

## COBERTURAS PERMANENTES DO SOLO NA EROSÃO SOB CONDIÇÕES DE CERRADOS<sup>1</sup>

RENATO ANTONIO DEDECEK<sup>2</sup>

**RESUMO** - Para caracterizar a ação de diferentes coberturas permanentes do solo no controle da erosão, simulando a ação de cobertura vegetal, foram testados os seguintes tratamentos, em Latossolo Vermelho-Escuro (Haplustox) textura argilosa e 5,5% de declive: a) solo sem cobertura em pousio; b) solo com cobertura artificial suspensa e c) solo com cobertura artificial em contato com a superfície do solo. Os resultados indicam que a escassez e má distribuição das chuvas, com que é prejudicado o desenvolvimento normal dos cultivos anuais, tornam necessária a cobertura permanente. Enquanto os cultivos anuais reduziram apenas em 50% as perdas de solo, a cobertura artificial suspensa reduziu em 85% as perdas do solo, em comparação com o tratamento sem cobertura. Estimou-se em 87,6% a contribuição da ação erosiva do impacto direto da chuva no solo nas perdas de solo. Embora modesta a ação da enxurrada, deve-se considerar que as parcelas são de 22 m de comprimento, o equivalente à distância recomendada entre terraços neste declive. Considerando-se as perdas de solo por salpique, o efeito da cobertura do solo foi menos evidente. As correlações estabelecidas entre as perdas de solo por salpique e as perdas nas parcelas nos tratamentos sem cobertura confirmam a importância do impacto das gotas da chuva no solo.

Termos para indexação: perdas de solo, erosão por salpique, enxurrada.

### PERMANENT SOIL COVERS ON RAINFALL EROSION

**ABSTRACT** - To characterize the action of different permanent soil covers on controlling erosion, the following treatments were tested, on a Dark-Red Latosol (Haplustox) clay textured and with 5,5% of slope: a. bare soil in fallow condition; b. soil in fallow condition and suspended artificial cover; c. soil in fallow condition and artificial cover on topsoil. Being a year of low and not well distributed rainfall, causing little development of the annual cropping canopy, the need of permanent soil cover was even more evident. While the canopy of the annual crops reduced soil losses at maximum around 50%, suspended soil cover reduced the losses in 85% compared to the test plot-bare soil. The direct impact of raindrops on soil accounted to 87,6% of the soil losses on bare soil plot. The effect of soil cover were less effective on the soil losses by splash. Correlating soil losses by splash with those observed on soil erosion plots, the importance of the raindrop impact on erosion were confirmed.

Index terms: soil losses, runoff, erosion by splash.

### INTRODUÇÃO

A importância de proteger da chuva a superfície do solo, como início de preservar as propriedades do solo e também reduzir a erosão, tem sido reconhecida há muito tempo. Wollny, citado por Stallings (1957), já em 1877 mostrou que a macroporosidade de um solo protegido pela vegetação era de 34% a 53% superior à de um solo sem cobertura. Usando resíduos de plantas como cobertura, Ellison (1944) foi o primeiro a mostrar o efeito protetor desta cobertura, que absorve a energia cinética das gotas da chuva. Borst & Woodburn (1942) também mostraram que os resíduos colocados sobre ou suspensos logo acima do solo con-

trolavam quase completamente a erosão, evidenciando que além da enxurrada outro fator era importante na erosão hídrica.

O uso adequado dos resíduos de uma cultura tem mostrado ser a mais poderosa, simples e mais barata prática conservacionista disponível para o agricultor. Os efeitos dos resíduos na cobertura da superfície do solo podem ser subdivididos de acordo com as duas formas de erosão: laminar e em sulco. Foster & Meyer (1975) descreveram a ação dos resíduos na redução da erosão laminar de três modos: a) proteção do solo contra o impacto direto da gota da chuva no solo; b) formação de uma lâmina de água na superfície do solo, que também reduz a energia da chuva e c) manutenção da infiltração da água da chuva diminuindo o volume da enxurrada. No sulco, a ação dos resíduos ocorre de duas maneiras, segundo Foster (1974): a) redução da força erosiva da enxurrada sobre o solo e

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 6 de outubro de 1988.

<sup>2</sup> Eng. - Agr., Ph.D., Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS)/EMBRAPA, Caixa Postal 177, CEP 80030, Curitiba, PR.

b) redução da velocidade da enxurrada.

