/MT (Cáceres/MT), sleitebrum@gmail.com; ⁽³⁾ Professor Titular do Departamento de Solos e Engenharia Rural – DSER/UFMT, couto@ufmt.br; ⁽⁴⁾ Professor Associado I - DSER/UFMT, rsamorim@ufmt.br; ⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo – UFMT, eduardolenzadacosta@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Mestre (PPGAT), agrosucesso@yahoo.com.br.

RESUMO: A erosão hídrica transporta nutrientes solúveis e adsorvidos aos sedimentos, alguns deles em altas concentrações, provocando problemas de depauperamento dos solos agrícolas e de eutrofização das águas superficiais. Este trabalho tem como objetivo avaliar as perdas de água e nutrientes em diferentes sistemas de preparo de solo sob chuva natural. Para a realização do mesmo foram instaladas 5 parcelas, com os seguintes tratamentos: 1) preparo convencional e cultivo morro abaixo (CMA); 2) preparo convencional e plantio em nível (CEN); 3) preparo com uma gradagem aradora e uma niveladora e plantio em nível (CNiv); 4) preparo com duas gradagens niveladoras e plantio em nível (NA); 5) cultivo mínimo, em nível (CMN). As perdas de água foram determinadas pelo volume armazenado, retirando-se amostras para quantificar as perdas de nutrientes em água (nitrito, nitrato, fosfato e potássio). As perdas de água foram maiores no CMA, diferindo dos demais preparos. A taxa de infiltração básica (TIB) expressou diferença na seguinte ordem em valores crescentes CMA < CEN \cong CNiv \cong NA < CMN. Para os nutrientes em água (fosfato, nitrito e nitrato) observou-se baixa quantidade perdida. O K foi o elemento em água que apresentou as maiores perdas. Na comparação das perdas de K entre os tratamentos, foram observadas maiores valores nos preparos CMA e CEN e menores nos preparos CNiv, NA e CMN. Preparos dos solos com princípios conservacionistas diminuem as perdas de água e de K, minimizando o empobrecimento dos solos agrícolas e prováveis problemas ambientais de eutrofização nos mananciais.

Termos de indexação: erosão, taxa de infiltração básica (TIB) e eutrofização nos mananciais.

INTRODUÇÃO

As perdas de água têm sido variadas e bem menos influenciadas pela cobertura do solo por

resíduos vegetais do que as perdas de solo (Alves et al., 1995). Na literatura, os resultados de perdas de água não têm apresentado certa consistência, sendo observada perda de água maior na semeadura direta (Vieira et al., 1978), bem como no preparo reduzido e convencional (Nunes et al., 1987), ou mesmo semelhantes entre os diferentes métodos de preparo do solo (Bertol, 1994), dependendo de condições, tais como: regime de chuva, tipo de solo, topografia e sucessão/rotação de culturas utilizada no sistema de manejo do solo.

Elevadas concentrações de nutrientes, especialmente P, N e C na água, podem causar danos ambientais e à saúde humana e animal. O P e o N estão associados ao problema de eutrofização, no entanto o P é considerado o elemento limitante, porque o N pode ser fornecido via fixação do N atmosférico por algumas plantas aquáticas (Correll, 1998).

A concentração de determinado nutriente na enxurrada varia principalmente com sua concentração no solo, que é influenciada pelo tipo de solo, pelas adubações e pelo tipo de manejo empregado. A quantidade total do nutriente transportado pela erosão hídrica, no entanto, depende da sua concentração no material erodido e do volume total desse material perdido pela erosão (Bertol et al., 2003)

No Estado de Mato Grosso há escassez de informações para avaliar os impactos ambientais e de manejos relacionados às perdas de água e nutrientes no escoamento superficial. As informações disponíveis na literatura são frequentemente baseadas na extrapolação dos resultados de pesquisas de outros Estados, o que tornam necessárias pesquisas para obtenção de informações que auxiliem no processo de tomada de decisões.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas de água e nutrientes por escoamento superficial em um Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico típico cultivado com algodão e submetido a diferentes sistemas de preparo.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre novembro de 2005 e agosto de 2006, localizado na Fazenda Mourão I, situada entre 15° 26' 40" de latitude sul e 54° 55' 12" de longitude oeste, próximo ao município de Campo-Verde-MT (Brasil). O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo ácrico típico, segundo o sistema de classificação da Embrapa (2006), de textura argilosa e declividade média de 0,025 m m⁻¹.

