

ESTIMATIVA E ANÁLISE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM SOLO DESCOBERTO E CULTIVADO COM A SUCESSÃO SOJA E TRIGO, SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.

ESTIMATIVE AND ANALYSIS OF RUNOFF IN BARE SOIL AND CULTIVATED WITH DOUBLE CROPPING SOYBEAN AND WHEAT UNDER DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS.

José Luiz de Souza¹, Francisco Lombardi Neto² e Antônio Tubelis³

RESUMO

Utilizando dados diários de precipitação e escoamento superficial medidos em cinco parcelas cultivadas com a sucessão das culturas de soja no verão e trigo no inverno, sob diferentes sistemas de manejo do solo, este trabalho teve como objetivos aplicar o método de estimativa de escoamento superficial proposto pelo Serviço de conservação de Solos dos Estados Unidos (SCS), determinar correlações entre o escoamento superficial medido e estimado e estudar a influência dos diferentes sistemas de manejo na produção de escoamento superficial. A análise dos resultados apresentou significância para as condições do experimento, indicando que o método proposto pelo SCS pode ser utilizado para estimar escoamento superficial a partir de dados diários de precipitação, das características do solo e da cobertura vegetal.

Palavras-chave: precipitação, escoamento superficial, sistema de manejo, retenção, infiltração.

SUMMARY

The objectives of this study were to apply the runoff estimate method proposed by the United States Soil Conservation Service (SCS) using daily data of precipitation and runoff measured in five plots cultivated with soybean in summer and wheat in winter, in different cropping systems, and also to study the influence of different cropping systems in runoff. The analysis of the results showed to be significant for the conditions of the study, showing that the method proposed by SCS can be used to estimate the

¹ Professor adjunto do DCA/CCT/UFPB. Campus II. 58 109-970 Campina Grande - PB.

² Pesquisador do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas - SP.

runoff from daily data of precipitation, soil characteristics and vegetal cover.

Key words: precipitation, runoff, cropping system, infiltration, retention.

INTRODUÇÃO

No manejo dos recursos hídricos em pequenas bacias hidrográficas, o escoamento superficial é um dos elementos que merece atenção. Ora há necessidade de liberá-lo para armazenar o maior volume possível de água nos reservatórios ora é imperativo que favoreça a infiltração da água no solo e assim armazenar " in situ " mais água para satisfazer as necessidade hídricas das culturas, reduzindo as perdas de água por escoamento e minimizando o processo de erosão do solo.

O escoamento superficial em uma bacia hidrográfica é influenciado por fatores agroclimáticos e fisiográficos. Os primeiros são influenciados pela quantidade, intensidade, duração e distribuição da precipitação, além das condições antecedentes da umidade do solo, interceptação pela cobertura vegetal e demanda atmosférica. Com relação aos fatores fisiográficos destacam-se a extensão, a forma, as condições da superfície do solo e a declividade da bacia (IRYDA, 1986).

Diversos métodos são utilizados para se estudar o escoamento superficial. Alguns fornecem as vazões máxima de uma bacia hidrográfica tais como a fórmula racional, a fórmula de Mac-Math e o método de Cook; outros permitem conhecer o volume total escoado superficialmente. Nesta categoria destaca-se o método do Serviço de conservação de Solos dos Estados Unidos, denominado método do número da curva que utiliza a precipitação total diária, incorpora o efeito relativo das características de infiltração de água no solo, uso da terra e práticas agrícolas.

Vários estudos foram realizados utilizando o método do número da curva para estudar o escoamento superficial. WELLS et al. (1986) compararam quatro modelos (método do SCS, equação de Holtan, equação de Richard e o modelo Green-Ampt) para estudar a infiltração em perfis de solos, encontrando boa estimativa para o escoamento superficial. RAWLS & BRAKENSIEK (1986) encontraram que o modelo Green-Ampt estimou o escoamento superficial ligeiramente melhor que o método SCS.

ENGLAND (1973) usou dados de lisímetros para mostrar que a taxa de infiltração dos grupos de solos do SCS é um guia útil para estimar a quantidade de água infiltrada no perfil do solo.

SHARMA (1987), a partir de dados de chuva e escoamento superficial obtidos em solos encrustados, no nordeste árido da Índia, encontrou valores sempre maiores que aqueles estimados pelo método do SCS (1972). COOLEY & LANE (1982), trabalhando com cana-de-açúcar e abacaxi, no Havai, e utilizando o método do SCS (1972) para estimar o escoamento superficial, obtiveram valores menores

³Professor Titular do DCA/FCA/UNESP, Campus de Botucatu. 18603-970. BOTUCATU, SP.

que os previamente estimados. As maiores diferenças foram observadas após a cultura do abacaxi atingir o estágio de maior cobertura do solo. McCUEN & BONDELID (1981) estudando o coeficiente de escoamento superficial verificaram que o método do SCS (1972) permite razoáveis aproximações na estimativa do volume escoado, exceto quando a abstração inicial é significativamente maior que cerca de 25 por cento da precipitação total.

