

PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO EM POMAR CITRÍCOLA SUBMETIDO AO USO DE GRADE EM BEBEDOURO, SP.

Nilceu Piffer Cardozo; Marcílio Vieira Martins Filho; Gilmar Ely Cerquetani; Pedro Roberto de Luca Junior; Jacqueline Toniello da Costa - Agronomia - Departamento de Solos – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal.

Na citricultura a principal forma de degradação do solo, entre todas as existentes, é a erosão hídrica. Em alguns locais, estes solos têm sido beneficiados pela manutenção sobre a sua superfície das plantas daninhas e dos seus resíduos, quando controladas mecanicamente por roçadeiras ou com o emprego de herbicidas. Todavia, em muitos pomares ocorre uso de grade para controle de plantas daninhas nas entrelinhas. Em função do exposto, para se avaliar a eficiência da cobertura do solo pela cultura de citrus, através do seu dossel, no controle das perdas de solo e água e, também, da sua eventual influência na carga e no transporte de sedimentos, foi realizado o presente em área citrícola submetida ao uso de grade para o controle de plantas daninhas.

A área do presente trabalho localiza-se na Estação Experimental de Bebedouro, no município de Bebedouro – SP (20° 53' 16" S, 48° 28' 11" W e 601 m). Foi utilizado um pomar de laranja Pêra (*Citrus sinensis*, L. Osbeck) enxertado em limão Cravo (*Citrus limonia*, L. Osbeck), com espaçamento de 7,0 m de entrelinhas por 5,0 m entre plantas e faixa etária de 6 anos. A área é caracterizada por apresentar um relevo plano a suave ondulado, com declividade média de 5,5% e solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1997). Um experimento num delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos constituídos pela variação da porcentagem de cobertura oferecida por plantas de laranja pêra e com duas repetições: 1) ausência de cobertura; 2) 35,3 % de cobertura; 3) 53,0 % de cobertura; e 4) 70,6% de cobertura. A porcentagem de área de solo coberta pelo dossel foi avaliada com uma régua graduada de 4,0 m, conforme método descrito por ADAMS & ARKIN (1977). As parcelas experimentais, com 3,50 m de largura e 11,00 m de comprimento (38,5 m²), foram delimitadas com chapas metálicas nas laterais e parte superior, e por calhas coletoras metálicas em seus limites inferiores. Amostras de enxurrada foram coletadas nestas calhas para quantificar as perdas de solo. As parcelas experimentais foram submetidas a chuvas simuladas com intensidade média de 64,2 mm h⁻¹, durante 60 minutos. Utilizou-se, para realizar as referidas precipitações, um simulador de chuva de hastes rotativas do tipo Swanson, com bicos veejet 801000, previamente calibrado e nivelado no terreno, como proposto por SWANSON (1965). Trinta e seis pluviômetros, alinhados no sentido do declive, na área de ação do simulador de chuvas, como descritos por PEREIRA & MOLINA (1986), foram utilizados para determinar as intensidades das precipitações produzidas pelo simulador, nas áreas ocupadas pelas parcelas experimentais. Amostras para medidas de vazões dos escoamentos superficiais e das concentrações de sedimentos foram realizadas de minuto em minuto até o sexto minuto após o início da enxurrada e a partir daí de três em três minutos até o décimo segundo minuto e, posteriormente a cada cinco minutos até completar 60 minutos. Amostras foram coletadas em recipientes de vidro com capacidade de 1 L, cronometrando-se o tempo de coleta. Logo após as coletas os recipientes foram fechados e conduzidos ao laboratório, para quantificação da concentração de sedimentos e volume de solução e, conseqüente, determinação das taxas de perdas de solo e água. Os volumes de solução coletados foram avaliados gravimetricamente, em balança com resolução de 0,01 g e, em seguida, as amostras foram deixadas em repouso por 24 horas para a deposição de sedimentos. Após o período de repouso de 24 horas, as amostras foram levadas à estufa a 105 °C até secagem completa. Após secagem, as amostras foram pesadas determinando-se o peso de sedimento de cada uma. A concentração de sedimentos foi obtida considerando-se o volume da solução, a densidade da água e do sedimento na solução conforme descrito por VANONI (1975). Deste modo, determinou-se para cada parcela e tratamento as perdas totais por erosão hídrica durante cada uma das chuvas simuladas.

