

# PERDAS DE SOLO, ÁGUA E NUTRIENTES REDUZIDAS PELA CULTURA DO MILHO<sup>1</sup>

ILDEGARDIS BERTOL<sup>2</sup> e DAVID JOSÉ MIQUELLUTI<sup>3</sup>

**RESUMO** - A proteção do solo pelas culturas é eficaz na redução da erosão hídrica. Para quantificar a redução das perdas de solo, água e nutrientes pela cultura do milho em relação a solo descoberto, conduziu-se este trabalho sob chuva natural. Avaliou-se a proteção do solo com a cultura do milho em relação ao solo descoberto, ambos submetidos a preparo convencional. Solo e água foram determinados em cada coleta de enxurrada, e nutrientes ao final do período de estudo. Utilizou-se um cambissolo húmico distrófico argiloso, com 8,5% de declividade. O milho reduziu, em média, 85% das perdas de solo em relação ao solo descoberto. As perdas de água foram reduzidas em apenas 29%. A correlação linear entre as perdas de solo descoberto e os índices de erosividade das chuvas EI15, EI30, EI45, I15, I30, I45, energia cinética, precipitação total e volume total de chuvas erosivas, foi, respectivamente, de: 0,7053; 0,6968; 0,6785; 0,4847; 0,5274; 0,4870; 0,6018; 0,3922 e 0,5569. O solo descoberto perdeu cerca de três vezes mais P e oito vezes mais Ca e mais Mg do que o cultivado com milho. As perdas de K foram semelhantes nos dois tratamentos estudados.

Termos para indexação: erosividade, erosão hídrica, manejo do solo.

## SOIL, WATER, AND NUTRIENTS LOSSES AS REDUCED BY A GROWING CORN COVER

**ABSTRACT** - Soil protection through culture is an effective way to decrease soil erosion. This field experiment was carried out in order to evaluate the effect of one growing season of corn on decreasing losses of water, soil and nutrients under natural rainfall. The treatments (with and without corn) were located on plots with 8,5% of slope, on a clayed soil (Inceptisol) in Lages, SC, Brazil. Soil cover was evaluated with corn relatively to bare soil, both under conventional tillage. Soil, water and nutrients losses were determined on each runoff sampling during the corn season. Corn decreased soil losses by 85% and water losses by 29% relatively to the bare soil. The linear correlation coefficients between soil loss in the bare soil and the rainfall erosivity indexes EI15, EI30, EI45, I15, I30, I45; kinetic energy; total rainfall, and total volume of erosive rainfall were respectively: 0,7053; 0,6968; 0,6785; 0,4847; 0,5274; 0,4870; 0,6018; 0,3922 and 0,5569. The total amount of extractable P and exchangeable Ca+Mg in the runoff was about 3-fold and 8-fold respectively greater on the bare soil compared with the plots where corn was grown; K losses, however, were not different between these two treatments.

Index terms: erosivity, water erosion, soil management.

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 14 de abril de 1993.  
Trabalho desenvolvido com recursos parciais da FINEP.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., M.Sc., Prof., Dep. de Solos, Centro de Ciências Agroveterinárias, CEP 88520-000 Lages, SC.

<sup>3</sup> Eng. - Agr., Prof., Dep. de Eng. Rural, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, SC.

## INTRODUÇÃO

A variação no sistema de manejo é uma das práticas que mais dizem respeito à resistência natural do solo à erosão hídrica. A proteção do solo

promovida pelas culturas é de reconhecida eficácia na redução das perdas por erosão.

Isto se deve tanto ao efeito da cobertura superficial, que protege a superfície do solo contra a energia de impacto das gotas da chuva, quanto das raízes, que aumentam a resistência do solo à desagregação e ao transporte pela enxurrada. Deve-se considerar, no entanto, que a erosão hídrica referente a determinado período dentro do ciclo de uma cultura é uma função do grau de proteção e da resistência do solo à erosividade das chuvas no respectivo período.

