

## PERDAS DE SOLO, ÁGUA E NUTRIENTES EM ÁREA CULTIVADA COM HORTALIÇAS SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO

Rodrigo Fernandes de Souza<sup>1</sup>  
 Nuno Rodrigo Madeira<sup>2</sup>  
 Cícero Célio de Figueiredo<sup>3</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas por erosão hídrica, sob chuva natural, de solo, água e nutrientes em um Latossolo Vermelho distrófico cultivado com hortaliças sob diferentes sistemas de manejo. O trabalho realizado no campo experimental da Embrapa Hortaliças, em experimento iniciado em dezembro de 2007. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com 3 repetições. Foram avaliados três sistemas de preparo do solo: Plantio Direto – PD; Plantio com Preparo Reduzido – PPR e Preparo Convencional – PC, ambos cultivados com repolho no inverno. Em cada parcela foi instalada uma unidade coletora de água e solo com área de 3m<sup>2</sup> e uma calha para coleta de sedimentos. As perdas de solo e água foram quantificadas no período de 17 de dezembro de 2011 a 27 de abril de 2012. Ao final, todo o sedimento depositado na calha foi analisado para os teores de nutrientes e matéria orgânica. O PD apresentou menor taxa de perda de água, com redução de 90%, quando comparado ao PC. Os sistemas PD e PPR apresentaram perdas de solo, 11 e 6 vezes menores, respectivamente, que o PC. As taxas de empobrecimento de P e K foram maiores nos sistemas conservacionistas (PD e PPR).

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* var. capitata, sistema de manejo do solo, empobrecimento do solo.

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the losses by erosion under natural rainfall, soil, water and nutrients in an Oxisol cultivated with vegetables under different management systems. The experiment was installed in December 2007 in the experimental field of Embrapa Vegetables in Brasilia. The experimental design of randomized blocks with three replications was used. Three different systems of tillage: No Tillage - NT; Preparing Planting with Reduced - PPR and Conventional Tillage – CT. In each plot was installed with a unit collecting area of 3m<sup>2</sup> and a trough to collect sediments.

<sup>1</sup>Professor Faculdade Evangélica de Goianésia Av. Brasil nº 1000, Goianésia - GO, 76.380-000,

<sup>2</sup>Pesquisador Embrapa Hortaliças, C. Postal 218, 70359-970, <sup>3</sup>Professor FAV/UnB, Universidade de Brasília – UnB, C. Postal 4508, 70910-970, Brasília-DF

The losses of soil and water were quantified in the period from 17 December 2011 to 27 April 2012. At the end, all the sediment deposited in the channel was analyzed for nutrients and organic matter contents. The PD showed the lowest rate of water loss and, when compared to PC was reduced by 90%. Soil losses, systems and PD PPR were, respectively, 11 and 6 times smaller than the PC. The depletion rates of P and K were higher in systems preservationists (PD and PPR).

**Keywords:** *Brassica oleracea* var. capitata, soil management system, soil impoverishment.

## INTRODUÇÃO

A erosão pode chegar a proporções alarmantes na agricultura. O processo erosivo, impulsionado pelo escoamento superficial, além de carrear partículas de solo, leva consigo sedimentos enriquecidos em matéria orgânica e nutrientes de plantas e outras partículas finas, que são as frações mais reativas do solo (SILVA et al., 2005; BARROS et al., 2009). Assim, as perdas de água e solo diminuem a capacidade produtiva dos solos, pois remove os nutrientes essenciais aos cultivos, além de causar assoreamento e poluição dos cursos d'água (COGO et al., 2003).

A erosão leva a problemas econômicos, ambientais e sociais. Em termos econômicos, os impactos da erosão causam um prejuízo anual da ordem de R\$10,6 bilhões, sendo R\$7,33 bilhões relacionados com a reposição de corretivos e nutrientes e outros R\$3,29 bilhões ligados ao tratamento de água para consumo, reposição de reservatórios, manutenção de estradas, recarga de aquíferos, consumo de combustíveis e energia em áreas irrigadas (OLIVEIRA, 2007).