Este trabalho pretende somar subsídios ao estudo do comportamento do escoamento superficial, em solos cultivados e tem como objetivos: a) aplicar o método de estimativa de escoamento superficial proposto pelo Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos da América; b) determinar correlações entre o escoamento superficial medido e estimado e; c) analisar a influência dos diferentes sistemas de manejo na produção de escoamento superficial.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Centro Experimental de Campinas, pertencente ao Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, durante o período de outubro de 1980 a setembro de 1985. O referido Centro está localizado na latitude 22°54' S e longitude 47°05' W. A altitude é de aproximadamente 669 m. A precipitação média anual é de 1350mm, e a temperatura média anual é de 20,5 C. O tipo climático, de acordo com a classificação climática de Koeppen, é Cwa. O solo onde as parcelas foram instaladas é o latossolo roxo distrófico, A moderado, textura muito argilosa a argilosa.

Os dados medidos de escoamento superficial, utilizados neste estudo, foram obtidos em parcela de campo. Foram utilizadas cinco parcelas, cada uma medindo 25m de comprimento no sentido do declive, por 4m de largura, e declive uniforme de 9,9%.

O sistema coletor de solo e enxurrada, adaptado a jusante da soleira em cada parcela, foi construído de alvenaria, inclusive a soleira e a parede divisória. O sistema coletor possuía dois tanques ligados em série por um divisor do tipo Geib, para fração de 1/7. O fluxo da enxurrada proveniente do primeiro tanque é fracionado pelo divisor, obtendo-se uma fração alíquota correspondente àquela que passa pela janela central da série e é conduzida ao segundo tanque coletor para ser medido (BERTONI, 1949 ; MARQUES, 1951). Do volume total medido é subtraída a precipitação que cai diretamente no primeiro tanque e na calha coletora, que eram descobertos.

Para quantificação da altura da precipitação, foi instalado numa área contígua ao experimento, um pluviômetro do tipo Ville de Paris, com 400 cm² de área de captação. As leituras, tanto da precipitação ocorrida como do escoamento superficial, foram realizadas diariamente.

Foram utilizadas nas parcelas experimentais duas culturas em rotação: soja, variedade "panamá", cultivada no verão e trigo, variedade BH146, cultivada no inverno, durante os cinco anos do experimento.

Os tratamentos utilizados foram: 1- parcela mantida no limpo e em repouso durante todo o período do experimento (SD); 2- soja com restos da cultura incorporados seguido do trigo com os restos da cultura incorporados (SITI); 3- soja com restos da cultura incorporados seguido do trigo com os restos da cultura queimados (SITQ); 4- soja com restos da cultura deixados à superfície seguido do trigo com os restos da cultura deixados à superfície (SSTS); 5- soja com restos da cultura incorporados seguido do trigo com os restos da cultura deixados à superfície (SITS).

Na análise do escoamento, o ciclo de cada cultura foi dividido em 5 períodos, segundo WISCHMEIER (1960), como segue: a) período D, do preparo do solo à semeadura; b) período 1, da semeadura a um mês após a semeadura; c) período 2, do período 1 até dois meses após a semeadura; d) período 3, de dois meses após a semeadura até a colheita; e) período 4, da colheita até o preparo do solo subsequente.

Para estimativa do escoamento superficial da água da chuva, foi utilizado o método do SCS (1972) que usa a seguinte equação:

$$Q = [(P - 0,2S)^2] / (P + 0,8S) \quad 1$$

em que Q é o escoamento superficial, em mm, P é a precipitação diária, em mm, e S, representa o potencial máximo de retenção, em mm.

Esta equação (1) representa a relação chuva-escoamento superficial, quando a precipitação (P) é maior que 0,2S. Se a precipitação for menor ou igual que 0,2S, o escoamento superficial estimado será zero.

Dada as dificuldades encontradas para se determinar o potencial máximo de retenção, o SCS (1972), adotou um índice denominado número da curva de escoamento, representado por CN, obtido em função da cobertura do solo pela vegetação, tipo de preparo e classe de solo com base na sua permeabilidade (Tabela 1) e utilizou uma expressão empírica e adimensional que relaciona CN ao parâmetro S, a qual, quando P e Q são expressos em milímetros, é dada por:

$$S = 25400 / CN - 254 \quad 2$$

Quando a condição de umidade antecedente do solo é diferente da condição intermediária (AMC II), conforme definida na Tabela 2, o valor de CN pode ser convertido para as condições AMC I ou AMC III, utilizando as relações apresentadas na Tabela 3.