As perdas de solo são afetadas pelo tipo de cultura usada, que confere diferentes graus de proteção ao solo (Eltz et al. 1977, Dedecek et al. 1986).

A variação no manejo dos resíduos culturais após as colheitas é outro fator que promove alteração na resistência do solo à erosão (Saraiva et al. 1981). As perdas por erosão ainda são afetadas, entre outros fatores, pelo tipo de sucessão ou rotação de culturas utilizado (Eltz et al. 1984), que determina efeitos residuais diferenciados ao solo.

Sem dúvida, a perda de nutrientes via erosão hídrica é um dos principais fatores determinantes do empobrecimento dos solos e da redução da produtividade da maioria das culturas, com consequente acréscimo em seu custo de produção. Alguns trabalhos apontam perdas significativas de nutrientes por erosão hídrica, em relação ao que as culturas exigem. No entanto, esse assunto tem sido pouco estudado, apesar de essas perdas refletirem-se expressivamente no custo de produção das culturas.

A concentração e quantidade de P perdidos por erosão, tanto na suspensão quanto no sedimento, são afetadas pelos resíduos culturais presentes na superfície e pelo tipo de preparo do solo adotado (Johnson et al. 1979). Outros nutrientes, no entanto, são menos afetados pelo sistema de manejo do solo (Castro et al. 1986). Alguns elementos normalmente são perdidos em maior quantidade na suspensão do que no sedimento (Castro et al. 1986). Isso reflete a necessidade de se adotarem práticas conservacionistas voltadas também à redução das perdas de água, além de sedimentos.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de quantificar as perdas de solo, água e nutri-

entes por erosão em dois sistemas de manejo de solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Campus do Centro de Ciências Agroveterinárias de Lages, SC, considerando dados coletados de janeiro a maio de 1989. Lages está localizada a 27°49' latitude sul e 50°20' longitude oeste, a uma altitude de 937 m. A temperatura média máxima anual é de 33 °C, e a mínima média anual, de -8 °C. A classificação climática é Cfb, de acordo com o critério de Koeppen. O solo onde as parcelas foram instaladas é um cambissolo húmico distrófico, argila de atividade baixa, horizonte A moderado, textura argilosa, substrato silito+argilito (Tabela 1). A declividade média das parcelas experimentais era 8,5%, com variação de 7,8% a 11,6% entre elas.

A área experimental, inicialmente com gramíneas nativas, foi utilizada com pastagem cultivada (leguminosas e gramíneas consorciadas) durante quatro anos anteriores à instalação do presente trabalho. Por ocasião da instalação do experimento, a área foi corrigida com 10 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 60%), para elevar o pH do solo a 6,0. A incorporação do calcário foi feita com duas arações a 20 cm de profundidade e duas gradagens a 15 cm de profundidade.

Todas essas operações foram executadas no sentido transversal ao declive. Para a instalação da cultura, no entanto, todas as parcelas foram novamente preparadas com uma aração mais duas gradagens no sentido do declive, como preconiza a Equação Universal de Perdas de Solo.

As unidades experimentais tinham dimensões de 22,0 m x 3,5 m e foram delimitadas por chapas galvanizadas. A elas foram acopladas calhas, na parte mais baixa, as quais conduziam as enxurradas a tanques coletores, para amostragem, instalados 5,0 m abaixo.

Os tratamentos estudados consistiram de: a) T1: solo descoberto, em duas repetições; b) T2: solo cultivado com milho em seis repetições. Embora o presente trabalho tenha considerado apenas os dados coletados a partir de janeiro de 1989, o milho foi semeado em 10.11.88, com espaçamentos de 1,0 m entre linhas e 0,2 m entre plantas. Foram utilizados 400 kg/ha de adubo fórmula 07-30-13 na sementeira e 100 kg/ha de uréia (45% de N) em cobertura, incorporada 40 dias após a germinação. Os tratamentos receberam o mesmo tipo de preparo do solo, constituído de uma aração a 20 cm de profundidade mais duas gradagens a 15 cm de profundidade, no sentido do declive. A parcela-padrão foi mantida sem vegetação e crosta superficial durante o período experimental, tendo recebido quatro capinas