Os processos de desagregação e transporte das partículas do solo por erosão laminar são distintos dos processos de erosão em sulcos. Na erosão laminar, a gota da chuva é o agente erosivo; e no sulco, predomina a ação da enxurrada. Assim, os diferentes tipos de solos são distintamente susceptíveis à ação laminar ou em sulcos. Segundo Young & Onstad (1978), solos com alto grau de agregação e agregados relativamente estáveis são menos susceptíveis à erosão laminar. E solos com baixo teor de matéria orgânica são mais susceptíveis à ação erosiva da enxurrada. Hussein & Laflen (1982) afirmaram que uma cobertura vegetal só permitiu pequenas perdas de solo por erosão em sulcos em um tipo de solo, enquanto favoreceu grandes perdas em outro solo. Também constataram que a redução da erosão laminar por ação da cobertura vegetal do solo não era independente do tipo de solo. Segundo Meyer (1981), o aumento da erosão laminar com o aumento da intensidade das chuvas é menor em solos com maior teor de argila.

Para se estabelecer as práticas conservacionistas mais adequadas e eficientes no controle da erosão, é importante conhecer a quais dos agentes erosivos o solo é mais susceptível.

Este estudo foi conduzido para determinar o efeito da cobertura permanente do solo na erosão e a magnitude da ação do impacto da gota da chuva no solo e do fluxo da enxurrada, nas perdas de solo. Ainda, visou-se ressaltar a importância da proteção do solo como complemento do terraceamento no controle efetivo da erosão.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no ano agrícola de 1985/86 no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), da EMBRAPA, como parte de experimento iniciado em outubro de 1977, cujos resultados já foram divulgados (Dedecek et al. 1986).

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado, textura argilosa fase cerradão subcaducifólio, relevo plano com 5,5% de declividade média.

Além do tratamento de solo descoberto, mantido sem vegetação todo o ano e submetido a uma aração e gradagem leve por ocasião da época normal de preparo do solo para plantio, foram testados os seguintes tratamentos em parcelas que foram cultivadas com soja em preparo convencional desde o início deste experimento:

1) solo mantido sem vegetação e com cobertura de sombrite, suspensa a 10 cm acima da superfície do solo; 2) solo nas mesmas medidas e cobertura com sombrite colocada na superfície do solo. Todos os tratamentos tiveram duas repetições, sendo as parcelas de 3,5 m de largura por 22 m de comprimento. Nas bordaduras dos tratamentos descritos, foram colocados frascos de plástico enterrados no solo, ficando as suas bordas 1 cm acima do nível do solo. Foram usados três frascos por parcela, que tinham 5x10x10 cm e serviram para receber as partículas do solo desagregado pelo impacto da chuva no solo. Nas bordaduras das parcelas que receberam cobertura de sombrite foram colocados frascos extras sem cobertura alguma, para se verificar a possibilidade de diferença destas parcelas em relação às parcelas que foram mantidas sem cobertura - denominada de "sem cobertura II", uma vez que os dados da análise química e física dos solos destas parcelas apresentam algumas diferenças (Tabela 1). Os dados da Tabela 1 referem-se à amostragem do solo obtido por raspagem da superfície do solo, efetuada antes do início dos trabalhos do ano agrícola 1985/86.

A metodologia utilizada na instalação, condução e análise deste trabalho seguiu a estabelecida para os trabalhos com parcelas de perdas de solo, e já descritas em maiores detalhes em Dedecek et al. (1986). O material usado para a simulação de uma cobertura permanente do solo é denominado comercialmente de sombrite, empregado na cobertura de casas de vegetação e viveiros e, no nosso caso, permitia um sombreamento de 50% (conforme especificação do fabricante). O sombrite foi montado suspenso, nas parcelas com este tratamento, com o apoio das bordaduras das parcelas empregadas neste tipo de trabalho.