Considerando-se os diferentes manejos utilizados nas parcelas experimentais, cada tratamento foi caracterizado, conforme apresentado na Tabela 4, em que a unidade antecedente corresponde a condição intermediária (AMC - II).

Tabela 1 - Número da curva de escoamento (CN) para o complexo hidrológico solo cobertura (condição de umidade antecedente AMC-II).

Cobertura do solo			Valores de CN relativos aos grupos hidrológicos de solos			
Densidade de vegetação	Preparo do solo	Condições hidrológicas para infiltração	A	B	C	D
Terreno em pousio	-	-	77	86	91	94
Cultivos em linhas	R	pobre	72	81	88	91
	R	boa	67	78	85	89
	C	pobre	70	79	84	88
	CL	boa	65	75	82	86
	CT	pobre	66	74	80	82
	CT	boa	62	71	78	81
Pequenos grãos ou cultivos não alinhados com sulcos pequenos ou mal definidos	R	pobre	65	76	84	88
	R	boa	63	75	83	87
	CL	pobre	63	74	82	85
	CL	boa	61	73	81	84
	CT	pobre	61	72	79	82
	CT	boa	59	70	78	81
Cultivos densos de leguminosas	R	pobre	66	77	85	89
	R	boa	58	72	81	85
	CL	pobre	64	75	83	85
	CL	boa	55	69	78	83
	CT	pobre	63	73	80	83
	CT	boa	51	67	76	80
Pastagens naturais	-	pobre	68	79	86	89
	-	regular	49	69	79	84
	-	boa	30	58	71	78
Montes com pastos	-	pobre	45	66	77	83
	-	regular	36	60	73	79
	-	boa	25	55	70	77
Bosques	-	muito pobre	56	75	86	91
	-	pobre	46	68	78	84
	-	regular	36	60	70	76
	-	boa	26	52	63	69
	-	muito boa	15	44	54	61
Estradas de terra	-	-	72	82	87	89
Estradas de terra compactada	-	-	74	84	90	92
Edificações agrícolas	-	-	59	74	82	86

R - Quando não se considera a declividade.

CL - Cultivos em curva de nível.

CT - Cultivo em nível e com terraços abertos.

Ponte: SCS-USDA (1972)

Tabela 2 - Condições de umidade antecedente (AMC) do solo

Condição	Chuva total ocorrida nos cinco dias antecedentes	
	período úmido	período seco
AMC - I	<12.5 mm	<35.5 mm
AMC - II	12.5 a 28mm	35.5 a 53mm
AMC - III	>28 mm	>53 mm

AMC - I = indica que o solo está seco, mas suficiente para o preparo e sementeira satisfatória e representa o mais baixo potencial de escoamento superficial;

AMC - II = significa uma condição intermediária;

AMC - III = indica que o solo está praticamente saturado pelas chuvas antecedentes e representa o mais alto potencial de escoamento superficial.

Fonte: SCS-USDA (1972)

Tabela 3 - Relação para transformar número da curva de escoamento (CN) da condição de umidade antecedente AMC-I e AMC-III para a condição AMC-II.

CN para AMC-II	CN para		CN para AMC-II	CN para	
	AMC-I	AMC-III		AMC-I	AMC-III
100	100	100	60	40	78
99	97	100	59	39	77
98	94	99	58	38	76
97	91	99	57	37	75
96	89	99	56	36	75
95	87	98	55	35	74
94	85	98	54	34	73
93	83	98	53	33	72
92	81	97	52	32	71
91	80	97	51	31	70
90	78	96	50	31	70
89	76	96	49	30	69
88	75	95	48	29	68
87	73	95	47	28	67
86	72	94	46	27	66
85	70	94	45	26	65
84	68	93	44	25	64
83	67	93	43	25	63
82	66	92	42	24	62
81	64	92	41	23	61
80	63	91	40	22	60
79	62	91	39	21	59
78	60	90	38	21	58
77	59	89	37	20	57
76	58	89	36	19	56
75	57	88	35	18	55
74	55	88	34	18	54
73	54	87	33	17	53
72	53	86	32	16	52
71	52	86	31	16	51
70	51	85	30	15	50
79	50	84	25	12	43
68	48	84	20	9	37
67	47	83	15	6	30
66	46	52	10	4	22
65	45	82	5	2	13
64	44	81	0	0	0
63	43	80			
62	42	79			
61	41	78			

Fonte: SCS-USDA (1972).