**TABELA 1. Propriedades físicas e químicas do solo da área experimental - Cambissolo húmico distrófico.**

Horiz. Prof.	Propriedades físicas								
	Arg.	Sil.	Are.	Da	Dp	Mic.	Mac.	PTot.	TCI
cm	% -----								
Ap 20	42,1	43,7	14,2	1,28	2,69	38,3	9,1	47,4	cmh-l 6,2
A2 14	43,8	42,0	14,2	1,33	2,68	41,6	6,0	47,6	-
B/A 19	45,4	40,8	13,8	1,32	2,82	40,0	6,1	46,1	-
B 22-23	47,1	38,9	14,0	1,30	2,92	41,8	4,3	46,1	-
B/C 16-23	52,1	37,9	10,0	1,23	2,92	48,1	3,4	51,5	-

  

Horiz. Prof.	Propriedades químicas			
	C. orgânico	P solúvel	K trocável	Ca+Mg trocáveis
cm	% -----			meq.100 g-l
Ap 20	3,96	2,4	112	10,12
A2 14	3,18	0,8	64	6,55
B/A 19	2,15	0,0	28	1,13
B 22-23	1,16	0,0	26	0,90
B/C 16-23	1,00	0,0	42	1,42

Arg. - argila; Sil. - Silte; Are. - Areia; Da - Densidade aparente; Dp - Densidade de partículas; Mic. - Microporosidade; Mac. - Macroporosidade; PTot. - Porosidade total; TCI - Taxa constante de infiltração.

mecânicas durante o período de estudo. Nas parcelas com milho fez-se a capina mecânica sempre que necessário.

Utilizaram-se oito unidades experimentais para avaliar a erosão produzida por 22 chuvas erosivas. Em algumas oportunidades deixou-se acumular mais de uma chuva erosiva para proceder à coleta da enxurrada.

A coleta e análise para quantificação das perdas de solo e água foi feita seguindo o método sugerido por Cogo (1978). O K e Ca mais Mg foram determinados no sedimento e na água, e o P, somente no sedimento. O Ca mais Mg trocáveis no sedimento foram determinados conforme Catani & Jacintho (1974); P solúvel e K trocável no sedimento, segundo Mielniczuk et al.

(1969); e Ca mais Mg e K no líquido, pelo método descrita por Tedesco et al. (1985). Em cada coleta de enxurrada foram amostrados o sedimento e o líquido. O líquido foi mantido em refrigerador até a execução das análises; o sedimento foi secado ao ar.

Devido à variação de declividade existente entre as unidades experimentais, fez-se o ajuste dos dados pelo fator S (grau do declive), para a declividade média de 8,5%. Para calcular o fator grau do declive utilizou-se a expressão  $S=0,065+4,56 \text{ sen } \theta+65,41 \text{ sen } 2\theta$ , sugerida por Wischmeier & Smith (1978), onde:

S=fator grau do declive

$\theta$ =ângulo do declive

Para registro das chuvas utilizou-se um pluviógrafo

modelo PLG-7, o qual registra o total de chuva em sucessivos incrementos; possui autonomia de 24 horas, acionado por um mecanismo de relógio. Foram estudadas chuvas individuais erosivas, conceituadas por Wischmeier (1959), Wischmeier & Smith (1978) e Cabeda (1976), obtidas em pluviogramas modelo IH-01-01 que possuem o registro da quantidade de chuva e tempo de ocorrência, respectivamente, na ordenada e na abscissa.

A energia cinética das chuvas foi calculada com auxílio de computador, pelo método de Wischmeier & Smith (1958); para isso, foram cotadas manualmente e separados os segmentos de intensidade uniforme. A equação utilizada, convertida para o Sistema Internacional de Unidades por sugestão de Foster et al. (1981), foi a seguinte:  $E=0,119+0,0873 \log I0I$ , onde:

E=energia cinética por mm de chuva, em MJ/ha.mm e;  
I=intensidade da chuva, em mm/h.