Os índices de erosividade da chuva usados foram calculados com base nos pluviogramas diários coletados na estação meteorológica do CPAC, distante 200 metros do local do experimento.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreram 35 chuvas erosivas neste ano agrícola, num total de 922,6 mm e um valor R, de erosividade da chuva, igual a 417. Embora em número tenha sido aproximadamente normal, em termos de altura de chuva e de erosividade foi um ano muito abaixo da média (Dedecek et al. 1986). A escassez de chuvas implicou no replantio do experimento e prejudicou muito a produção das culturas, sendo praticamente nulo no arroz. Estes fatos são importantes, porque prejudicaram o desenvolvimento normal das culturas e com isto sua eficiência na cobertura do solo e a conseqüente redução das perdas de solo e água (Tabela 2). Como se observa na Tabela 2, os cultivos anuais apresentaram uma redução nas perdas de solo, comparadas às perdas nos solo descoberto, de, no máximo, 50% (Soja em plantio direto), enquanto em anos de

TABELA 1. Características químicas e físicas da camada superficial do Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes manejos.

Características	Tipo de cobertura							
	Solo Descoberto	Milho Convenc.	Arroz Convenc.	Soja Convenc.	Soja Sem Palha	Soja Plantio Direto	Soja com Sombrite	Vegetação Permanente
pH em água, 1:1	5,0	5,2	5,1	5,2	5,2	5,3	5,3	4,8
Al, meq/100ml	0,7	0,4	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	1,2
Ca, meq/100ml	1,3	2,2	2,0	2,2	2,2	2,7	2,3	1,0
P, ppm	2,3	4,6	6,6	7,3	5,6	9,9	8,6	7,0
K, ppm	16	169	129	157	163	168	120	66
Areia grossa, %	9	12	10	11	10	12	13	17
Areia fina, %	39	38	37	36	38	34	39	36
Silte, %	4	5	5	5	4	5	4	4
Argila, %	48	45	48	48	48	49	44	43
Argila natural, %	19,4	18,4	18,4	20,4	18,4	17,3	20,4	17,3
Mat. Orgânica, %	2,0	2,2	2,2	2,2	2,1	2,4	2,3	3,0
Agregados > 2,0 mm %	46,4	47,5	50,3	45,6	46,9	53,1	46,9	88,2

TABELA 2. Totais anuais de perdas de solo e água nos manejos considerados.

Variáveis	Solo Descoberto	Milho Convenc.	Arroz Convenc.	Soja Convenc.	Soja sem palha	Soja Plantio Direto	Sombrite Suspenso	Sombrite sobre o solo	Vegetação Permanente
Perdas de solo, t/ha	11,33	8,56	11,00	6,21	8,20	5,72	1,68	0,31	0,09
Perdas de água, mm	190,9	114,4	207,0	112,2	115,5	88,4	49,8	18,0	9,6
Infiltração, %	84,1	90,6	82,8	90,9	90,0	91,8	95,7	97,9	98,9

distribuição normal de chuvas estas reduções chegam a 80%. Com isto ficou mais evidenciada a importância de uma cobertura permanente do solo, que permite a redução de 85% nas perdas de solo (sombrite suspenso). A vegetação permanente de *Brachiaria decumbens* reduziu em 99,9% as perdas de solo nestas condições, mostrando-se ainda mais eficiente do que o material utilizado na simulação de uma cobertura permanente. As reduções nas perdas de água foram, no geral, proporcionalmente menores. Embora menor que nos demais tratamentos, a taxa de infiltração da água da chuva é bastante elevada no tratamento de solo sem cobertura.

Na Tabela 3, pode-se observar a eficiência da cobertura permanente do solo nos cinco períodos do ano agrícola. As perdas do solo são reduzidas, comparando-se o tratamento sombrite suspenso com solo sem cobertura, no mínimo em 73% no período 2, e no máximo em 91% no período F,

enquanto no tratamento com sombrite sobre o solo, as reduções máxima e mínima ocorreram nos mesmos períodos e num total de 89% e 100%, respectivamente. A maior eficiência da cobertura no período F (da colheita até o próximo preparo do solo) se deve ao fato de o solo estar estruturado, e ao grande intervalo entre as chuvas, que permitiu altas taxas de infiltração, enquanto no período 2, quando a eficiência é mínima, as chuvas são quase diárias e o solo foi recentemente desagregado pelo preparo do solo.

Considerando-se que no tratamento "solo sem vegetação e sombrite sobre o solo" haveria a redução máxima nas perdas de solo possíveis com este material, e deduzindo-se o seu valor (Tabela 2) tanto das perdas de solo dos tratamentos: "solo descoberto" e "sombrite suspenso", teríamos os valores das perdas de solo ocorridas pela ação conjunta do impacto da chuva e da enxurrada no primeiro e pela ação isolada da enxurrada no segundo

TABELA 3. Perdas de solo e água, por períodos do ano agrícola nas parcelas sem vegetação e diferentes coberturas.

