

Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Brasil

Santos, Thais E. M. dos; Montenegro, Abelardo A. A.; Silva, Ênio F. F.; Lima Neto, José de A.
Perdas de carbono orgânico, potássio e solo em Neossolo Flúvico sob diferentes sistemas de manejo
no semi-árido

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 2, núm. 2, abril-junio, 2007, pp. 143-149

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119017355006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
v.2, n.2, p.143-149, abr.-jun., 2007
Recife, PE, UFRPE. www.agrariaufrpe.com
Protocolo 193 - 20/08/2007

Thais E. M. dos Santos²

Abelardo A. A. Montenegro³

Ênio F. F. Silva³

José de A. Lima Neto²

Perdas de carbono orgânico, potássio e solo em Neossolo Flúvico sob diferentes sistemas de manejo no semi-árido¹

RESUMO

A perda de nutrientes contidos no sedimento da enxurrada, além de representar prejuízo econômico para o produtor é um fator de degradação ambiental. O objetivo deste trabalho foi quantificar as perdas de carbono orgânico e potássio no sedimento da erosão hídrica e verificar suas relações com as perdas de solo. Consideraram-se diferentes técnicas de manejo, campo nativo e solo descoberto, no bioma caatinga, no semi-árido. Simularam-se chuvas com intensidades de 60 mm h⁻¹ sobre os seguintes tratamentos: cultivo em nível (N) com barramentos de pedra entre cada fileira de plantio; cultivo morro abaixo (MA); cultivo em nível com cobertura morta (CM), de palha de feijão; parcelas desmatadas (D) e com cobertura natural (CN). A cultura utilizada foi o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Os teores de carbono orgânico se correlacionaram linear e positivamente com as taxas de perda de solo nos tratamentos com alto coeficiente de determinação. As perdas de carbono orgânico e potássio foram elevadas nos sistemas não conservacionistas de manejo do solo em relação à adoção de práticas conservacionistas simples, ressaltando-se a importância dessas técnicas para aumento de produção agrícola.

Palavras-chave: perda de nutrientes, escoamento superficial, cobertura vegetal

Losses of organic carbon, potassium and soil in a Fluvic Neosol under different management techniques in the semi-arid

ABSTRACT

Nutrient loss through sediments from outwash not only represents an economical impact for the farmer, but also an environmental impact factor. The aim of this work was to quantify organic carbon and potassium losses in the sediments from water erosion and verify their relationships to soil losses. Distinct management techniques natural cover and bare soil, in the "caatinga" biome, in the semi-arid zone, have been considered. Artificial rainfall was applied with 60 mm h⁻¹ intensity to the following treatments: Leveled cropping (N) with stone barriers between every two consecutive cropping rows; hillslope cropping (MA); leveled cropping with mulching (CM), using bean straw; bare soil plots (D) and natural cover (CN). Bean (*Phaseollus vulgaris* L.) crop was utilized. The organic carbon contents were linearly and positively correlated to soil losses rates in the treatments, presenting high determination coefficient. Both organic carbon and potassium losses have been higher in the non-conservative practices pointing out the importance of such techniques towards an agricultural production increase.

Key words: nutrient losses, runoff, crop cover

¹ Departamento de Agronomia, UFRPE, thaisemanuelle@hotmail.com; jdealmeida22@hotmail.com

² Departamento de Tecnologia Rural, UFRPE, monte@hotlink.com.br; enio.silva@ufrpe.br

¹ Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é o fator que mais contribui para a degradação dos solos, influenciada por topografia, vegetação, uso e manejo do solo. As perdas de nutrientes contidos no sedimento da enxurrada, além de representarem perda econômica para o produtor, podem constituir-se em uma fonte de impacto ambiental.

Os nutrientes das plantas, como o potássio perdido por erosão hídrica, pode significar expressiva perda monetária, na forma de adubos e calcário que foram adicionados ao solo (Alfsen et al., 1996), com conseqüente aumento no custo de produção das culturas. Essas perdas são significativamente diminuídas, em termos absolutos, na presença de sistemas de manejo conservacionista do solo (Bertol et al., 2007). Hernani et al. (1999), quantificando as perdas de nutrientes em diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo, verificaram que, sob a sucessão trigo-soja, a semeadura direta foi o tratamento mais eficaz no controle da erosão possibilitando, com isto, menores perdas de potássio.