Tabela 4 - Caracterização hidrológica dos tratamentos estudados, em que o solo pertence ao grupo hidrológico "A".

Tratamentos	Cultura	Densidade de vegetação	Preparo do solo	Condição hidrológica para infiltração	Valores da curva de escoamento (CN)
SD	-	Solo descoberto e degradado	-	pobre	86
SITI	soja	cultivo em linhas	R	pobre	72
			R	boa	67
	trigo	pequenos grãos	R	pobre	65
			R	boa	63
SITQ	soja	cultivo em linhas	R	pobre	72
			R	boa	67
	trigo	pequenos grãos	R	pobre	65
			R	boa	63
SSTS	soja	cultivo em linhas	R	boa	67
	trigo	peq. grãos	R	boa	63
SITS	soja	cultivo em linhas	R	boa	67
	trigo	pequenos grãos	R	pobre	65
			R	boa	63

SD - Tratamento com parcela mantida no limpo e em repouso durante todo o período do experimento;
 SITI - Tratamento soja com restos da cultura incorporados seguido do trigo com os restos da cultura incorporados;
 SITQ - Tratamento soja com restos da cultura incorporados seguido do trigo com os restos da cultura queimados;
 SSTS - Tratamento soja com restos da cultura deixados à superfície seguido do trigo com os restos da cultura deixados à superfície;
 SITS - Tratamento soja com restos da cultura incorporados seguido do trigo com os restos da cultura deixados à superfície.
 R - Quando não se considera a declividade.

Tabela 5 - Valores dos coeficientes linear (a) e angular (b) das equações de regressão e coeficientes de correlação (R) por período, para os tratamentos solo descoberto (SD), SITI e SSTS.

Cul- tura	Perí- odo	SD			SITI			SSTS		
		a	b	R	a	b	R	a	b	R
Soja	D	0,297	1,127	0,92**	0,912	1,972	0,96**	-0,125	7,197	0,85**
	1	-0,294	0,778	0,90**	0,091	1,523	0,90**	-0,805	9,308	0,92**
	2	2,109	0,850	0,89**	1,047	1,141	0,83**	-0,270	7,946	0,79**
	3	0,435	0,827	0,85**	0,903	1,176	0,87**	-0,532	6,751	0,80**
Trigo	D	-0,759	0,901	0,88**	-0,148	2,926	0,90**	-0,114	4,656	0,89**
	1	0,257	1,105	0,99**	0,485	1,25	0,94**	-0,308	5,387	0,92**
	2	-0,557	0,769	0,96**	-0,382	0,700	0,98**	0,336	1,111	0,89**
	3	-0,772	0,921	0,93**	0,281	0,899	0,91**	-0,172	1,477	0,96**
	4	2,320	1,000	0,99**	0,586	1,411	0,80*	-0,789	7,018	0,79*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura vegetal exerce grande influência na absorção de energia da gota de chuva e conseqüentemente sobre o escoamento superficial produzido durante uma precipitação. As Figuras 1 a 6 mostram uma comparação do escoamento superficial medido e estimado segundo o método SCS (1972), por período, para três tratamentos: SD (Fig. 1 e 2), SITI (Fig. 3 e 4) e SSTS (Fig. 5 e 6). O tratamento SITI (Fig. 3 e 4) também é representativo dos tratamentos (SITQ e SITS), pois não apresentaram diferenças significativas entre si. De modo geral, observa-se uma dispersão dos dados, principalmente para os eventos menores.

A Tabela 5 mostra os parâmetros das equações de regressões lineares obtidos e respectivos coeficientes de correlação, por período, para os tratamentos SSTS, SITI e SD. Observa-se que o coeficiente angular (B), para o tratamento solo descoberto, apresenta pequena variação entre os períodos, quando comparado aos outros tratamentos.

Pelas Figuras 1 e 2, que representam o tratamento SD, não se observa grandes diferenças entre o escoamento superficial medido e estimado, exceto nos períodos 1 e 2, referentes à cultura da soja e do trigo respectivamente, que apresentam um desvio mais acentuado, afastando-se ligeiramente da linha 45 que passa pela origem dos eixos coordenados.