Os resultados obtidos nas macroparcelas (3,5 m x 11,0 m) foram convertidos para sulcos individuais de modo semelhante ao realizado por GILLEY et al. (1990) e GILLEY & DORAN (1998). Para as avaliações da capacidade de transporte de sedimentos (T_c) utilizou-se da seguinte equação:

$$T_c = 0,04341 \tau^{1,6144} \quad R^2 = 0,95^{**} \quad (1)$$

em que,

τ – tensão cisalhante, Pa.

No presente trabalho a taxa de erosão em sulcos foi relacionada à tensão cisalhante como:

$$D_f = D_r \left(1 - \frac{G}{T_c} \right) \quad (2)$$

$$D_r = K_r (\tau - \tau_c) \quad (3)$$

em que,

D_f - taxa de erosão em sulcos ($\text{kg s}^{-1} \text{m}^{-2}$);

D_r - taxa de erosão por um fluxo de água limpa ($\text{kg s}^{-1} \text{m}^{-2}$);

G - carga de sedimento ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$);

T_c - capacidade de transporte de sedimentos ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$);

K_r - erodibilidade do solo dos sulcos (s m^{-1});

τ - tensão cisalhante (Pa);

τ_c - tensão cisalhante crítica (Pa).

As análises de variância, regressões lineares e não lineares foram realizadas, utilizando-se o programa Statistica (STATSOFT, 1994).

Os resultados obtidos nos diferentes tratamentos, quanto as perdas por erosão expressas em t ha^{-1} permitem observar que o dossel foi eficiente no controle da erosão global (entressulcos + sulcos, Tabela 2). Observa-se que a carga de sedimento variou significativamente com a cobertura oferecida pelo dossel (Tabela 2). O mesmo não pode ser observado para a capacidade de transporte de sedimento, perdas de água e tensão cisalhante. Pesquisadores como LEI et al. (2001) e POLYAKOV & NEARING (2003) demonstraram que o transporte de sedimentos é combinação da taxa de descarga do fluxo, da sua largura do fluxo, velocidade, declividade, características do sedimento e geometria do sulco. Deste modo, pouco ou nenhum efeito houve do dossel sobre T_c .

O valor da relação G/T_c indica quanto da capacidade de transporte do fluxo está sendo ocupada com o transporte de sedimentos. É possível verificar que a carga média de sedimentos transportados pelo fluxo variou de 0,1 a 1,6% da sua capacidade de transporte (Tabela 2). Analisando-se a relação $1-(G/T_c)$ observa-se que os seus valores ficaram próximos e não diferiram significativamente da unidade pelo teste t ao nível de 5%. Tal fato indica que a taxa de desagregação em sulcos (D_f) foi igual à da desagregação do fluxo (D_r), o que evidencia a importância do fenômeno de erosão em sulcos em pomares gradeados. É conhecido que um fluxo de água limpa, ou seja, sem a presença de sedimentos tem maior capacidade de desagregar do solo. Num sulco, a energia do fluxo concentrado é utilizada para a desagregação e transporte de partículas do solo. Como apresentado na equação 7: $D_f = D_r [1-(G/T_c)]$. Quando a relação $1-(G/T_c)$ tende para a unidade, ou seja, que a desagregação do solo é quase tão grande quanto a capacidade de desagregação do fluxo, pressupõe-se que a carga de sedimento é muito pequena quando comparada à sua capacidade de transporte. Além deste fato, pela análise da Tabela 2, fica também evidente a pouca influência do dossel no controle do processo de erosão por sulcos, principalmente sobre a capacidade de transporte do fluxo. Portanto, é possível supor que, a cobertura em contato direto com a superfície ou aquela incorporada ao solo deverá propiciar maior controle da produção e do transporte de sedimentos em área citrícolas.

TABELA 2. Resultados do processo de erosão em função da cobertura vegetal oferecida pelo dossel de laranja Pera.