A importância da matéria orgânica em relação às características químicas, físicas e biológicas do solo, é amplamente reconhecida; a sua influência sobre as características dos solos e a sensibilidade às práticas de manejo determinam que a matéria orgânica seja considerada um dos principais parâmetros na avaliação da qualidade do solo (Bayer & Bertol, 1999).

O aporte de material orgânico pelos adubos verdes em sistemas de produção conservacionistas reflete-se no aumento gradativo do teor de matéria orgânica, com efeito positivo sobre a retenção e a disponibilidade de nutrientes; além disso, a manutenção dos resíduos culturais sobre a superfície do solo protege-o contra o impacto direto das gotas da chuva, dissipando sua energia cinética. A palha aumenta a tortuosidade do fluxo superficial da água diminuindo a velocidade e a capacidade de degradação e transporte dos sedimentos, determinando assim a redução na erosão hídrica e a recuperação do potencial produtivo do solo (Debarba, 1993).

O solo cultivado exposto às chuvas recebe a maior parte da energia cinética da precipitação, quebrando os agregados e iniciando o processo de erosão. Com a destruição dos agregados, as partículas menores em suspensão podem penetrar e obstruir os poros, diminuindo a permeabilidade e formando o selamento superficial, influenciando a infiltração de água no solo (Schaefer et al. 2002). Solos com eficiente cobertura vegetal podem reduzir as perdas por erosão hídrica (McGrogan et al., 1990).

Entre as características do solo que, acompanhadas ao longo do tempo, são capazes de detectar as alterações na sua qualidade em função do manejo, o carbono orgânico total ou a matéria orgânica do solo apresenta elevada sensibilidade às perturbações causadas pelos sistemas de manejo (Bayer et al., 2000). Variações nos teores de carbono orgânico e de substâncias húmicas sob diferentes coberturas vegetais foram observadas por diversos autores, como Longo (1982) e Oades (1988).

Schaefer et al. (2002), utilizando um simulador de chuvas sob intensidade de aplicação de 60 mm/h em Argissolo Vermelho-Amarelo caulínico, em Minas Gerais, não encontra-

ram perdas de solo para um tratamento com 100% de cobertura vegetal.

O objetivo deste trabalho foi quantificar as perdas de carbono orgânico e potássio no sedimento da erosão hídrica e verificar suas relações com as perdas de solo, em diferentes formas de manejo do solo, campo nativo e solo descoberto, no bioma caatinga, no semi-árido.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no período de abril a outubro de 2006, em parcelas experimentais no semi-árido pernambucano, no município de Pesqueira, inseridas na Bacia Representativa do Riacho Mimoso, pertencente à bacia do Rio Ipanema, em sua porção Ocidental mais a montante. A Bacia Representativa do Riacho Mimoso localiza-se entre as coordenadas geográficas 8° 34' 17" e 8° 18' 11" de Latitude Sul, e 37° 1' 35" e 36° 47' 20" de Longitude Oeste. A precipitação média anual na região é de 607 mm, a temperatura média é de 23°C e a evapotranspiração potencial é de cerca de 2000 mm. A vegetação predominante é a caatinga hipoxerófila, cactáceas e bromeliáceas (Montenegro et al., 2004).

Utilizou-se um simulador de chuvas de bico oscilante, tipo Veejet 80-100, com diâmetro interno de 12,7 mm operando a uma pressão de saída de 30 kPa, tendo-se gerado chuvas de intensidade média igual a 60 mm h⁻¹ (Santos, 2006). O bico localiza-se a uma altura de 3 m da superfície do solo, altura esta capaz de gerar energia cinética e diâmetro de gotas de chuva semelhantes às da chuva natural (Meyer & Harmon, 1979). O simulador foi alimentado por uma bomba centrífuga e reservatório de capacidade de 1000 L. A intensidade média das chuvas foi aferida através de teste com 14 pluviômetros distribuídos no contorno da parcela experimental. As simulações de chuva tiveram duração de uma hora e vinte minutos e as coletas foram realizadas a cada 5 minutos, a partir do início do escoamento, com duração de 10 segundos.