A degradação do solo ocorre em geral a partir da interferência antrópica sobre este recurso natural (SILVA et al., 2005), sendo a erosão, a lixiviação, a compactação do solo e a perda de matéria orgânica (MOS), exemplos de processos degradativos em sistemas agrícolas (BEZDICEK et al., 1996). A causa fundamental da erosão hídrica nas terras cultivadas é a ação da chuva diretamente no solo (BAGATINI et al., 2011). As perdas de solo são mais fortemente influenciadas pelos sistemas de manejo do solo do que as de água (BERTOL et al., 2007).

O sistema convencional de preparo do solo baseia-se na inversão da camada arável, proporcionando a desagregação da estrutura do solo e facilitando o transporte das partículas desagregadas pela enxurrada (ANDRADE et al., 2009).

Com a finalidade de controlar a erosão hídrica do solo, o sistema de plantio direto (SPD) foi introduzido no Brasil na década de 1970 e se baseava na ausência de revolvimento do solo e no acúmulo de palhada na superfície, reduzindo os efeitos danosos dos sistemas de preparo convencional (ROSCOE et al., 2006). Sistemas conservacionistas como plantio direto e integração lavoura pecuária, dentre outros, têm recebido maior atenção por parte dos pesquisadores por serem capazes de proporcionar maior estabilidade e sustentabilidade da produção agrícola em relação aos sistemas predominantes (SOUZA et al., 2008).

Optar por sistemas conservacionistas, que têm como princípio a manutenção de cobertura vegetal e seus resíduos sobre o solo, tem-se destacado como estratégia eficaz quando se refere à sustentabilidade dos sistemas agrícolas nas regiões tropicais e subtropicais (CAIRES et al., 2006).

Diversos estudos vêm sendo feitos para avaliar a influência dos sistemas de manejo nas perdas de solo e água (LEITE et al., 2004; VOLK et al., 2004; AMARAL et al., 2008) tendo como ênfase as perdas em plantio direto (GILLES et al., 2009; BAGATINI et al., 2011, PANACHUKI et al., 2011; SILVA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012). Em geral, o uso deste sistema de cultivo tem ocasionado menores taxas de perdas de solo, água e nutrientes quando comparado a sistemas mais intensivos (LEITE, et al., 2009; PANACHUKI et al, 2011).

Especificamente na produção de hortaliças predominam sistemas de produção com crescente utilização de insumos e mecanização intensa, acarretando em um ciclo de empobrecimento. Entretanto, as experiências com produção de hortaliças em sistema de plantio direto são crescentes no Brasil e no mundo, verificando-se que existe forte tendência de crescimento quanto à sua adoção em escala cada vez maior (ANDRADE et al., 2009).

Tendo por base o exposto, o objetivo deste trabalho foi estimar as perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica, e sua correlação com a produtividade, em um Latossolo cultivado com hortaliças sob diferentes manejos de solo sob chuva natural.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no setor de campos experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPQ) – Embrapa Hortaliças, Brasília, DF (15°56'S, 48°08'W, altitude de 997,6 m). O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cwa, temperado úmido com inverno seco e verão quente.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (SANTOS et al., 2006).

A área experimental originalmente coberta por vegetação de campo sujo vem sendo cultivada com hortaliças desde a década de 1980 sob sistema convencional de preparo do solo. O experimento está instalado desde dezembro de 2007, em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições.

O delineamento experimental é em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3x2, com 3 blocos e parcelas medindo 12 metros de comprimento por 9 metros de largura, os tratamentos são constituídos por três diferentes sistemas de manejo do solo (Sistema de Plantio Direto –SPD, Sistema de Plantio com Preparo Reduzido – PPR, e Sistema de Plantio com Preparo Convencional – PC) cultivadas com Milho do verão para provimento de palhada para cobertura do solo e com hortaliças no inverno.