Obtiveram-se os índices de erosividade EI15, EI30 e EI45 multiplicando-se, respectivamente, as intensidades máximas em 15 minutos (I15), 30 minutos (I30) e 45 minutos (I45) de cada chuva erosiva pela sua energia cinética total (E).

Os dados de perda de solo e água foram analisados mês a mês, e os de nutrientes, ao final do período de estudo, através do Teste de F a 5% de significância. Utilizou-se o Teste de Duncan a 5% de significância para comparar os dados mensais de perdas de solo e água, dentro de cada tratamento. Foram determinados os coeficientes de correlação linear entre os valores de perdas de solo e os diferentes índices de erosividade conforme Hoffmann & Vieira (1987). Os coeficientes de correlação foram comparados dois a dois de acordo com o método descrito em Steel & Torrie (1960).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise mensal comparando os dados de perda de solo mostrou que houve diferença estatística significativa de 1% entre os tratamentos estudados, com exceção do mês de janeiro (Tabela 2). Na média do período em estudo, a cultura do milho no sistema de preparo convencional promoveu uma redução de 85% nas perdas de solo em relação ao solo descoberto, ou seja, uma perda de 6,57 vezes menor. Este comportamento é explicado pela proteção dada ao solo pela cultura do milho, tanto pela parte aérea que protegeu o solo contra a energia de impacto das gotas das chuvas, quanto pelas raízes, que aumentaram a

resistência do solo à ação da enxurrada superficial. Esses dados concordam com os já obtidos por Saraiva et al. (1981), diferindo aos obtidos por Dedecek et al. (1986) com relação a milho (redução de apenas 45%). Observa-se, assim, (comparando os dados desse trabalho com os obtidos por Dedecek et al. 1986), que, à medida que aumenta o tempo de cultivo do solo sob sistema de manejo convencional, aumenta a degradação física e a erosão hídrica em presença de culturas, quando comparado a solo descoberto.

As perdas de solo foram estatisticamente superiores nos meses de fevereiro e maio em relação aos demais meses, e isto foi observado tanto no solo descoberto quanto no solo com cultura de milho. No solo com cultura de milho (Tabela 2), as perdas de solo ocorridas em fevereiro e maio representaram 94% da erosão total do período. Já no solo sem cultura (descoberto), a perda de solo ocorrida nos referidos meses representou 83% da perda total do período. Este comportamento não obedeceu à mesma tendência dos índices de erosividade (Tabela 3). Este comportamento, relacionando-se principalmente à erosão de fevereiro com a dos demais meses, pode ser explicado: como a área havia sido recentemente preparada para instalação do experimento, o solo apresentava em janeiro uma elevada rugosidade superficial e resistência natural à erosão, que, apesar da alta erosividade, propiciou baixa perda de solo. Em fevereiro, quando a rugosidade superficial do solo encontrava-se parcialmente eliminada e o solo desagregado pela ação das chuvas de janeiro, a erosão foi maior, apesar de ocorrerem chuvas de menor erosividade. Contribuiu para isto a execução de uma capina mecânica em fevereiro, imediatamente antes de uma chuva erosiva. Pode-se sugerir, ainda, que outras variáveis, especialmente a umidade do solo antecedente à chuva, tem grande influência sobre a erosão hídrica do solo (Dedecek 1988), especialmente para experimentos de curta duração, nos quais podem ocorrer resultados de erosão imprevisíveis (Wischmeier 1976).