Na encosta da área experimental, com 0,06m m⁻¹ de declividade, foram instaladas 12 parcelas de 3 m² (1 m x 3 m), delimitadas por chapas de zinco de 20 cm de altura, cravadas 10 cm no solo, e com a maior dimensão no sentido do declive. Na parte inferior da parcela foi instalada uma calha coletora para a amostragem da enxurrada. As características físicas e químicas do solo da área experimental foram determinadas de acordo com metodologia da EMBRAPA (1997) e se encontram descritas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Os seis tratamentos (Figura 1), com três repetições, foram: feijoeiro cultivado em nível (N1) com barramentos de pedra entre cada fileira de plantio do feijoeiro, no espaçamento de 0,5 m; feijoeiro cultivado em nível (N2) com barramentos de

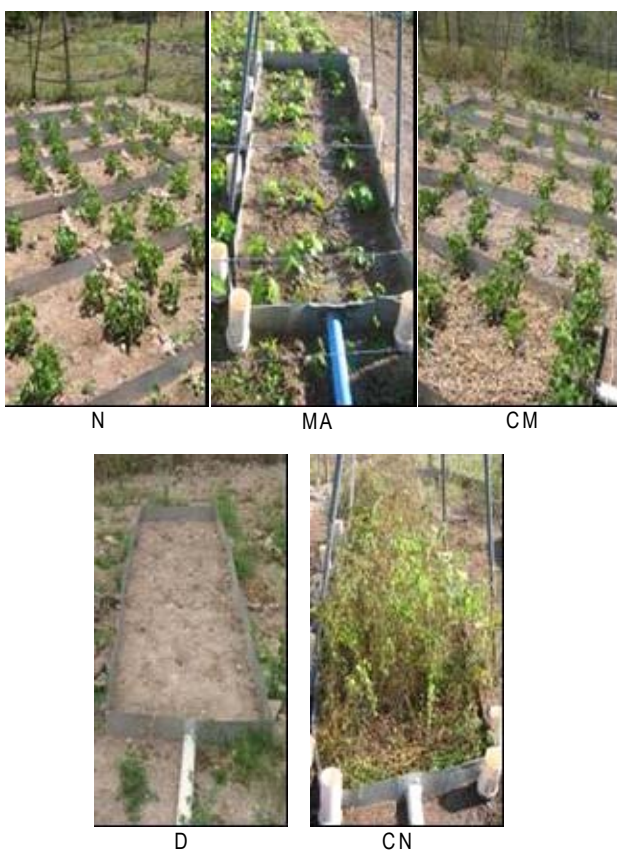
Tabela 1. Características físicas do solo na área experimental

Table1. Physical characteristics of soil in the experimental area

Areia	Silte	Argila	Massa específica das partículas	Classe textural
	(%)		(kg dm ⁻³)	
63	15	22	2,49	franco argilo arenoso

Tabela 2. Atributos químicos na camada de 0–0,20 m do Neossolo Flúvico**Table 2.** Chemical attributes of Fluvic Neosol in the 0-0.20 m layer

pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	(H+Al)	M.O
(H ₂ O)	mg dm ⁻³			cmolc dm ⁻³				g kg ⁻¹
5,6	2,75	0,12	1,98	0,33	0,06	0,07	0,05	12,49

**Figura 1.** Vista das parcelas experimentais com os tratamentos estudados: Nível (N), morro abaixo (MA), cobertura morta (CM), descoberta (D) e cobertura natural (CN)**Figure 1.** View of the experimental plots under studied treatments: leveled cropping (N), hill slope cropping (MA), mulching (CM), bare soil (D) and natural cover (CN)

pedra no espaçamento 1,0 m; feijão cultivado morro abaixo (MA); feijão cultivado em nível com cobertura morta (CM), sendo utilizada palha de feijão distribuída uniformemente na parcela; solo descoberto (D) e, finalmente, solo com cobertura vegetal nativa (CN). Em todos os tratamentos, o feijoeiro foi cultivado no espaçamento de 0,50 x 0,20 m.

As taxas de perda de solo foram obtidas de forma direta, determinadas pela pesagem do material coletado, procedimento realizado a intervalos de 5 minutos, a partir da formação e deslocamento da lâmina de escoamento. Os recipientes de coleta, após pesagem, foram deixados em repouso e, 24 horas depois, o sobrenadante foi succionado e os recipientes levados para secagem em estufa a 65° C, durante 72 horas,

sendo em seguida pesados com o solo (Cogo, 1978). A perda de solo foi calculada por:

$$P_s = \frac{\sum(Q.Cs.t)}{A} \quad (1)$$

em que:

P_s - perda de solo (kg.m⁻²)

Q - vazão (L.s⁻¹)

Cs - concentração de sedimento (kg.kg⁻¹)

t - intervalo entre as coletas (300s)