O milho foi semeado em todas as parcelas no dia 08/12/2011 com espaçamento entre linhas de 0,80 m e cinco sementes por metro linear. Foi utilizada adubação corretiva fosfatada com 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O híbrido comercial Ag 1045 da Agrocere® foi utilizado com população de 55.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Em cada parcela dos sistemas de manejo do solo foi instalado um coletor de sedimentos e água (3,0 x 1,0m) delimitado, superior e lateralmente, por chapas galvanizadas de 0,20 m de largura, cravado no solo a 0,10m de profundidade e, na extremidade inferior, por uma calha de PVC coletora de enxurrada (SILVEIRA & SALVADOR, 2000). Por meio de conexões de PVC, a enxurrada foi conduzida até um galão de armazenamento de 20 litros, enterrado a 0,3m da calha. As coletas de água nos galões foram realizadas em intervalos de sete dias entre 17/12/2011 a 27/04/2012. A cada coleta, o volume de água era medido com proveta, retirando-se uma alíquota de 100 ml, que era transferida para um béquer, pesada e levada à estufa durante 24 horas por 105°C, para nova pesagem e determinação da quantidade de solo na alíquota, a qual era estimada para o volume total de água perdido na coleta. Desta forma, determinava-se, para cada coleta, o total de água e solo perdidos na área do coletor (3m<sup>2</sup>). Ao final do período de estudo, coletou-se o sedimento retido em cada calha, que foi seco em estufa (105°C por 24 horas), pesado e analisado para os teores de P, K, Ca, Mg e MOS (EMBRAPA, 1997) no laboratório de Fertilidade do Solo da Embrapa Hortaliças. A taxa de empobrecimento do solo (BERTOL et al., 2004) foi calculada dividindo-se a concentração de cada nutriente ou de matéria orgânica do solo (MOS) no sedimento pela sua concentração nas amostras de solo coletadas antes da instalação dos coletores.

Os atributos químicos do solo para a camada de 0-10 cm, antes da instalação do experimento são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos<sup>(1)</sup> do solo estudado.

Sistema	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	MO
	H <sub>2</sub> O	mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		g kg <sup>-1</sup>
PD <sup>2</sup>	5,3	77,4	95,4	5,8	1,9	43,8
PPR	5,6	82,1	115,0	6,3	2,2	43,8
PC	5,4	46,9	104,4	4,9	1,9	43,8

<sup>(1)</sup> Valores correspondentes às médias na profundidade de 0-10 cm nos tratamentos utilizados nesse estudo. Atributos avaliados pela metodologia proposta pela Embrapa (1997). <sup>(2)</sup>Plantio Direto – PD, Plantio com Preparo Reduzido – PPR e Plantio Convencional – PC.

### Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Utilizou-se o programa SAS para a realização das análises.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento, a precipitação pluviométrica foi de 764 mm de chuva. As perdas de água variaram entre 5,87 e 63,0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. O sistema sob preparo convencional promoveu maior perda de água em relação aos sistemas conservacionistas (Tabela 2). O solo preparado convencionalmente e desprovido de cobertura é mais susceptível ao selamento superficial, o que diminui a infiltração da água no solo e aumenta a lâmina de escoamento (REICHERT et al., 2001). O PD proporcionou redução de 90% nas perdas de solo em relação ao PC, resultados semelhantes aos obtidos em outros estudos (COGO et al., 2003; BEUTLER et al. 2003; MARQUES et al., 2010; GUADAGNIN et al., 2005; ANDRADE et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012). O sistema PPR apresentou comportamento intermediário para as perdas de água conforme também observado por outros estudos (BERTOL et al., 1997; BERTOL et al., 2003 e ANDRADE et al., 2009).

Já as perdas de solo variaram entre 938,3 e 2771,0 kg ha<sup>-1</sup>. Estes valores, relativamente baixos estão associados à pequena declividade do terreno estudado, que contribui na redução da velocidade da enxurrada e consequente diminuição das perdas de solo por erosão.

O PD apresentou as menores perdas de solo, não havendo diferenças entre os demais sistemas. O PD apresentou redução de 66% nas taxas de perda de solo em relação ao PC. Valores semelhantes a esse foram obtidos por outros autores (HERNANI et al., 1999; BEUTLER et al., 2003; PANACHUKI et al., 2011).

Os sistemas conservacionistas de uso do solo caracterizam-se pela presença de maior cobertura e, ou, rugosidade superficial do que os que realizam preparos convencionais (BERTOL et al., 1997; SCHICK et al., 2000a; BERTOL et al., 2004). A presença da palhada no solo favorece um maior tempo de permanência da água no sistema e conseqüentemente sua menor perda conforme também observado por Carvalho et al. (2007). O uso de palhada como cobertura vegetal implica na redução da erosão hídrica, em sistemas conservacionistas, e está relacionado à sua capacidade de amortecer o impacto da energia cinética das gotas de chuva e de amenizar o escoamento superficial, conforme descrito por Mello et al. (2003) e Panachuki et al. (2011), assim, as perdas de solo e água são reduzidas, o que pode diminuir as perdas totais de nutrientes em decorrência da erosão hídrica (SEGANFREDO et al., 1997; SCHICK et al., 2000b).