Períodos*	Chuva	EI <sub>30</sub>	Perdas de Solo			Perdas de Água		
			Sem Cobertura	Sombrite Suspenso	Sombrite Sobre o solo	Sem cobertura	Sombrite Suspenso	Sombrite sobre o solo
	mm			t/ha		mm		
F	30,7	8,3	0,23	0,02	0	1,7	0,3	0
1	98,5	37,3	0,49	0,06	0,02	4,5	0,9	0,8
2	137,1	81,3	2,06	0,55	0,22	36,1	7,1	5,5
3	328,5	108,9	3,35	0,37	0,02	76,7	12,6	5,6
4	327,8	181,2	5,20	0,66	0,05	71,9	28,9	6,1

\* Períodos: - F - 01/04 a 10/10/85; 1 - 11/10 a 15/10/85; 2 - 16/11 a 15/12/85; 3 - 16/12/85 a 15/01/86 e 4 - 16/01 a 31/03/86.

(11, 02 e 1,37 t/ha, respectivamente). Dividindo os valores de perdas de solo do segundo pelo primeiro, poderíamos afirmar que a enxurrada é responsável por apenas 12,4% das perdas de solo, enquanto os restantes 87,6% são provocados pelo impacto da chuva no solo. Sendo a ação erosiva da chuva o fator primordial nas perdas de solo, poderíamos reafirmar que é muito mais importante manter a máxima cobertura do solo possível do que a construção de barreiras, como terraços, no controle da erosão, considerando-se o comprimento de parcelas do presente estudo.

Nem sempre foi possível a coleta da enxurrada após a ocorrência de uma chuva isolada, considerando-se para tal os parâmetros fixados por Wischmeier & Smith (1978). Esta coleta aconteceu em 24 das 35 chuvas erosivas ocorridas no ano agrícola 1985/86, cujas características estão listadas na Tabela 4, assim como os dados de perdas de solo e enxurradas. Como se observa nesta Tabela, as diferenças nas características químicas e físicas entre os tratamentos sem cobertura I e II (Tabela 1) não foram suficientes para alterar as perdas de solo por salpique (splash) observadas. Confirmada pela análise estatística efetuada nestes dados, quando foram obtidas as seguintes médias por tratamento: sem cobertura I - 2,86 g(a), sem cobertura II - 2,7 g (a), sombrite suspenso 0,83 g (b) e sombrite sobre o solo 0,17 g (c). Letras iguais entre parênteses indicam nenhuma diferença entre tratamentos, de acordo com o teste DMS 5%.

A redução nas perdas de solo por salpique nos dois tratamentos com cobertura permanente foram menores do que a observada nas parcelas. Enquanto as perdas de solo por salpique foram reduzidas em 73,5%, 94% comparadas ao solo sem cobertura I, nas parcelas as reduções foram de 83,9 e 97%,

respectivamente para os tratamentos sombrite sobre o solo. Isto talvez mostre que, embora houvesse mais material desagregado, a enxurrada não foi capaz de transportá-lo, em parte devido à turbulência da enxurrada, que é provocada pela ação das gotas da chuva e anulada nos tratamentos com cobertura.

Os dados constantes da Tabela 4 foram utilizados no estabelecimento de algumas correlações cujos coeficientes estão listados na Tabela 5. Outros índices de erosividade foram testados, mas apenas EK e EI<sub>30</sub> mostraram correlações apreciáveis, apresentando, os demais, valores inferiores. As perdas de solo nas parcelas de erosão com solo descoberto apresentaram melhores correlações com os índices apresentados do que as perdas de solo por salpique. Confirma-se, assim, que a ação da chuva não se limita ao efeito desagregador do impacto direto da gota na superfície do solo. Como o agente erosivo predominante nas parcelas com sombrite suspenso era a enxurrada, houve uma queda acentuada nas correlações entre perdas de solo e índice de erosividade, comparadas às perdas de solo por salpique.