A - área da parcela (m²)

A porcentagem de cobertura do solo foi determinada através do método de Mannering, como descrito por Bezerra & Cantalice (2006), que utilizam a projeção fotográfica de uma moldura com a cobertura vegetal da área. Inicialmente, construiu-se uma moldura de madeira nas dimensões de 76 cm de largura por 51 cm de comprimento, a qual foi, então, montada sobre uma área representativa das parcelas; em seguida, foi realizada a fotografia enquadrando-se a moldura no visor da câmara digital; posteriormente, projetaram-se as fotografias nas molduras em um quadro padrão branco. Com a soma da contagem das interseções, com os pontos de cobertura vegetal da superfície (copa/ resíduo) projetados, tem-se a porcentagem total de cobertura vegetal sendo que cada ponto de interseção representa 2% da área já que a parcela contém 50 pontos de interseção.

Coletaram-se, durante o cultivo do feijão, amostras do solo após cada teste de chuva simulada, na camada de 0–0,20 m de profundidade, em uma locação em cada parcela, nas quais foi determinado o teor de carbono orgânico (Bertol et al., 2004b), segundo metodologia da EMBRAPA (1997).

Após secagem do material coletado o sedimento proveniente da enxurrada foi retirado com o auxílio de um pincel e armazenado em recipientes plásticos, para posterior análise química do carbono orgânico. Nessas amostras também se avaliou o teor de K trocável (Mehlich-1), descrito na EMBRAPA (1997). Desta forma se determinam também as concentrações de K e C no sedimento e K na água da enxurrada.

As perdas de K na água da enxurrada (g ha⁻¹) foram calculadas multiplicando-se seu volume pela concentração do elemento na água por unidade de área, enquanto as perdas do elemento nos sedimentos (g ha⁻¹) foram obtidas pelo produto de sua concentração nos sedimentos pela perda total de sedimentos.

A quantidade de carbono (kg kg⁻¹) dos sedimentos provenientes da enxurrada de cada parcela, foi multiplicada pela perda total de solo carreado pela erosão (kg ha⁻¹) fornecendo, assim, o total de carbono perdido em kg ha⁻¹, conforme metodologia proposta por Izidório (2005).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, sendo a subparcela a fase fenológica na qual a cultura se encontrava, representada por crescimento, floração ou vagens.

