

INFLUÊNCIA DA COBERTURA DO SOLO NAS PERDAS DE ÁGUA E DESAGREGAÇÃO DO SOLO EM ENTRESSULCOS

Sandro Augusto Bezerra

Professor substituto da Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão – EAFVSA. Vitória de Santo Antão, PE.
E-mail: sabezerra@hotmail.com

José Ramon Barros Cantalice

Professor Adjunto do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) CEP:
52171-900, Recife, PE E-mail: cantalic@terra.com.br

RESUMO - O processo de erosão hídrica do solo envolve a desagregação de partículas do solo pelo impacto das gotas de chuva, o transporte e consequentemente sua deposição, pelo escoamento superficial da água sobre o solo. Este escoamento ocorre na forma de fluxo laminar raso o que caracteriza a erosão em entressulcos. O trabalho avaliou a eficiência das diferentes formas de cobertura de solo proporcionadas pela cana-de-açúcar no controle das perdas de água e das taxas de desagregação do solo. Os tratamentos avaliados foram: solo descoberto, resíduo sob superfície; dossel da cana-de-açúcar e o efeito somado do resíduo + dossel. O regime de escoamento encontrado, laminar lento, caracteriza a erosão em entressulcos. A cobertura vegetal promovida pela cultura da cana de açúcar promoveu redução nas taxas de desagregação do solo. O resíduo em contato direto com solo e com o escoamento foi responsável pelo incremento da rugosidade, porém, proporcionou baixas taxas de infiltração com conseqüente aumento das taxas de perda de água, por constituir-se em uma camada vegetal que dificultou a infiltração. O dossel da cana de açúcar promoveu uma maior interceptação da chuva, retardando o início do escoamento, conferindo as maiores taxas de infiltração obtidas.

Palavras-chave: erosão hídrica; chuva simulada; infiltração; cana-de-açúcar

INFLUENCE OF SOIL COVER IN THE LOSSES OF WATER AND DETACHMENT IN INTERRILL EROSION

ABSTRACT - The process of water erosion soil involves the detachment of particles soil by raindrop impact, the transport and consequently your deposition, by overland flow of water on the soil. This drainage happens in the flow form to laminate shallow what characterizes the interrill erosion. The work evaluated the efficiency in the different ways of soil cover provided by the sugarcane in the control of the losses of water and of the rates of detachment of the soil. The appraised treatments were: bary soil, residue under surface; dossal of the sugarcane and the added effect of the residue + dossal. The regime of found drainage, to laminate slow, it characterizes the interrill erosion. The vegetable covering promoted by the culture of the sugarcane it promoted reduction in the rates of detachment of the soil. The residue in direct contact with soil and with the drainage it was responsible for the increment of the rugosidade, however, it provided low infiltration rates with consequent increase of the rates of loss of water, for constituting in a vegetable layer that hindered the infiltration. The dossal of the cane of suugarcane promoted a larger interception of the rain, delaying the beginning of the drainage, checking the largest infiltration rates obtained.

Key words: water erosion; simulate rain; infiltration; sugarcane

INTRODUÇÃO

O processo de erosão hídrica caracteriza a erosão em entressulcos como a forma mais danosa das perdas agrícolas, pois remove o solo superficial onde se encontram a matéria orgânica, os elementos nutrientes, os insumos agrícolas, etc., que favorecem a produção agrícola e o deposita em outra parte, irreversivelmente (COGO et al., 2006; Cantalice, 2002). Este, é um dos primeiros fatores a serem alterados quando a cobertura

vegetal da bacia é modificada e, consequentemente, a produção de sedimentos (SANTOS et al, 2000).

Podendo ser definido como um processo de desprendimento e transporte das partículas do solo, a erosão em entressulcos, constituindo-se na principal causa da degradação dos solos, trazendo como conseqüência, prejuízos ao setor agrícola e ao meio ambiente com reflexos tanto econômicos, quanto sociais, como: poluição das fontes de água e assoreamentos dos canais fluviais (COGO et al., 2003; AMORIN et al., 2001).

A desagregação das partículas superficiais do solo provocado pela energia cinética das gotas de chuva que exercem forças de pressão e cisalhamento no ponto do impacto (CASSOL E LIMA, 2003), causando desintegração da estrutura do solo pelo desarranjo de seus agregados. Em resposta à dispersão física desse solo ao impacto, ao fluxo laminar, a chuva tende a saturar a superfície do solo, causando mudanças na taxas de infiltração, rugosidade e assim, iniciar o escoamento superficial, que tem início quando a intensidade de chuva excede a taxa de infiltração do solo (ALBURQUEQUE et al., 2002; KUHN & BRYAN, 2004).

Cassol & Lima (2003), destacam que a erosão hídrica do solo é um processo físico de desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, provocados pela ação da água das chuvas e do escoamento superficial e afetada pela ação antrópica.

A compreensão dos fatores que integram o processo de erosão e a quantificação das perdas do solo são de grande importância, pois servem como o princípio da elaboração de medidas que visem a maximização do uso dos recursos hídricos disponíveis e se possa evitar os efeitos negativos decorrentes da produção, transporte e deposição de sedimentos (PAIVA et al., 2001).

A erosão em entressulcos apresenta-se como um escoamento difuso sobre a superfície do solo (CANTALICE et al., 2005), sendo essencialmente independente da erosão em sulcos, ocorrendo em pendentes relativamente curtas e geralmente orientadas segundo o microrelevo superficial (CANTALICE, 2002).

Para Everaert (1991), a erosão em entressulcos pode ser vista como a combinação de dois diferentes processos: 1) desagregação da massa do solo pelo impacto das gotas de chuva e pelo fluxo em entressulcos; 2) o transporte do solo desagregado pelo escoamento em entressulcos, que parece não ter capacidade de transportar todo o sedimento produzido pelo impacto das gotas de chuva, com ou sem influência do impacto das gotas sobre o escoamento em entressulcos.