Houve boas correlações entre as perdas de solo por salpique e as perdas de solo nas parcelas, nos tratamentos sem cobertura (Tabela 5), mostrando a predominância da ação direta da chuva sobre o solo descoberto na erosão. Diminuindo-se esta ação da chuva, as correlações são grandemente diminuídas, como se observa nos tratamentos com sombrite. A afirmativa de que a enxurrada também exerce uma ação erosiva importante está no coeficiente de correlação observado entre as perdas do solo nas parcelas e a enxurrada (Tabela 5): enquanto o coeficiente de correlação no tratamento sem cobertura é bastante infe-

**TABELA 4. Alguns dados das chuvas que foram utilizadas neste estudo; perdas de solo e enxurradas em diferentes coberturas do solo.**

Dia	Precipitação mm	E <sub>130</sub>	Perdas de solo por salpique, g				Perdas de solo, t/ha				Enxurrada		
			Sem Cobertura I	Sem Cobertura II	Sombrite Suspenso	Sombrite sobre solo	Sem Cobertura I	Sombrite Suspenso	Sombrite sobre solo	Sem Cobertura I	Sombrite Suspenso	Sombrite sobre solo	
30-10-85	19,0	10,7	2,4	2,6	0,3	0,2	0,23	0,003	0,002	4,0	0,1	0,1	
11-11	18,8	2,3	0,9	0,8	0,3	0	0,01	0,002	0	0,1	0,1	0,1	
26-11	62,6	52,5	12,3	10,0	4,5	1,6	1,74	0,09	0,091	25,1	1,5	1,6	
02-12	21,8	7,2	1,2	1,5	0,3	0,2	0,21	0,005	0,001	1,2	0,3	0,2	
05-12	11,8	7,3	2,3	3,6	0,2	0,1	0,48	0,44	0,122	8,2	5,1	3,4	
18-12	19,2	18,0	5,7	4,0	0,6	0,2	0,82	0,06	0,001	5,9	0,2	0,2	
23-12	49,1	15,6	3,7	3,7	0,6	0	0,16	0,003	0	7,0	0,6	0,3	
26-12	61,6	14,5	1,7	2,4	0,1	0,1	0,14	0,01	0,001	10,3	1,0	0,3	
27-12	6,1	1,0	0,3	0,3	0	0	0,01	0,001	0	0,8	0,05	0,04	
02-01-86	51,9	17,7	2,4	3,1	0,3	0,1	0,33	0,10	0,001	25,3	3,0	1,3	
07-01	31,3	9,2	1,7	2,4	0,4	0,2	0,31	0,04	0,004	4,0	1,9	1,7	
08-01	26,2	11,6	1,5	2,3	0,2	0,1	0,33	0,06	0,003	4,2	2,2	1,0	
10-01	9,7	3,8	0,5	0,9	0,1	0	0,04	0,02	0,001	3,5	1,3	0,3	
13-01	12,6	5,3	1,4	2,3	0,3	0	0,15	0,07	0,007	4,3	2,0	1,1	
15-01	17,3	7,6	1,4	2,1	0,4	0	0,10	0,07	0,004	4,0	2,1	1,4	
28-01	18,9	16,7	6,4	5,2	3,7	0,2	1,07	0,08	0,010	2,0	1,0	0,3	
29-01	16,1	2,1	0,5	0,7	0,1	0	0,01	0	0	0,1	0,1	0,1	
06-02	35,2	20,7	2,4	2,8	0,7	0,1	0,58	0,04	0,003	13,2	1,0	0,3	
13-02	15,6	9,4	4,0	3,7	0,4	0	0,14	0,01	0,002	2,0	1,0	0,3	
17-02	71,0	14,1	2,9	3,5	0,7	0,5	0,86	0,10	0,004	11,1	4,1	1,1	
03-03	35,9	21,3	5,7	4,9	1,2	0,6	0,89	0,18	0,013	4,7	2,9	0,6	
05-03	33,8	16,8	1,0	0,9	0,2	0	0,27	0,03	0,001	5,5	2,1	0,3	
10-03	61,4	34,0	3,1	2,0	0,3	0	0,84	0,14	0,014	21,0	3,5	1,7	
30-04	44,6	51,0	5,8	4,7	3,0	0,1	0,83	0,14	0,060	11,8	3,2	0,8	
TOTAL	751,5	370,4	71,2	70,2	18,9	4,3	10,55	1,694	0,345	179,3	40,3	18,5	