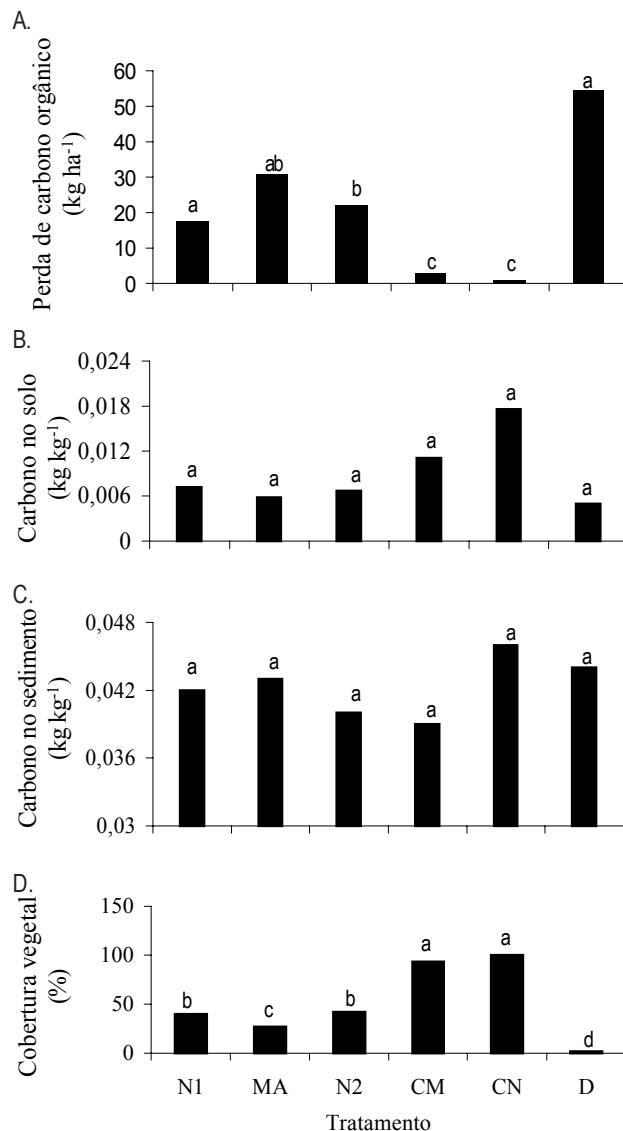
Para a análise estatística utilizou-se o programa SAS- Statistical Analytical System (SAS Institute, 1998). Os resultados foram avaliados pelo teste de F e a comparação entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as perdas de carbono, potássio e solo nos tratamentos adotados, não se observou diferença significativa entre as médias das interações fase fenológica e tratamento, evidenciando que a adoção de práticas conservacionistas é igualmente importante para todas as fases do cultivo do feijão. Com efeito, observa-se, na Figura 2A, que a adoção de cobertura morta reduziu significativamente as perdas de carbono em relação aos demais tratamentos utilizados. Conforme se verifica nas Figuras 2B e 2C, a concentração média de carbono, tanto no solo quanto no sedimento carregado pela enxurrada, é similar àquela encontrada sob condições naturais de cobertura; nota-se ainda que não houve diferença significativa entre as perdas de carbono para as condições de solo descoberto e do plantio cultivado morro abaixo (Figura 2A), entre as médias das condições em nível (N1 e N2) e morro abaixo; entretanto, as parcelas que apresentaram as menores perdas de carbono foram aquelas que possuíam as maiores percentagens de cobertura vegetal, 100 e 93,5%, para as condições de cobertura natural e cobertura morta, respectivamente. Em particular, o tratamento com cobertura morta reduziu em média 89,8; 94,2; 91,9 e 96,7% as perdas de carbono orgânico em relação aos tratamentos N1, MA, N2 e D, respectivamente. A perda de carbono orgânico no tratamento com cobertura morta foi de 2,8 kg ha⁻¹, apresentando ordem de grandeza similar aos resultados encontrados por Bertol et al. (2004b), que avaliaram perdas de 0,8 kg ha⁻¹ para o sistema de manejo de semeadura direta, no Planalto Sul Catarinense, em Nitossolo Háplico aluminoso, com declividade média de 0,165 m m⁻¹, utilizando um simulador de chuvas com intensidade de 64 mm h⁻¹.

A maior quantidade de carbono no solo na condição natural é explicada pela grande quantidade de material vegetal existente no solo que entram em decomposição; daí, a disponibilidade maior de carbono em relação aos demais tratamentos. As perdas de carbono orgânico (CO) nos sedimentos transportados pela enxurrada foram influenciadas por suas concentrações nos sedimentos produzidos e pela perda de solo por erosão (Leite et al., 2004); deste modo, as referidas perdas foram baixas nos tratamentos cobertura morta e campo nativo (bioma caatinga), que apresentam as maiores percentagens de cobertura vegetal, 93,4 e 100%, respectivamente, com diferença significativa em relação às demais médias (Figura 2D).

Os resultados do total de carbono orgânico perdido nos sedimentos da condição sem prática conservacionista, ou seja, morro abaixo, revelaram quantidades significativas de nutrientes sendo transportadas para as partes mais baixas do terreno, assemelhando-se à condição de solo descoberto, estan-



Colunas seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Figura 2. Perda média de carbono orgânico total (A), carbono orgânico no solo (B), teores de carbono no sedimento (C) taxas de cobertura vegetal (D) sob diferentes sistemas de manejo considerados: N1: cultivo em nível com barramentos em pedra, no espaçamento 0,50m; MA: cultivo morro abaixo; N2: cultivo em nível com barramentos em pedra, no espaçamento 1,00 m; CM: cultivo com cobertura morta de palha de feijão; CN: cobertura nativa; D: solo descoberto.

Figure 2. Mean total Organic carbon losses (A), organic carbon in the soil (B), organic carbon in the sediment (C) vegetal cover rates (D) under different management techniques considered: Leveled cropping (N) with stone barriers between every two consecutive cropping rows, with 0.5 m spacing; hill slope cropping (MA); leveled cropping with dead cover (CM), using beans straw; bare soil plots (D) and natural cover ones (CN).

do este resultado ligado ao total de solo perdido (Bertol et al., 2005).