Ainda na Tabela 2, observa-se que as perdas de água foram muito menos influenciadas pelo sistema de manejo do solo do que as perdas de solo, o que condiz com a maioria dos trabalhos conduzidos nessa área. As diferenças de perdas de água

**TABELA 2. Perdas de solo e água durante o cultivo do milho no período de janeiro a maio de 1989.**

	Perdas de solo		Perdas de água	
	Com <sup>1</sup> milho	Sem <sup>2</sup> milho	Com <sup>1</sup> milho	Sem <sup>2</sup> milho
	t/ha-l		% da chuva	
Janeiro	0,268Ab	1,849Ac	1,5Ab	2,7Ab
Fevereiro	4,160Aa	15,908Ba	25,8Aa	42,2Aa
Março	0,089Ab	3,426Bb	0,2Ac	3,7Bb
Abril	0,052Ab	2,511Bbc	2,6Ab	6,2Bb
Maio	2,406Aa	22,164Ba	36,8Aa	39,9Aa
Total	6,975	45,858	13,4	18,9

<sup>1</sup> Média de 6 repetições; <sup>2</sup> Média de 2 repetições. Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente, pelo teste Duncan a 5%.

**TABELA 3. Índices de erosividade das chuvas de Lages (SC) durante o período de janeiro a maio de 1989.**

	EI15	EI30	EI45	I15	I30	I45	Ec
	MJmmha-1h-1			mmh-1			MJha-1
Janeiro	1572	1001	748	279	176	131	44
Fevereiro	213	139	113	47	31	25	9
Março	821	524	390	177	108	88	19
Abril	920	628	438	110	73	52	19
Maio	799	593	442	72	53	40	28
Total	4325	2885	2131	685	441	336	119

entre os meses mostram a mesma tendência observada nas perdas de solo, porém em maior magnitude

Os índices de erosividade EI15, EI30 e EI45 apresentaram os maiores valores em janeiro, e os menores, em fevereiro, de acordo com o volume total de chuvas (Tabela 3). Em janeiro, ocorreu 35% da erosividade em relação ao total do período de estudo. Observa-se, ainda, que os valores da erosividade mensal foram elevados, com exceção dos de fevereiro. Isto indica o constante risco de erosão a que estão sujeitos os solos da região.

Quanto ao número total de chuvas, 43% foram

erosivas, e quanto ao seu volume total, 80% foram erosivas (Tabela 4).

Houve diferença estatística entre solo descoberto e solo coberto pela cultura do milho na perda total de P e Ca mais Mg (Tabela 5). No solo descoberto, perdeu-se 2,6 vezes mais P e 8,2 vezes mais Ca+Mg do que em solo com cultura de milho.

Em trabalho desenvolvido com milho, Sayre (1955) constatou que a cultura extraiu cerca de 77,7 kg/ha de P e 132,0 kg/ha de K para formação de colmos+folhas e grãos e assim atingir boa produtividade. Se considerarmos esses valores, as

**TABELA 4. Características das chuvas de Lages (SC) durante o período de janeiro a maio de 1989.**

	Precipitação							
	Total erosiva		N/erosiva		Total erosiva		N/erosiva	
	----- mm -----				----- Número -----			
Janeiro	253	207	46	18	9	9		
Fevereiro	63	39	25	7	2	5		
Março	113	75	38	12	5	7		
Abril	119	94	26	8	3	5		
Maió	154	149	5	6	3	3		
Total	702	564	140	51	22	29		

**TABELA 5. Quantidades de fósforo disponível, potássio e cálcio + magnésio trocáveis perdidos por erosão no cultivo do milho durante o período de janeiro a maio de 1989.**

	No sedimento		No líquido		Total	
	Com <sup>1</sup> milho	Sem <sup>2</sup> milho	Com <sup>1</sup> milho	Sem <sup>2</sup> milho	Com <sup>1</sup> milho	Sem <sup>2</sup> milho
	kg/ha-1					
P	0,36A	0,95B	-	-	0,36A	0,95B
K	1,36A	10,09B	13,36A	10,81A	14,72A	20,90A
Ca+Mg	14,19A	88,54B	8,57A	98,56B	22,55A	187,10B

<sup>1</sup> Média de 6 repetições<sup>2</sup> Média de 2 repetições

Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5%.

perdas de P (0,954 kg/ha) e K (20,9 kg/ha) em solo descoberto, no presente trabalho, equivaleram, respectivamente, a 1,2% e 15,8% das exigências do milho. Bataglia et al. (1976) observaram que a soja extraiu 24,4 kg/ha de P, 118,3 kg/ha de K e 90,7 kg/ha de Ca mais Mg para parte aérea e sementes da cultura durante o ciclo.