Cobertura Dossel	A	CS	G	T _c	G/T _c	1- (G/T _c)	Perda de Água	τ
%	t ha ⁻¹	kg L ⁻¹	Kg m ⁻¹ s ⁻¹	Kg m ⁻¹ s ⁻¹			L	Pa
0,0	10,4 a	0,032 a	0,018 a	1,129 a	0,016 a	0,984 c †	1074,3 a	7,51 a
35,3	3,5 b	0,016 b	0,009 b	0,998 a	0,009 ab	0,991 ab†	1122,6 a	6,97 a
53,0	2,1 b	0,010 bc	0,005 b	1,040 a	0,005 ab	0,995 ab†	1315,1 a	7,14 a
70,6	0,7 b	0,002 c	0,001 b	1,015 a	0,001 c	0,999 a †	1570,2 a	7,04 a

A – perda de solo por erosão; CS – concentração de sedimento; G – carga de sedimento; T_c – capacidade de transporte de sedimento; e τ – tensão cisalhante. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem, significativamente, pelo teste Tukey ao nível de 5%. † - não difere de um, pelo teste t ao nível de 5%.

No presente trabalho, as perdas médias de água não foram reduzidas significativamente com o aumento da cobertura do solo pelo dossel da cultura (Tabela 2). Isto não implicou, também, na redução da tensão cisalhante média aplicada no solo pelo fluxo. Tais resultados conduzem a supor que a gradagem do solo do pomar reduziu a taxa de infiltração de água no solo e, ainda, que o dossel de plantas realmente não teve influência na redução do processo de erosão em sulcos. A redução na taxa de infiltração como uma consequência da gradagem pode estar relacionada a dois fatores: 1) compactação da camada superficial do solo (0,00 a 0,20 m); e 2) pulverização excessiva do solo favorecendo o selamento e o encrostamento da camada superficial (0,0 a 0,05 m). Estes fatores afetam a taxa de infiltração de água no solo e o processo de erosão (MARTINS FILHO, 1994). Como exposto, verificou-se no presente trabalho que $D_f = D_r$.

Assim sendo pode-se concluir: **(1)** a cobertura oferecida pela planta não tem efeito significativo sobre a capacidade de transporte de sedimento pelo fluxo concentrado de enxurrada, nem sobre o volume de água perdido por erosão. Contudo, o tem sobre a carga de sedimento; **(2)** o uso de grade em pomar citrícola, propicia condições ideais para a expressão do processo de erosão em sulcos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, J.E.; ARKIN, G.F. A ligh interception method for measuring row crop ground cover. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.41, n.1, p.789-792, Jan./Fev. 1977.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997, 212p.

GILLEY, J.E.; DORAN, J.W. Soil erosion potential former conservation reserve program sites. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v.41, n.1, p.97-103, 1998.

GILLEY, J.E.; KOTTWITZ, E.R; SIMATION, J.R. Hydraulic characteristics of rills. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v.33, n.6, p.1900-1906, 1990.

LEI, T.W.; ZHANG, Q.; ZHAO, J.; TANG, Z. A laboratory study of sediment transport capacity in the dynamic process of rill erosion. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v.44 n.6, p.1537-1542, 2001.

MARTINS FILHO, M.V. **Erodibilidade inter e intra-sulcos dum latossolo vermelho-escuro textura argilosa da região de Jaboticabal - SP**. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1994, 143p.

PEREIRA, V.P.; MOLINA, D.S. Método para medição da intensidade de chuva produzida por um simulador de hastes rotativas. In: CONGRESSO BRASILEIRO, 6., ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 6., 1986, Campo Grande. **Resumos**. Campo Grande: Fundação Cargil, 1986. p.69.

POLYAKOV, V.O.; NEARING, M.A. Sediment transport in rill flow under deposition and detachment conditions. **Catena**, Amsterdam, v.51, n.1 , p.33-43, 2003.

SWANSON, N.P. Rotating-boom rainfall simulator. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, Saint Joseph, v.8, n.1, p.71-72, Jan./Feb. 1965.

VANONI, V.A. **Sedimentation engineering**. The American Society of Civil Engineers, New York, 1975. 745p.