A presença de CO em maior quantidade no sedimento em relação ao solo, pode ser explicada pelo fato de ser a matéria

orgânica o primeiro constituinte a ser removido pela erosão, considerando a sua alta concentração na superfície do solo e, principalmente, sua baixa densidade (Shick et al., 2000); isto denota o caráter seletivo da erosão hídrica que, ao carregar as partículas mais finas, conduz a fração mais fértil do solo (Pomianowski, 2005).

Em face às suas propriedades de alta capacidade de troca de cátions, retenção de água, ação cimentante e substrato energético dos microrganismos, a matéria orgânica se torna o constituinte mais significativo no que concerne à manutenção de sua fertilidade e resistência à erosão dos solos (Távora et al., 1985).

A Figura 3 apresenta a relação entre perda de carbono orgânico (CO) e perda de solo, tendo-se verificado que os tratamentos CM e CN apresentaram as menores perdas de solo com valores de $7,31 \times 10^{-3}$ e $1,5 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-2}$, respectivamente. Os tratamentos CM e CN também apresentaram as menores perdas de carbono orgânico com valores de $2,88 \times 10^{-4}$ e $0,71 \times 10^{-4} \text{ kg m}^{-2}$, para os respectivos tratamentos. Nota-se que a perda de carbono orgânico representa 4,1% da perda total de solo, com uma confiabilidade de 92%. Izidório et al. (2005) encontraram confiabilidade de 100% entre as perdas de carbono orgânico e as perdas de solo, estudando as perdas de nutrientes em Latossolo vermelho cultivado com cana-de-açúcar; tais resultados concordam com os obtidos por Bertol et al. (2004b), que encontraram perdas de carbono orgânico muito elevadas nos sistemas não conservacionistas, explicadas pela alta perda de solo (Leite et al., 2004) e pela concentração relativamente alta de carbono nos sedimentos, como demonstraram Shick et al. (2000), estudando o efeito dos sistemas conservacionistas na redução das perdas de nutrientes em um Cambissolo húmico aluminoso, com declividade média de $0,102 \text{ m m}^{-1}$. Evidencia-se a proteção da superfície do solo por resíduos de plantas como uma das mais efetivas práticas de conservação na redução das perdas de solo e de carbono orgânico.

Com relação às perdas de potássio no sedimento observa-se, na Figura 4A, que os sistemas de manejo, cobertura morta e cobertura natural, apresentaram menores perdas entre as parcelas estudadas, com diferença estatística dos demais tratamentos. A cobertura morta reduziu as perdas de K em 88,7; 91,7; 93,1 e 96,3% em relação às condições N1, N2,

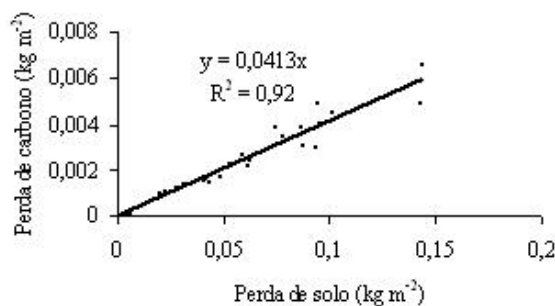
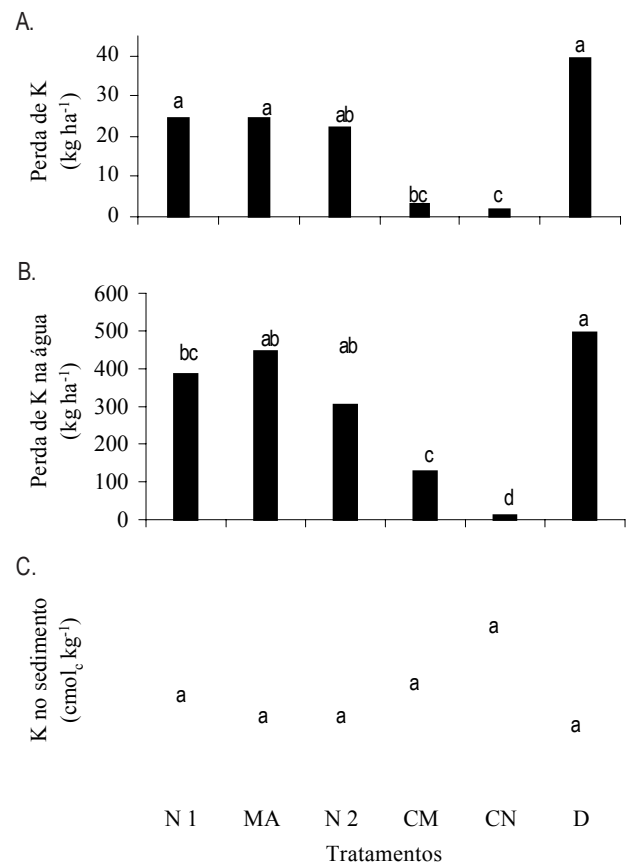