**TABELA 5. Coeficiente de correlação (r) entre perdas de solo por salpique e nas parcelas e algumas características observadas.**

Características	Perdas de solo por salpique				Perdas de solo		
	Sem Cobertura I	Sem Cobertura II	Sombrite Suspenso	Sombrite sobre o solo	Sem Cobertura I	Sombrite Suspenso	Sombrite sobre o solo
Precipitação	0,41	0,49	0,28	0,45	0,52	0,09	0,11
EK	0,79*	0,73*	0,76*	0,53	0,83*	0,34	0,53
E <sub>130</sub>	0,79*	0,72*	0,74*	0,59	0,80*	0,24	0,49
Perdas de solo	0,89*	0,86*	0,15	0,48	—	—	—
Enxurradas	—	—	—	—	0,58	0,81*	0,72*

\* — Coeficientes seguidos de asteriscos indicam significância de 99%

rior, cresce muito no tratamento sombrite suspenso. Acredita-se que os coeficientes de correlação apresentados pelo tratamento sombrite sobre o solo carecem de maior significado, dado o grande número de dados com valor zero observados (Tabela 4).

**CONCLUSÕES**

1. A escassez e má distribuição de chuvas no ano agrícola de 1985/86 prejudicaram o pleno desenvolvimento das culturas anuais permitindo a redução de, no máximo, 50% nas perdas de solo, quando comparadas às perdas em solo mantido

sem cobertura. Cresceu a importância de cobertura do solo permanente, permitindo reduções de no mínimo 85% nas perdas de solo, pelo uso de cobertura simulada artificial, e de 99,9% com vegetação permanente de gramíneas perenes.

2. Considerando-se as perdas de solo nos tratamentos com cobertura simulada artificial em contato com a superfície do solo suspenso e sem cobertura do solo, a ação do impacto da chuva é responsável por 87,6% das perdas de solo. À ação erosiva da enxurrada são atribuídos 12,4% das perdas do solo. Considerando-se que o comprimento das parcelas é 22 m — aproximadamente a distância entre terraços num declive de

5,5% —, esta participação da enxurrada deve crescer à medida que o comprimento do declive aumenta.

3. As perdas de solo por salpique observadas foram reduzidas em proporções menores do que nas parcelas pelo uso de cobertura de solo. A diminuição nas perdas de solo por salpique com o uso de cobertura artificial, tanto em contato com o solo como em cobertura suspensa, tiveram significância estatística. As correlações entre as perdas de solo por salpique e nas parcelas e a enxurrada, confirmaram a importância do impacto direto da chuva no solo descoberto e a diminuição da ação da enxurrada nas perdas de solo com cobertura suspensa.

#### REFERÊNCIAS

- BORST, H. L. & WOODBURN, R. The effect of mulching and methods of cultivation on runoff and erosion from Muskingum silt loam. *Agric. Eng.*, 23(1):19-22, 1942.
- DEDECEK, R.A.; RESCK, D.V.S.; FREITAS JÚNIOR, E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. *R. bras. Ci. Solo*, 10(3):265-72, 1986.
- ELLISON, W. D. Studies of raindrop erosion. *Agric. Eng.*, 25(4):131-6, 1944.
- FOSTER, G.R. *Erosion mechanics of mulches*. s.l., s. ed., 1974. 30p. Mimeografado.
- FOSTER, G.R. & MEYER, L.D. Mathematical simulation of upland erosion mechanics. In: ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Agricultural Research Service. *Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yields and Sources*. Washington, 1975. p. 190-207. (ARS-S-40).
- HUSSEIN, M.H. & LAFLEN, I. M., Effects of crop canopy and residual on rill and interrill soil erosion. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 25(5):1310-15, 1982.
- MEYER, L. D. How rain intensity affects interrill erosion. *Trans. Am. Soc. Agric., Eng.*, 24(6):1472-5, 1981.
- STALLINGS, J. H. *Soil conservation*. New York, Prentice-Hall, 1957-575p.
- WISCHMEIER, W. H. & SMITH D.D. *Predicting rainfall erosion losses — a guide to conservation planning*. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agric. Handbook, 537).
- YOUNG, R.A. & ONSTAD, C.A., Characterization of rill and interrill eroded soil. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 21(6):1126 - 30, 1978.