Se essa cultura tivesse sido cultivada no presente trabalho, as perdas em solo descoberto (Tabela 5) representariam 4%, 18% e 206%, respectivamente, das exigências de P, K e Ca mais

Mg pela soja. Constata-se, assim, que em solo desprotegido as perdas de K podem representar uma parcela considerável do total exigido por algumas culturas, e as de Ca+Mg podem ultrapassar duas vezes essa exigência. Isto se reflete principalmente no aumento do custo de produção das culturas pelo empobrecimento do solo, bem como na poluição por eutrofização das águas.

A perda de K no solo descoberto foi igual tanto no sedimento quanto no líquido perdidos por erosão; já no solo protegido pela cultura do milho, as perdas de K foram cerca de dez vezes superiores

no líquido em relação ao sedimento (Tabela 5). Portanto, a redução nas perdas de solo promovida pela proteção da cultura do milho influenciou consideravelmente sobre a perda de K em relação ao solo descoberto. Como as perdas de água são pouco influenciadas pelo manejo do solo e da cultura (Bertol et al. 1987; Bertol et al. 1989) em relação às perdas de solo, a quantidade de K perdida nessas circunstâncias torna-se elevada. Práticas mecânicas, como terraceamento, tornam-se, assim, eficientes redutoras das perdas de nutrientes, especialmente quando se trabalha com terraços de absorção.

A disposição de todos os coeficientes de correlação em ordem decrescente (Tabela 6) mostra que os seis primeiros índices foram significativos em 1%, e os três últimos, não-significativos. Em geral, todos os coeficientes foram baixos, variando de 0,7053 a 0,3922, respectivamente, para EI15 e volume total de chuva. Este comportamento pode ser esperado, pelo fato de ter-se trabalhado com poucos dados (22 chuvas erosivas e 13 coletas de enxurrada) durante o ciclo da cultura do milho. Na Tabela 6, mostra-se, ainda, não existir diferença estatística significativa entre os índices EI15, EI30 e EI45. Desse modo, preliminarmente, pode-se

observar que há uma tendência de o índice EI30 ser o melhor estimador da erosão hídrica para Lages (SC), o que condiz com o que foi preconizado por Wischmeier & Smith (1958) e Wischmeier (1959).

## CONCLUSÕES

1. As perdas de solo foram superiores no solo descoberto em relação às verificadas no solo cultivado com milho; as perdas de água, no entanto, não foram reduzidas pela cultura.
2. As maiores perdas de solo ocorreram em fevereiro e maio, e as menores, em janeiro, março e abril, em ambos os tratamentos.
3. A perda total de P e Ca mais Mg foi superior no solo descoberto à ocorrida no solo cultivado com milho; a perda de K, no entanto, não foi reduzida pela cultura.
4. Não houve diferença entre os índices de erosividade EI15, EI30 e EI45 estudados; preliminarmente, pode-se recomendar o índice EI30 como o melhor estimador da erosão hídrica para Lages (SC).

## AGRADECIMENTOS

À FINEP, pelos recursos financeiros concedidos; aos Srs. Valter Antônio Becegado, Maurício D. Lucca, Henrique Germano Doege, Enio Sebastião V. de Jesus e Almir Luiz V. Zaparolli pela cooperação nos trabalhos de campo e laboratório; ao Professor Loris Luiz Daros pela confecção do programa de computador; e, em especial, ao Dr. Paulo Roberto Ernani, pelas valiosas contribuições ao trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A.; TEIXEIRA, J.P.F.; TISSELLI FILHO, O. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja cultivar Santa Rosa. *Bragantia*, Campinas, v.35, p.237-248, 1976.