Figura 3. Relação entre as perdas de carbono orgânico e de solo nos tratamentos estudados

Figure 3. Relationship between organic carbon losses and soil losses in the studied treatments

MA e D, respectivamente; ditos resultados estão de acordo com os encontrados por Bertol et al. (2007) que, estudando as perdas de nutrientes em diferentes sistemas de manejo do solo no sul do Planalto Catarinense, encontraram menores perdas de K para o sistema de semeadura direta.

A Figura 4B apresenta a perda de potássio através da água da enxurrada. Observa-se que os tratamentos cobertura natural e cobertura morta apresentaram as menores concentrações. O tratamento cobertura morta indicou redução de 97,6 e 66,3% em relação à condição sem prática conservacionista, morro abaixo, respectivamente. Comparando-se as Figuras 4A e B, vê-se que as maiores perdas ocorreram na suspensão da enxurrada que nos sedimentos, o que está de acordo com os resultados encontrados por Bertol et al. (2004a), Schick et al. (2000) e Távora (1985); este comportamento do solo estuda-



Colunas seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey

Figura 4. Perda de potássio no sedimento (A) e na água (B) e teor de potássio no sedimento (C) para os diferentes tratamentos, N1: cultivo em nível com barramentos em pedra, no espaçamento 0,50m; MA: cultivo morro abaixo; N2: cultivo em nível com barramentos em pedra, no espaçamento 1,00 m; CM: cultivo com cobertura morta de palha de feijão; CN: cobertura nativa; D: solo descoberto.

Figure 4. Potassium losses in the sediment (A) and in the water (B), and potassium in the sediment (C) for the different treatments: Levelled cropping (N) with stone barriers between every two consecutive cropping rows, with 0.5 m spacing; hill slope cropping (MA); leveled cropping with dead cover (CM), using beans straw; bare soil plots (D) and natural cover ones (CN).

do pode ser atribuído ao fato da quantidade da enxurrada ter sido superior à de sedimento, cujos dados mostram que, em sistemas de manejo onde as perdas de água e solo são altas, a erosão é fator importante no empobrecimento do solo, com possíveis reflexos no aumento do custo de produção das culturas e na poluição de mananciais (Schick et al., 2000).

Na Figura 4C se observa que a presença de potássio no sedimento da erosão apresentou valores superiores à condição original do solo (Tabela 2); tal comportamento pode ser explicado considerando-se as observações de Segnfredo et al. (1997), que afirmaram ser o material erodido, em geral, mais rico em potássio que o solo original; este resultado pode estar associado à textura do material transportado o qual é mais rico em silte e argila que o solo de onde se originou o sedimento, uma vez que essas partículas são mais facilmente transportadas e contêm maiores quantidades de nutrientes adsorvidos (Freitas & Castro 1983). Os teores de potássio no sedimento transportado foram superiores nos sistemas com maiores percentuais de cobertura vegetal, com valor 47,8% maior no sistema conservacionista (cobertura morta) em relação à condição de plantio morro abaixo.

CONCLUSÕES

As perdas de nutrientes e de solo não apresentaram diferença significativa com relação à fase fenológica na qual se encontrava a cultura do feijão.

Os teores de carbono orgânico se correlacionaram linear e positivamente com as taxas de perda de solo nos tratamentos com elevado coeficiente de determinação.

Técnicas simples, como adoção de cobertura morta podem reduzir significativamente as perdas de carbono, com eficiências equivalentes ao ambiente nativo (cobertura natural), para as condições estudadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq/ CT-HIDRO e ao laboratório de química da UFRPE, pelo suporte fornecido durante a realização deste trabalho.