Nas figuras 5 e 6, observa-se claramente uma superestimativa do escoamento superficial obtido pelo método SCS (1972), em relação ao medido, exceto para os períodos 2 e 3, referentes à cultura do trigo. Já pelas figuras 3 e 4, observa-se uma ligeira superestimativa do escoamento superficial, exceto também, para os períodos 2 e 3 e mesma cultura, em que houve subestimativa do escoamento superficial, em relação ao medido. Este comportamento diferente nestes períodos 2 e 3 da cultura do trigo, pode ser atribuído, provavelmente, ao fator climático associado ao baixo conteúdo de água no solo. RAWLS & BRAKENSIEK (1986), encontraram que a estimativa do escoamento superficial foi extremamente mais sensível às condições de umidade antecedente do solo no inverno, que durante o verão.

A diferença observada entre os tratamentos SSTS, superestimando acentuadamente o escoamento superficial ou apresentando uma ligeira superestimativa, como no tratamento SITI, deve-se ao fato de que o método de estimativa de escoamento superficial proposto pelo SCS (1972) não considera o sistema de manejo que normalmente são empregados como práticas agrícolas. Isto indica a necessidade de se ajustar o método às condições locais de clima e cultura, antes de sua adoção para previsão de escoamento superficial em determinada bacia hidrográfica. Revela também, a influência do sistema de manejo sobre o escoamento superficial que é considerável, como se depreende das Figuras 3 e 4, demonstrando também grande utilidade do manejo agrícola como instrumento da conservação da água e também do solo, conforme demonstrado por BERTONI et al. (1986). A conservação da água reveste-se de suma

importância nas regiões de precipitações escassas, devendo, portanto, ser preconizada nessas áreas.

Assim, para a condição de solo descoberto, pode ser usado o método do SCS (1972) na estimativa de escoamento superficial, enquanto para condição em que há manejo do solo com restos culturais ou mesmo a presença de vegetação, valores estimados de escoamento superficial devem ser corrigidos, utilizando os fatores apresentados na Tabela 5 e respectivo sistema de manejo. Para correção, é necessário que o escoamento superficial seja dividido pelo coeficiente angular do modelo escolhido, conforme o caso.

Os valores obtidos para o coeficiente de correlação foram sempre maiores que 0,79, em todos os casos, alguns atingindo praticamente o valor máximo e todos significativos, como se observa na Tabela 5, o que mostra ser este método perfeitamente utilizável para se estimar o escoamento superficial, desde que ajustado às condições consideradas. Estes resultados estão em concordância com os obtidos por MELVIN et al. (1971), RAWLS & BRAKENSIEK (1986) e SHARMA (1987). RAWLS & RICHARDSON (1983) estudando o efeito de restos culturais, verificaram que estes causaram uma redução no escoamento superficial de 9% a 16% para uma chuva de 76,2 mm.

Segundo o SCS (1972), diferenças entre o escoamento superficial medido e estimado deve-se entre outros a um ou mais dos seguintes aspectos: do empirismo das Tabelas 1 e 2 apresentadas no material e método deste trabalho; da relação entre as condições de umidade antecedente AMC-I, AMC-II e AMC-III, apresentadas na tabela 3; da expressão empírica relacionando o índice CN e o parâmetro S. Assim, pode-se inferir que essas diferenças são a integração de efeito combinado dos desvios provenientes de várias fontes.