**Tabela 2.** Perdas médias de solo e água em sistemas de manejo para a produção de hortaliças

Tratamento	Perda de água m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Perda de Solo kg ha <sup>-1</sup>
PD <sup>2</sup>	5,87 C	938,3 B
PPR	34,4 B	1518,7 B
PC	63,0 A	2771,0 A
DMS	18,48	718,7
CV (%)	18,59	14,29

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (0>0,05). <sup>(2)</sup>Plantio Direto – PD, Plantio com Preparo Reduzido – PPR e Plantio Convencional – PC.

Os valores relativos às taxas de empobrecimento do solo são apresentados na Tabela 3. Valores acima de 1,0 significam que a concentração do nutriente ou de MOS no sedimento é maior do que sua concentração inicial na camada de 0-10 cm, o que representa empobrecimento do solo.

**Tabela 32.** Taxas de empobrecimento do solo das parcelas experimentais em P extraível, K, Ca e Mg trocáveis e Matéria Orgânica (MO), em diferentes sistemas de preparo do solo de um Latossolo Vermelho cultivado com hortaliças.

Sistema	P	K	Ca	Mg	MO
PD	1,9	0,7	0,8	1,5	1,0
PPR	1,8	0,8	1,1	1,8	0,9
PC	0,9	0,4	0,8	1,6	1,0

PD: Plantio direto; PPR: plantio com preparo reduzido; PC: preparo convencional.

A taxa de empobrecimento do solo, por se tratar de um valor relativo, depende da concentração de nutrientes e MOS no material erodido. Em sistemas conservacionistas, os sedimentos transportados pela enxurrada podem apresentar maior concentração de nutrientes e CO do que o próprio solo de onde foram removidos (SCHICK et al., 2000b; BERTOL et al., 2003), o que tem sido atribuído à textura do material transportado pela enxurrada. O material erodido pela erosão hídrica é composto principalmente por silte e argila, uma vez que essas frações do solo são mais facilmente transportadas do que as frações grosseiras (LANGDALE et al., 1985).

Para as taxas de empobrecimento de P e K o sistema PD foi o que apresentou os maiores valores. Nas taxas de empobrecimento de P, o sistema PC apresentou 53 % menos perdas em relação ao PD, confirmando resultados encontrados por Caixeta et al. (2009). Esses valores podem estar associados à aplicação, por ocasião da adubação das culturas de verão, de 300 kg de  $P_2O_5$   $ha^{-1}$ , que, em sistemas de manejo conservacionistas, nos quais a aplicação de fertilizantes é em superfície, ocorre acúmulo de fósforo nos primeiros centímetros de profundidade do solo devido à mínima mobilização do solo e da ciclagem dos resíduos da superfície (MUZILLI, 1983).

Para a taxa de empobrecimento de K, os sistemas PD e PPR superaram, respectivamente, em 75 % e 100 %, em comparação ao PC. Em relação aos demais nutrientes, as perdas de K foram pequenas, divergindo dos resultados encontrados por Martins Filho et al. (2009) que em Argissolo cultivado com cana de açúcar encontraram as maiores perdas para P e K. As menores perdas encontradas nesse estudo podem estar relacionadas com o uso da palhada das culturas de verão que são depositadas na superfície do solo nos sistemas PD e PPR e incorporada ao solo no PC que, com o tempo, pode aumentar a capacidade de retenção e manutenção do K no sistema solo-planta (HERNANI et al., 1999).

As taxas de empobrecimento de Ca e Mg foram próximas entre os sistemas PD e PC, diferente do observado por Hernani et al. (1999), onde as maiores perdas de cálcio e magnésio foram verificadas em sistemas de preparo convencional e as menores em plantio direto. Comparativamente, as perdas de Mg foram superiores às de Ca, o que para Raij (1991) é consequência da maior energia de ligação do  $\text{Ca}^{2+}$  com os colóides do solo, em solos bem drenados.