O histórico da área antes da implantação do experimento foi: cinco anos sob o sistema de cultivo mínimo, com a mobilização do solo pela destruição da soqueira do algodão e pela gradagem superficial (grade niveladora a aproximadamente 5 cm), e correntão para incorporação das sementes de milho (*Pennisetum glaucum*). O milho foi utilizado como cobertura vegetal para a formação de palhada, sendo as sementes distribuídas a lanço e, em seguida, incorporadas com grade leve.

As adubações referentes à safra 2005/2006 foram realizadas em três momentos distintos: a de base (NPK), feita a lanço no dia 22 de outubro; a primeira adubação de cobertura (N), em dezembro, 15 dias após emergência (DAE), e a segunda 50 DAE. O plantio do algodão foi realizado com semeadora de plantio direto no dia 9 de dezembro de 2005, com espaçamento entre linhas de 90 cm, densidade de 10 sementes por metro linear de sulco e profundidade de aproximadamente 3 cm. A colheita foi realizada no dia 26 de junho de 2006 em cada tratamento.

A unidade experimental constituiu-se de uma parcela com 22,1 m de comprimento e 3,5 m de largura, delimitada em sua extremidade superior e nas laterais por chapas galvanizadas, cravadas 0,10 m no solo, providas de um sistema coletor de enxurrada na sua extremidade inferior. Esse coletor era composto de uma calha conectada por um tubo de PVC a uma estrutura de coleta posicionada na extremidade inferior da área experimental, consistindo de uma caixa retangular, construída de chapa galvanizada, com um sistema de filtragem (manta geotêxtil). Esta caixa tinha uma saída composta por um divisor tipo "Geib" de nove aberturas, sendo a abertura central conectada a um tambor que armazenava o volume de escoamento que passava pela fração de 1/9 da calha Geib.

Cada parcela recebeu tratamento diferenciado quanto ao tipo de preparo do solo, todas cultivadas com algodão (*Gossypium hirsutum*): preparo convencional (uma gradagem aradora e duas niveladoras) e cultivo morro abaixo (CMA); preparo convencional e plantio em nível (CEN); preparo com uma gradagem aradora e uma niveladora e plantio em nível (CNiv); preparo com duas gradagens niveladoras e plantio em nível (NA) e cultivo mínimo na palha em nível (CMN).

A precipitação pluvial total que incidiu sobre a área experimental foi medida diariamente por pluviômetros instalados na área das parcelas, permitindo a avaliação da lâmina de precipitação incidente nos tratamentos.

A taxa de infiltração foi feita com o simulador de chuvas portátil, sendo realizadas duas repetições por parcela. Os testes foram feitos cravando-se um anel no solo até aproximadamente 0,20 m, no qual se aplicou água na intensidade de precipitação pluvial média de 119 mm h⁻¹. Este anel continha um furo que ficava rente à superfície do solo onde foi conectada uma mangueira para coleta do escoamento. A coleta e determinação do volume da água escoada foram realizadas a cada intervalo de 5 minutos, até que o volume escoado superficialmente se tornasse quase constante. De posse dos resultados, foi realizado ajuste de modelo para cada tratamento, utilizando-se o modelo de Kostiaikov (Pruski, 1997). Em seguida, fez-se o teste de identidade de modelos para verificação de diferenças estatísticas, ajustados para os tratamentos a 10 %.

O escoamento superficial, juntamente com os sedimentos transportados das parcelas, foram transportados por tubos de PVC (100 mm) para uma estrutura de coleta posicionada na extremidade de menor cota da área experimental. Nessa estrutura, os sedimentos transportados foram retidos no filtro (manta geotêxtil).

Os dados de perdas de água obtidos no campo foram ajustados para o declive médio da parcela padrão (0,09 m m⁻¹), utilizando a equação recomendada por Wischmeier & Smith (1978). Para a determinação dos nutrientes foi retirado, a cada coleta, um volume de 200 mL de água do escoamento gerado em cada parcela. À exceção do K, os nutrientes foram determinados num cromatógrafo de íons. O K foi extraído com Mehlich - 1, sendo determinado por fotometria de chama, segundo a metodologia da Embrapa (1997).