**TABELA 6. Coeficiente de correlação (r) entre os índices de erosividade da chuva e a perda de solo, para 22 chuvas erosivas observadas de janeiro a maio de 1989, em condições de solo descoberto de Lages, SC.**

Número de ordem	Índice de erosividade da chuva	Coefficiente de correlação (r)
01	EI15	0,7053**
02	EI30	0,6968**
03	EI45	0,6785**
04	Ec	0,6018**
05	Vte	0,5569**
06	I30	0,5274**
07	I45	0,4870ns
08	I15	0,4847ns
09	Vt	0,3922ns

\*\* Estatisticamente significativo a 1%; (ns) Não significativo.

- BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica em solo com crosta superficial. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, p.373-379, 1989.
- BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Relações da erosão hídrica com métodos de preparo do solo, na ausência e na presença de cobertura por resíduo cultural de trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.11, p.187-192, 1987.
- CABEDA, M.S.V. **Computation of storm EI values**. West Lafayette: Purdue University, 1976. 6p. Mimeografado.
- CASTRO, O.M. de; LOMBARDI NETO, F.; QUAGGIO, J.A.; MARIA, I.C. de; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Perdas por erosão de nutrientes vegetais na sucessão soja/trigo em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, p.293-297, 1986.
- CATANI, R.A.; JACINTHO, A.O. **Avaliação da fertilidade do solo**. Métodos de análise. São Paulo: Ed. Ave Maria, 1974. 61p.
- COGO, N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural. I. Sugestões gerais, medição do volume, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada (1 aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. *Anais...* Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978. p.75-98.
- DEDECEK, R.A. Fatores de erosividade da chuva, enxurrada e perdas de solo sob condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.23, n.12, p.1431-1438, 1988.
- DEDECEK, R.A.; RESCK, D.V.S.; FREITAS JUNIOR, E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.10, p.265-272, 1986.
- 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 em solo São Pedro (Podzólico vermelho-amarelo) sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.8, p.245-249, 1984.
- ELTZ, F.L.F.; COGO, N.P.; MIELNICZUK, J. Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo laterítico bruno-avermelhado distrófico (São Jerônimo). I. Resultados do primeiro ano. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.1, p.123-127, 1977.
- FOSTER, G.R.; McCOOL, D.K.; RENARD, K.G.; MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. *Journal of Soil and Water Conservation*, Baltimore, v.36, p.355-359, 1981.
- HOFFMANN, R.; VIEIRA, S. **Análise de regressão**. São Paulo: Editora Hucitec, 1987. 379p.
- JOHNSON, H.P.; BAKED, J.L.; SHRADER, W.D.; LAFLEN, J.M. Tillage system effects on sediment and nutrients in runoff from small watersheds. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, v.22, p.1110-1114, 1979.
- MIELNICZUK, J.; LUDWICK, A.; BOHNEN, H. **Recomendações de adubo e calcário para solos e culturas do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, RS: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1969. 38p.
- SARAIVA, O.F.; COGO, N.P.; MIELNICZUK, J. Erosividade das chuvas e perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais, em solo laterítico bruno-avermelhado distrófico. I. Resultados do segundo ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, n.1, p.121-128, 1981.
- SAYRE, J.D. Mineral nutrition of corn. In: SPRAGUE, G.F. (Ed.). **Corn and corn improvement**. New York: Academic Press, 1955. p.293-314.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1960. 481p.
- TEDESCO, M.J.; VOLKSWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1985. 188p. (UFRGS-Departamento de Solos. Boletim Técnico, 5).
- WISCHMEIER, W.H. A rainfall erosion index for a universal soil loss equation. *Proceedings Soil Science Society of America*, Madison, v.23, p.246-249, 1959.
- WISCHMEIER, W.H. Use and misuse of the universal soil loss equation. *Journal Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.31, p.5-9, 1976.



WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington: USDA, 1978. 58p. (Agricultural Handbook, 537).

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationship to soil loss. **Transactions American Geophysical. University Washington,** v.39, p.285-291, 1958.