As taxas de empobrecimento de MOS, próximas a 1,0, foram, em geral, semelhantes às suas concentrações na camada superficial do solo, mostrando que os sedimentos transportados pela erosão hídrica apresentaram, em geral, características semelhantes ao solo coletado na camada de 0–0,10 cm do solo das parcelas de onde foram removidos. Comportamento semelhante foi verificado por Schwarz (1997), Schick et al. (2000a) e Bertol et al. (2004).

Assim, os resultados apresentados evidenciam que os sistemas conservacionistas de manejo do solo minimizam os impactos da erosão e o consequente empobrecimento do solo.

## CONCLUSÕES

1) Os sistemas de plantio direto e de plantio com preparo reduzido apresentam redução de 90 % e 45 %, respectivamente, nas taxas de perdas de água em relação ao plantio convencional.

2) O uso de plantio direto reduziu em 66 % as perdas de solo em relação ao plantio convencional.

3) As taxas de empobrecimento de P e K foram maiores nos sistemas conservacionistas (PD e PPR).



**LITERATURA CITADA**

- AMARAL, A. J.; BERTOL, I.; COGO, N. P. ; BARBOSA, F. T. Redução da erosão hídrica em três sistemas de manejo do solo em um Cambissolo Húmico da região do planalto sul-catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2145-2155, 2008.
- ANDRADE, C.; ALCÂNTARA, F. A.; MADEIRA, N. R.; SOUZA, R.F. Erosão Hídrica em um Latossolo Vermelho cultivado com hortaliças sob diferentes sistemas de manejo. In: **Anais... XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2009.
- BAGATINI, T.; COGO, N. P.; GILLES, L.; PORTELA, J. C.; PORTZ, G.; QUEIROZ, H. T. Perdas de solo e água por erosão hídrica após mudança no tipo de uso da terra, em dois métodos de preparo do solo e dois tipos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 999-1011, 2011.
- BARROS, L. S.; VALE JR, J.F.; SCHAEFER, C.E.G.R.; MOURÃO JÚNIOR, M. Perdas de solo e água em plantio de *Acacia mangium wild* e savana em Roraima, norte da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 2, p. 447-454, 2009.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; MIQUELLUTI, D.J. Sedimentos transportados pela enxurrada relacionados à cobertura e rugosidade superficial do solo e taxa de descarga. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 3, p199-206, 1997.
- BERTOL, I.; MELLO, E.L.; GUADAGNIN, J.C.; ZAPAROLLI, A.L.V.; CARRAFA, M.R. Nutrient losses by water erosion. **Scientia Agricola**, v.60, p.581-586, 2003.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; GUADAGNIN, J.C.; RITTER, S.R. Erosão hídrica em um Nitossolo Háptico submetido a diferentes sistemas de manejo sob chuva simulada. II – Perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 28, p. 1223-1230, 2004.
- BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; BERTOL, I.; ROLOFF, G. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas a erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida as adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 781-792, 2007.

- BEUTLERI, J. F.; BERTOL, I.; VEIGA, M.; WILDNER, L. P. Perdas de solo e água num Latossolo Vermelho aluminoférrico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 27, p. 509-517, 2003.
- BEZDICEK, D. F.; PAPENDICK, R. I.; LAL, R. Introduction: importance of soil quality to health and sustentable land management. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). Methods for assessing soil quality. **Soil Science Society of America**, p. 1-8, 1996. (SSSA. Special publication, 49).
- CAIRES, E. F.; GARBUIO, F. J; FERRACCIÚ ALLEONI, L. R.; CAMBRI, M.A. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 87-98, 2006.
- CAIXETA, R.P.; ALNCANTARA, F.L.; MADEIRA, N.R.; ABDALLA, R.P. Perdas de solo, água, nutriente e matéria orgânica em área cultivada com cebola em diferentes sistemas de manejo do solo. Embrapa Hortaliças (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 51**) 2009.
- CARVALHO, R.; SILVA, M.L.N.; AVANZI, J.C.; CURTI, N.; SOUZA, F.S. Erosão hídrica em Latossolo vermelho sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1679-1687, 2007.
- COGO, N. P.; LEVIEN. R.; SCHAWARZ. R.A. 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, p. 743-753, 2003.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. 1997, p. 212.
- GILLES, L.; COGO, N. P.; BISSANI, C. A.; BAGATINI, T.; PORTELA, J. C. 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**, v. 33, p. 1427-1440, 2009.