A análise estatística constou de um ajuste de modelos para descrever as tendências da taxa de infiltração de água no solo; perdas de água e nutrientes do escoamento superficial ao longo do tempo para cada tratamento. Após definir os modelos, realizou-se o teste para identificá-los com o objetivo de verificar estatisticamente a diferença entre os tratamentos e suas variáveis, adotando-se a probabilidade de 10 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o total de chuva precipitada no período experimental, as perdas de água pelo escoamento superficial foram muito baixas (menores do que 2%). Estes resultados estão próximos aos encontrados por Cogo et al., 2003, que observaram perdas menores que 4% em



experimentos com preparo e semeadura também efetuados no sentido do declive.

As diferenças nas perdas de água nos cinco tratamentos permitiram separá-las estatisticamente em dois resultados, sendo maior no tratamento CMA e menores nos demais preparos. Independentemente do sistema de manejo, o solo apresenta um limite de infiltração de água, a partir do qual as diferenças nas perdas de água entre os manejos tendem a diminuir, especialmente nas chuvas de grande quantidade, em decorrência do aumento da umidade (Bertol, 1994; Ramos et al., 2014; Gómez et al. 2009).

Os resultados não significantes encontrados entre os tratamentos CEN, CNiv, NA e CMN, discordam em alguns aspectos dos resultados encontrados por Cogo et al., 2003, que obtiveram perdas intermediárias no preparo reduzido e mais baixas na semeadura direta. Houve uma tendência de diminuição das perdas de água com a diminuição da intensidade do preparo e aumento da cobertura do solo, em função da proteção contra o selamento superficial, além de provável melhor estruturação do solo, em consequência do pouco revolvimento do solo, maior rugosidade e capacidade de infiltração de água, conforme argumentado por Cogo et al., 1984 e Bertol, 1995.

Os tratamentos diferiram entre si quanto aos valores da taxa de infiltração básica (TIB). A TIB mais baixa foi observada no tratamento CMA, com valor de 10,50 mm h⁻¹. A TIB intermediária foi composta pelos tratamentos CEN, CNiv e NA, variando de 20,0 a 23,6 mm h⁻¹. Por fim, a mais alta TIB encontrada foi no CMN (43,5 mm h⁻¹). De acordo com Bertol et al. (1997) e Leite, et al. (2009), o cultivo mínimo dificulta mecanicamente o escoamento, além de melhorar a estruturação do solo, facilitando, dessa forma, a infiltração da água no solo.

Entre os nutrientes perdidos em água nos diferentes tratamentos, somente para o potássio foi possível ajustar um modelo que expressasse a tendência durante o ciclo da cultura do algodoeiro, sendo as maiores perdas observadas para este nutriente nos preparos CMA e CEN e menores em CNiv, NA e CMN (**Figura 1**).

De uma forma geral, as perdas de nutrientes em água, à exceção do K, foram baixas durante o ciclo da cultura do algodoeiro (**Figura 1**), o que pode ser explicado pela menor concentração dos elementos em água quando comparado ao sedimento, resultados semelhantes foram encontrados pelos autores Gilles, et al., 2009, trabalhando com perdas de K em água na cultura do milho. Guadagnin et al. (2005) encontraram concentração de N no sedimento cerca de dez vezes maior do que na água da enxurrada, sendo a proporção para K de 44 vezes (Schick et al., 2000a) e para P as concentrações no sedimento foram

cerca de 230 vezes maiores do que as da água (Gascho et al., 1998 e Bertol et al., 2004).

As perdas de K na água da enxurrada foram expressivamente maiores que as de P, em todos os tratamentos. Tais resultados concordam com os encontrados por Schick (1999) e Schick et al. (2000b). Isso ocorreu em função da maior concentração de K na água da enxurrada, sendo também o K encontrado em maior concentração no solo, além de ser mais solúvel e móvel no solo quando comparado ao P (Leite, et al., 2009).