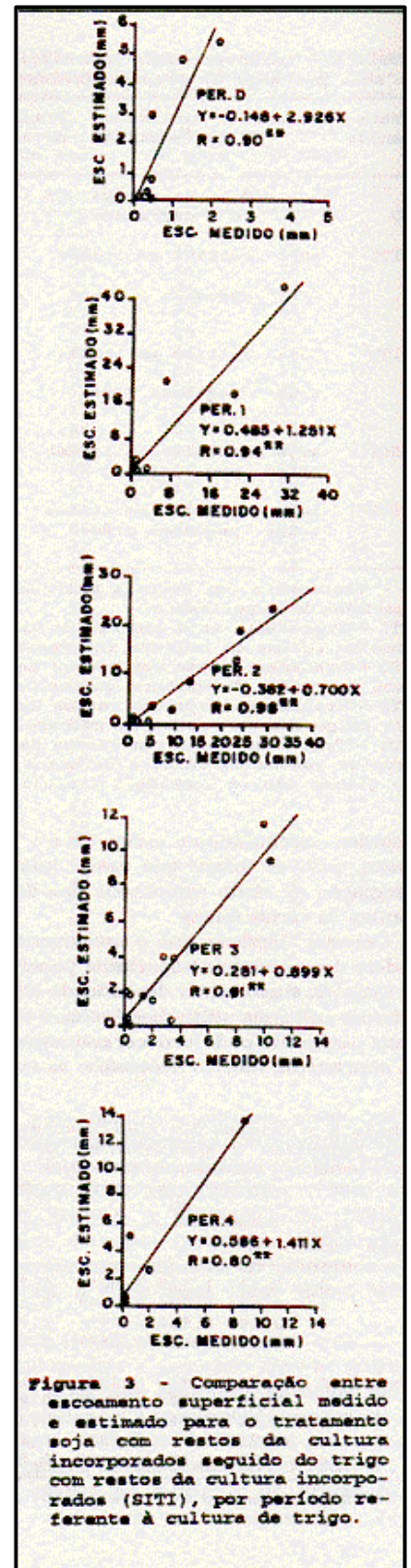
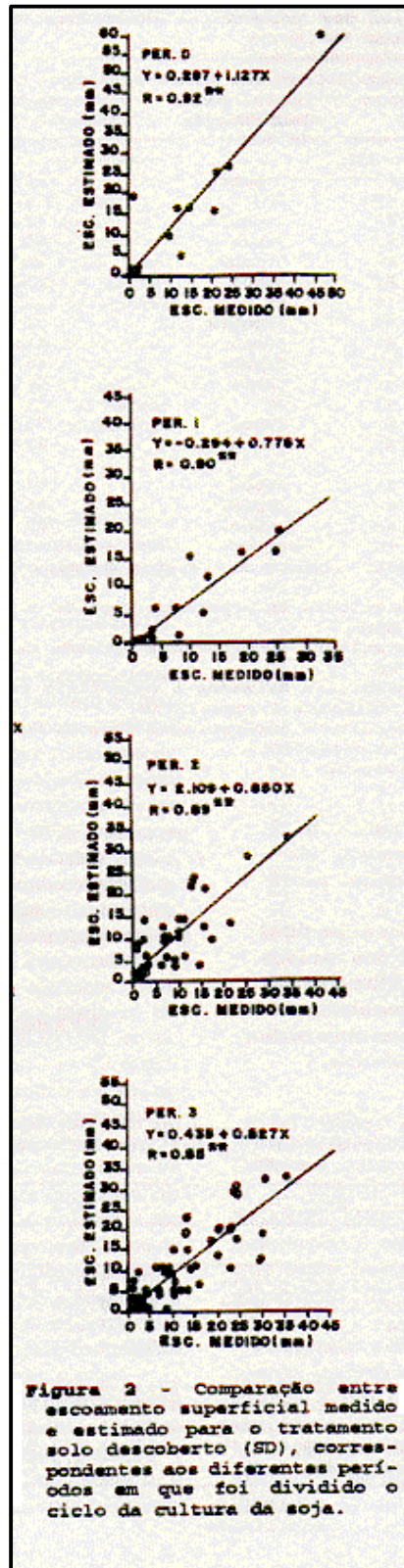
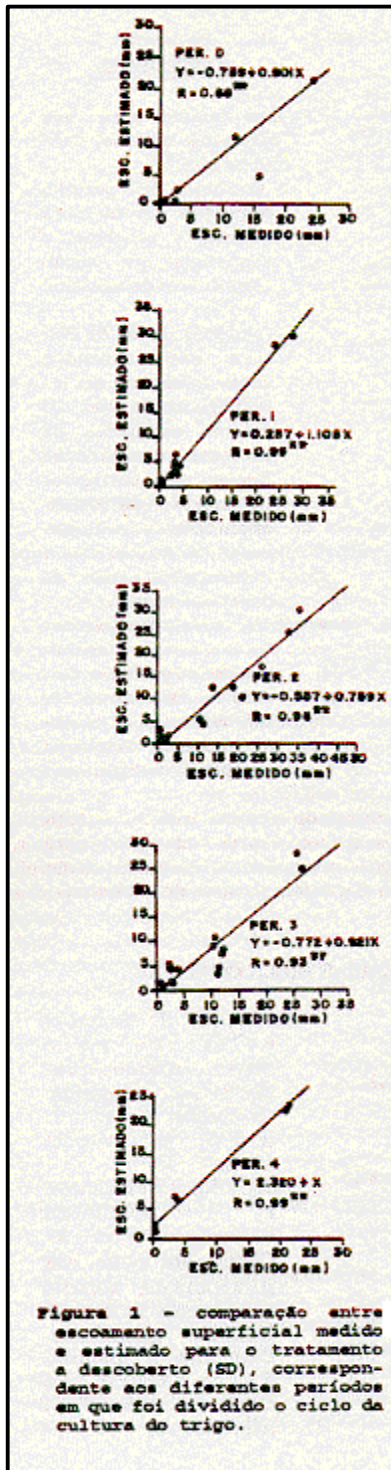
Convém lembrar que o escoamento superficial poderá desempenhar importante papel nos estudos de irrigação suplementar dependendo obviamente das práticas culturais utilizadas. Assim, o conhecimento deste parâmetro pode fornecer estimativas mais reais do suprimento hídrico necessário às culturas.