- GUADAGNIN, J. C.; BERTOL, I.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p. 277-286, 2005.
- HERNANI, L.C.; KURIHARA, C.H.; SILVA, W.M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 145-154. 1999.
- LANGDALE, G.W.; LEONARD, R.A.; THOMAS, A.W. Conservation practices effects on phosphorus losses from Southern Piedmont watersheds. **Journal Soil Water Conservation**, v 40, p. 157-160, 1985.
- LEITE, D.; BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; SANTOS, E. J.; RITTER, S.R. 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**, v. 28, n.5, p. 1033-1044, 2004.
- LEITE, M.H.S.; COUTO, E.G.; AMORIM, R.S.S.; COSTA, E.L.; MARASCHIN, L. 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.
- MARQUES, S.R.; WEILL, M.A.M.; SILVA, L.F.S. Qualidade física de um Latossolo vermelho, perdas por erosão e desenvolvimento do milho em dois sistemas de manejo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 967-974, 2010.
- MARTINS FILHO, M.V.; LICCIOTI, T.T.; PEREIRA, G.T.; MARQUES JUNIOR, J.; SANCHEZ, R.B. Perdas de solo e nutrientes por erosão num Argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 29, p. 8-18, 2009.
- MELLO, E. L.; BERTOL, I.; ZAPAROLLI, A. L. V.; CARRAFA, M. R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.901-909, 2003.
- MENDES, C.A.R.; MAHLER, C.F.; ANDRADE, A.G. Erosão superficial em Argissolo amarelo sob cultivo perene e com pousio florestal em área de relevo montanhoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1387-1396, 2011.
- MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.7, p. 317-322, 1983.

- OLIVEIRA, J.R. Perdas de solo, água, e nutrientes em um Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes padrões de chuva simulada. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, Instituto de Agronomia, 2007. (**Dissertação de Mestrado**).
- OLIVEIRA, J.G.R.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; BARBOSA, G.M.C.; FILHO, J.T. Erosão no plantio direto: perda de solo, água e nutrientes. **Boletim Campineiro de Geografia**, v. 30, p. 91-98, 2012.
- PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; SOBRINHO, T.A.; OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES D.B.B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1777-1785, 2011.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres, 1991. 343p.
- REICHERT, J. M.; SCHÄFER, M. J.; ELTZ, F. L. F.; NORTON, L. D. Erosão em sulcos e entressulcos em função do formato de parcela em Argissolo Vermelho-Amarelo arênico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 965-973, 2001.
- ROSCOE, R.; BODDEY, R.M.; SALTON, J.C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 304p. 2006.
- SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JUNIOR, A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 427-436, 2000a.
- SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JÚNIOR., A.A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico 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, p. 437-447, 2000b.
- SCHWARZ, R.A. Perdas por erosão hídrica em diferentes classes de declividade, sistemas de preparo e níveis de fertilidade do solo na região das Missões - RS. Porto Alegre, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, 130p. 1977 (**Dissertação de Mestrado**).

- SEGANFREDO, M.L.; ELTZ, F.L.F.; BRUM, A.C.R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas e culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 287-291, 1997.
- SILVA, A. M.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; LIMA, J.M.; AVANZI, J.C.; FERREIRA, M.F. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1223-1230, 2005.
- SILVA, G.R.V.; SOUZA, Z.M.; MARTINS FILHO, M.V.; BARBOSA, R.S.; SOUZA, G.S. Soil, Water and Nutrient Losses by Interrill Erosion from Green Cane Cultivation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 963-970, 2012.
- SILVEIRA, R.C.; SALVADOR, N. Uso de um simulador de chuvas no estudo de perdas de solo e água em parcelas com resíduos culturais do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, p. 718-729, 2000.
- SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; LIMA, C.V.S.; ANGHINONI, I.; MEURER, E.J.; CARVALHO, P.C.F. Carbono orgânico e fósforo microbiano em sistema de integração agricultura-pecuária submetido a diferentes intensidades de pastejo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 3, p. 1273-1282, 2008.
- VOLK, L. B. S.; COGO, N. P.; STRECK, E. V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 585-596, 2004.