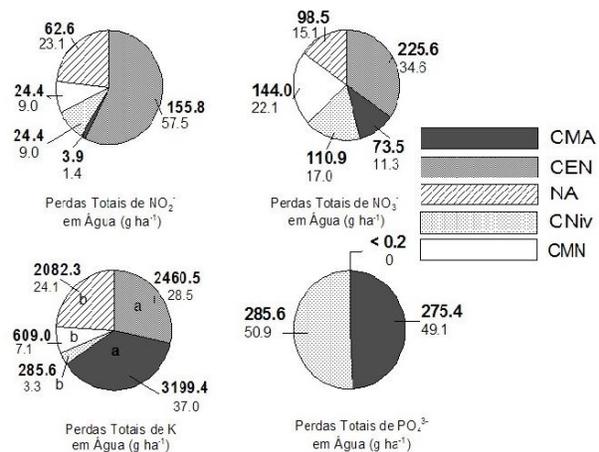


FIGURA 1 – Perdas totais de nutrientes em água. CMA: preparo convencional morro abaixo; CEN: preparo convencional em nível; NA: preparo com duas gradagens niveladoras e plantio em nível; Cniv: preparo com uma gradagem aradora e uma niveladora e plantio em nível; CMN: cultivo mínimo em nível. Obs. 1: números abaixo dos valores em negrito (g ha⁻¹) são expressos em porcentagem. Obs. 2: Letras iguais para as Perdas Totais de K em Água (g ha⁻¹) não diferem entre si pelo teste de identidade de modelos a 10% de probabilidade.

CONCLUSÕES

As perdas de água foram maiores no preparo (CMA);

O potássio foi o nutriente que apresentou as maiores perdas em água;

As perdas de K foram maiores nos preparos CMA e CEN e menores nos tratamentos CNiv, NA e CMN.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (Edital Projetos Induzidos - FAPEMAT 002/2004) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, A.J.O. & RIBEIRO, M.R. Caracterização e gênese dos solos de uma topossequência na



- microrregião da mata seca de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 19:297-305, 1995.
- BERTOL, I. et al. Erosão hídrica em diferentes preparos do solo logo após as colheitas de milho e trigo, na presença e ausência de resíduos culturais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 21:409-418, 1997.
- BERTOL, I.B. et al. Nutrient losses by water erosion. *Sci. Agr.*, v. 60:581-586, 2003.
- BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28:155-163, 2004.
- BERTOL, I. Perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo de solo sob rotação de culturas. *Univ. Des.*, v. 2:174-184, 1994.
- BERTOL, I. Comprimento crítico de declive para preparos conservacionistas de solo. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 185p.
- COGO, N.P. et al. Soil loss reductions from conservation tillage practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* v. 48:368-373, 1984.
- COGO, N.P. et al. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 27:743-753, 2003.
- CORRELL, D.L. The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: A review. *J. Environ. Qual.*, 27:261-266, 1998.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- GASCHO, G.J. et al. Nitratenoitrogen, soluble, and bioavailable phosphorus runoff from simulated rainfall after fertilizer application. *Soil Sci, Soc. Am. J.*, v. 62:1711-1718, 1998.
- GILLES, L. et al. Perdas de Água, Solo, Matéria Orgânica e Nutriente por Erosão Hídrica na Cultura do Milho Implantada em Área de Campo Nativo, Influenciadas por Métodos de Preparo do Solo e Tipos de Adubação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1427-1440, 2009.
- GÓMEZ, J. A. et al. The influence of cover crops and tillage on water and sediment yield, and on nutrient, and organic matter losses in an olive orchard on a sandy loam soil. *Soil & Tillage Research* 106 (2009) 137–144.
- GUADAGNIN, J.C. et al. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:277-286, 2005.
- LEITE, M. H. S. et al. Perdas de solo e nutrientes num Latossolo Vermelho-Amarelo ácrico típico, com diferentes sistemas de preparo e sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.689-699, 2009.
- NUNES FILHO, J. et al. Efeito do preparo do solo sobre as perdas por erosão e produção de milho num Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico de Serra Talhada (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 11:183-186, 1987.
- PRUSKI, F.F. et al. Infiltração de água no solo, 1997. 26p. (Caderno didático, 25).
- RAMOS, J. C. et al. Influência das Condições de Superfície e do Cultivo do solo na Erosão Hídrica em um Cambissolo húmico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38:1587-1600, 2014.
- SCHICK, J. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico álico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. 1999. 114f Tese de Mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 1999.
- SCHICK, J. et al. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24:427-436, 2000a.
- SCHICK, J. et al. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico aluminico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II. Perdas de nutrientes e carbono orgânico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 24:437-447, 2000b.
- VIEIRA, M.J. et al. Perdas por erosão, em diferentes sistemas de preparo do solo, para a cultura da soja em condições de chuva simulada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 2:209-214, 1978.
- WISCHMEIER, W.H. et al. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.26, n.5, p.189-193, Sept./Oct.1971.