CONCLUSÕES

Das análise geral dos resultados obtidos, conclui-se que:

1. O método SCS permite aplicação direta para estimar o escoamento superficial em condições de solo descoberto.
2. Quando restos de cultura são utilizados como cobertura ou incorporados ao solo, os valores estimados de escoamento superficial devem ser corrigidos utilizando-se os coeficientes obtidos neste trabalho, de acordo com a cultura e seu estágio de desenvolvimento.
3. As correlações encontradas entre o escoamento superficial medido e o estimado revelam valores para os coeficientes de correlação sempre iguais ou superiores a 0,79.
4. A utilização de restos de culturas como cobertura ou incorporados ao solo representa significativa

economia de água, minimizando assim os riscos para as culturas durante o período de veranicos.



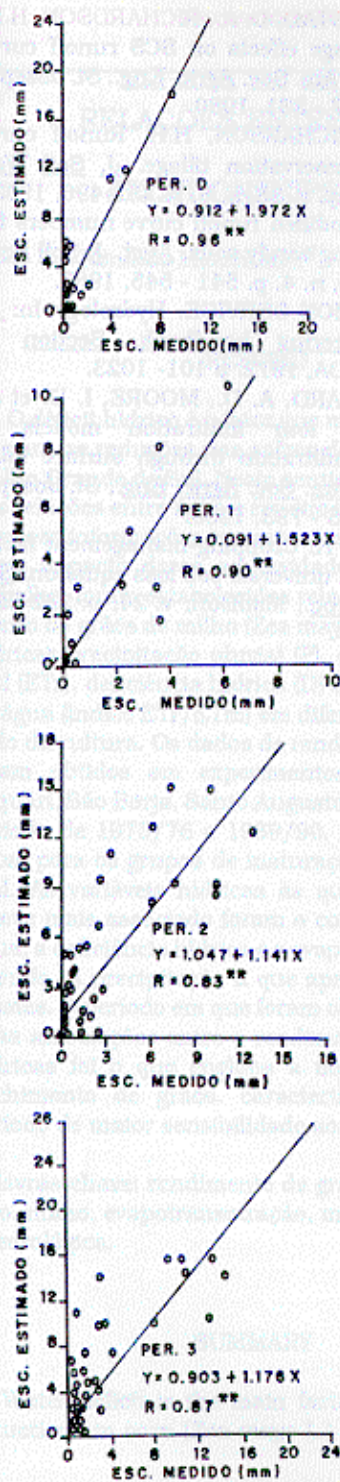


Figura 4 - Comparação entre escoamento superficial medido e estimado, para o tratamento soja com restos da cultura incorporados (SITI), por período referente à cultura da soja.

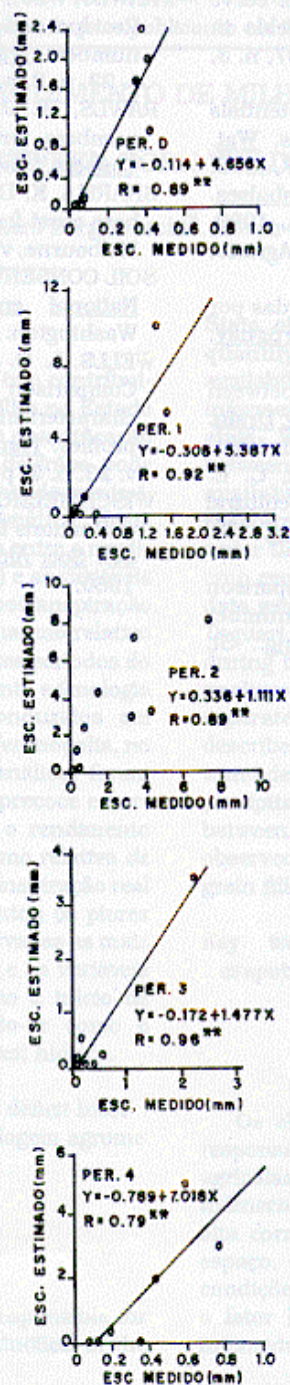


Figura 5 - Comparação entre escoamento superficial medido e estimado, para o tratamento soja com restos da cultura deixados à superfície seguido de trigo com restos de cultura deixados à superfície (SSTS), por período referente à cultura de trigo.