LITERATURA CITADA

- Alfsen, K.H.; Franco, M.A.; Glomsrod, S.; Johnsen, T. The cost of soil erosion in Nicaragua. *Ecological Economical*, v.16, p.129-145, 1996.
- Bayer, C.; Bertol, I. Características químicas de um Cambissolo Húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.3, pp.687-694, 1999.
- Bayer, C.; Mielniczuk, J.; Amado, T.J.C. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 54, p. 101-109, 2000.
- Bertol, I.; Cogo, N. P.; Schick, J.; Guadagnin, J.C.; Amaral, A.J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.31, n.1, p.133-142, 2007.
- Bertol, I.; Guadagnin, J.C.; Cassol, P.C.; Amaral, A.J.; Barbosa, F.T. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um inceptisol sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, n.2, p.485-494, 2004a.
- Bertol, I.; Guadagnin, J.C.; González, A.P.; Amaral, A.J.; Brignon, L.F. Soil Tillage, water erosion, and calcium, magnesium, and organic carbon losses. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.62, n.6, p.578-584, 2005.
- Bertol, I.; Leite, D.; Guadagnin, J.C. & Ritter, S.R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II –Perdas de nutrientes e carbono orgânico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, n.6, p.1045-1054, 2004b.
- Bezerra, S.A.; Cantalice, J.R.B. Erosão entre sulcos em diferentes condições de cobertura do solo, sob o cultivo da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.30, n. 4, p.565-573, 2006.
- Cogo, N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas de erosão em condições de chuva natural. I. Sugestões gerais, medição dos volumes, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada. 1ª aproximação. In: Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 2, 1978, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.75-98, 1978.
- Debarba, L. Sistemas de produção de milho adaptados à conservação do solo. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1993. Dissertação de Mestrado.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- Freitas, P.L.; Castro, A.F. Estimativas das perdas de solo e nutrientes por erosão no Estado do Paraná. *Boletim Informativo SBCS*, Viçosa, v.8, p.43-52, 1983.
- Hernani, L.C.; Kurihara, C.H.; Silva W.M. Sistema de manejo de solos e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.1, p.145-54, 1999.
- Izidorio, R.; Martins Filho, M.V., Marques Júnior, J.; Souza, Z.M.; Pereira, G.T. Perdas de nutrientes por erosão e sua distribuição espacial em área sob cana-de-açúcar. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.3, p.660-670, 2005.
- Leite, D.; Bertol, I.; Guadagnin, J.C. Erosão hídrica em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. I - Perdas de solo e água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, n.5, p.1033-1044, 2004.
- Longo, J.V. Fracionamento e caracterização de substâncias húmicas em materiais de solos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1982. 66p. Dissertação de Mestrado.
- McGregor, K. L.; Bengtson, R. L.; Mutchler, C. K. Surface and incorporated wheat straw effects on interrill runoff and soil erosion. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.33, n.2, p.469-474, 1990.

- Meyer, L.D.; Harmon, W.C. Multiple intensity rainfall simulator for erosion research on row sideslopes. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v.1, p.100-103. 1979.
- Montenegro, A.A.A.; Nascimento, J.; Correa, M.M.; Silva, V.P.; Moura, R.F.; Ribeiro, M.R.; Montenegro, S.M.G.L.; Santos, T.E.M. Implantação e Monitoramento da Bacia Experimental do Riacho Jatobá. In: Anais do VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. São Luis, Anais..., 2004.
- Oades, J.M. The retention of organic matter in soils. Biogeochemistry, Netherlands, v.5, p.35-70, 1988.
- Pomianoski, D.J. W. Perdas de solo e água em sistemas agroflorestais da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) em diferentes declividades e manejos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. Dissertação de Mestrado.
- Santos, T.E.M. Avaliação de técnicas de conservação de água e solo em bacia experimental do semi-árido pernambucano. Recife: UFRPE, 2006. 60p. Dissertação de Mestrado.
- SAS Institute, Inc. The SAS System for windows: Release v. 6.8, Cary, 1998. 1 CD Rom.
- Schaefer, C. E. R.; Silva D. D.; Paiva, K. W. N.; Pruski, F. F.; Albuquerque Filho, M. R.; Albuquerque, M. A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.5, p.669-678, 2002.
- Schick, J.; Bertol, I.; Balbinot Junior, A.A.; Batistela, O. 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, Viçosa, v.24, n.2, p.437-447, 2000.
- Seganfredo, M.L.; Eltz, F.L.F.; Brum, A.C.R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.21, n.2, p.287-291, 1997.
- Távora, M.R.P.; Silva, J.C.R.; Hernández, F.F.F.; Saunders, L.C.U.; Moreira, E.G.S. Perdas de solo, água e nutrientes em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de Ubajara (CE). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.9, n.4, p.63-66, 1985.