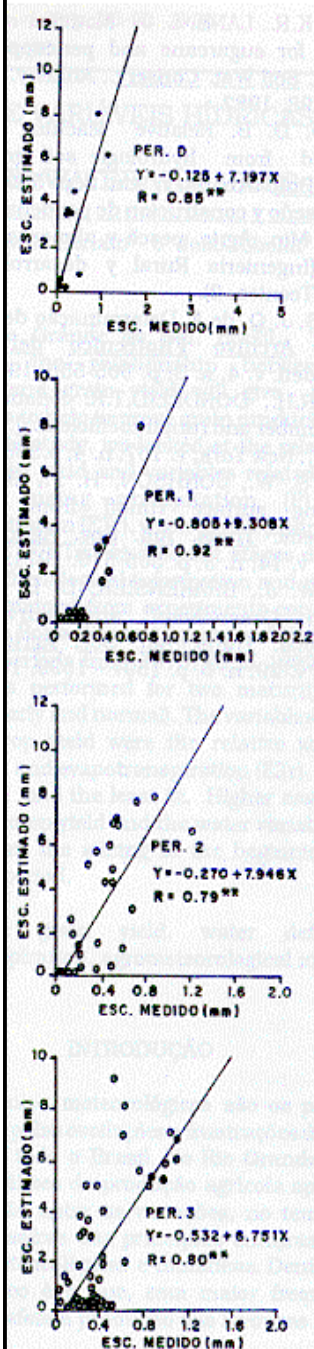


Figura 6 - Comparação entre escoamento superficial medido e estimado para o tratamento soja com restos da cultura deixados à superfície seguido do trigo com os restos da cultura deixados à superfície (SSTS), por período referente à cultura de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTONI, J. Sistemas coletores para determinação de perdas por erosão. Bragantia, Campinas. v. 9, n. 5/8, p. 147-155, 1949.
- BERTONI, J., PESTANA, F. I., LOMBARDI NETO, F. et al. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação de solo no instituto agrônômico. Campinas, SP: Instituto Agrônômico de Campinas, 1986, 57 p. (circular, 20)
- COOLEY, K.R., LANE, L. J. Modified runoff curve number for sugarcane and peneapple fields in Havai. J. Soil Wat. Conserv., Ankeny, v. 37, n. 3, p. 295-298, 1982.
- ENGLAND, D. B. Relative leaching potentials estimated from hydrologic soil groups. Wat. Resour. Bull. Urbana, v. 9, n. 3, p. 590-597, 1973.
- IRYDA. Diseño y construccion de pequeñas embalses. madrid: Min. Agric. pesca y alimentación, 1986. 197 p. (Ingenieria Rural y desarrollo Agrario, Manual Tecnico, 2).
- MARQUES, J. Q. de A. Determinação de perdas por erosão. Archivo Fitotécnico del Uruguay, Montevideu. v. 4, n. 3, p. 505-556, 1951.
- McCUEN,R.H., DONDELID,T.R. Relation between curve number and runoff coefficient. J. Irrig. Drain. Eng. div., New York, v. 107, n. 4, p.395-401, 1981.
- MELVIN, S. W., JONHSON, H. P., BEER, C. E. Predicting surface runoff from agricultural watersheds. Trans. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, v. 14, n. 3, p. 505-510. 1971.
- RAWLS, W. J., BRAKENSIEK, D. L. Comparison between Green-Ampt and curve number predictions. Trans. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, v. 29, n. 6, p. 1597 - 1599, 1986
- RAWLS, W. J., ONSTAD, C. A., RICHARDSON, H.H. Residue and tillage effects on SCS runoff curve numbers, Trans. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, v. 23, n. 2, p. 357 - 361, 1980.
- RAWLS, W. J., RICHARSON, H.H. Runoff curve numbers for conservation tillage. J. Soil Wat. Conserv. , Ankeny, v. 38, n. 6, p. 494-496, 1983.
- SHARMA, K. D. Modified runoff curve numbers for bare crust forming sandy soils. Aust. J. Soil Res., Melbourne, v. 25, n. 4, p. 541 - 545, 1987.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. Hydrology. In: __. National engineering handbook. Section 4. Washington: USDA, 1972. p 101- 1023.
- WELLS, L. G. , WARD, A. D., MOORE, I. D. et al. Comparison of four infiltration models in characterizing infiltration through surface mine profiles. Trans. Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, v. 23, n. 3, p. 785 - 793, 1986.

WISCHMEIER, W. H. Cropping-management factor evaluations for a universal soil loss equation, **Soil Sci. Soc. Am. Proc.**, Madison, v. 24, p. 232-326, 1960.