A formação de um selo superficial durante a chuva, em solo descoberto, reduz a taxa de infiltração de água no solo, resultando em uma maior taxa de enxurrada e erosão. Este selo forma-se pela ação mecânica das gotas da chuva e pela deposição de partículas desagregadas superficialmente (FONSECA 2001).

Silva & Carvalho (2002), observaram que a presença de cobertura proporcionou a estabilidade e proteção de partes dos agregados na superfície do solo reduzindo a erosão, mostrando-se de acordo com o trabalho de Albuquerque et al., (2000), que em solos de alta estabilidade de agregados, a resistência à desagregação pelo impacto das gotas de chuva foi maior verificando que em solos com agregados estáveis a formação do selo superficial é menor, havendo assim, uma maior taxa de infiltração de água e menor erosão hídrica.

No trabalho de Oliveira & Silva (1982), a presença dos restos da cultura antecedente na superfície do solo manejado com plantio direto, dissipou a energia cinética das gotas de chuva, evitando seu choque direto com o solo e a desagregação causada por este impacto, sendo, a erosão, acentuadamente diminuída. Além disso, segundo Cantalice & Cassol (2002), quanto menor a taxa de desagregação, menos ocorre o selamento superficial e, portanto, a obstrução dos poros na superfície do solo, altera o comportamento hidráulico do escoamento na erosão em entressulcos, pela redução da velocidade, pelo aumento da altura e da resistência ao escoamento.

Neste sentido, o presente trabalho visa avaliar a eficiência da utilização das diferentes formas de cobertura de solo proporcionadas pela cana de açúcar no controle das perdas de água e das taxas de desagregação do solo, utilizando chuva simulada.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação da erosão em entressulcos

Os trabalhos foram desenvolvidos na zona úmida costeira do Estado de Pernambuco, na Microrregião da Mata seca de Pernambuco, município de Carpina, distando 63 km do Recife e aproximadamente 300 m da Br 408. Possui uma área de 261,95 ha e está compreendida entre os paralelos 7° 51' e 7° 53' latitude sul e meridianos 35° 14' e 35° 15' longitude oeste.

A área é caracterizada pelo tipo climático As' da classificação de Korppen, ou seja, tropical chuvoso com verão seco. Pela classificação bioclimática de Gaussen, a área enquadra-se no tipo 3cTh, mediterrâneo quente ou nordestino de seca atenuada, com índice xerotérmico entre 40 e 100, e 3 a 4 meses secos. A precipitação pluviométrica média anual de 1975–1985, com 1137,2 mm.

Os testes foram aplicados na Estação Experimental de Cana-de-açúcar da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, localizada no Município de Carpina. Os estudos foram conduzidos no terço médio de uma pendente de um talhão com declividade média de 13% e cultivadas com cana-de-açúcar variedade SP-791011 no seu 3º mês de desenvolvimento, aonde foram instaladas as parcelas experimentais de 3m² (1 x 3 m) divididas em três blocos, delimitadas por chapas de alumínio de 15 cm de altura e fixadas no solo a uma profundidade de 8cm com a maior dimensão no sentido do declive, as quais possuíam na sua parte inferior, uma calha coletora para a amostragem da enxurrada.

A primeira parte do experimento foi instalada, de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos em um Argissolo Vermelho Amarelo de textura média argilosa e profundidade de 2 m (Alves & Ribeiro, 1995). As parcelas experimentais receberam os seguintes

tratamentos: T1 - Solo descoberto, com uma aração e uma gradagem, no sentido do maior declive; T2 - Efeito isolado do dossel da cana-de-açúcar; T3 - Efeito do dossel da cana-de-açúcar + efeito do resíduo (palha); T4 - Efeito isolado do resíduo.

A Segunda parte do experimento foi realizada com a cultivar de cana-de-açúcar variedade RB-83102, de porte e desenvolvimento semelhante a SP-791011, no seu 12º mês desenvolvimento, sob um solo classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, como um Argissolo Amarelo também de textura média argilosa, profundidade de 2 m e características físicas semelhantes ao Argissolo vermelho amarelo, conforme Alves & Ribeiro (1995). Utilizaram-se parcelas de 4,29 m² (3,3 x 1,3 m), para as avaliações com cobertura do dossel da cana, de acordo com a área de cobertura das folhas da cana-de-açúcar e, 3 m² (3 x 1 m) para as avaliações com resíduos da palha da cana-de-açúcar, divididas em três blocos. As parcelas experimentais receberam os mesmos tratamentos do primeiro experimento, exceto o T1.

Características da chuva simulada

Para geração da chuva e do escoamento superficial utilizou-se um simulador de chuvas equipado com um bico aspersor tipo Veejet 80-150 com diâmetros internos de ½ polegada, que reproduz uma distribuição de tamanho de gotas e níveis de energia cinética próximos aos das chuvas naturais. O simulador de chuvas ficou a 3,1 m acima da superfície do solo na 1ª etapa de realização dos testes e a 5,7 m de altura na 2ª etapa, com o bico operando a uma pressão de saída de 41 KPa verificada com o auxílio de um manômetro. As intensidades médias das chuvas simuladas foram de 103 mm h⁻¹ para a 1ª etapa e 100 mm h⁻¹ para 2ª etapa, aferidas através de um conjunto de 10 pluviômetros colocados ao acaso ao lado da área útil das parcelas experimentais. A estação experimental da UFRPE em Carpina-PE apresenta chuvas com intensidades médias de 60 mm h⁻¹ e, picos de intensidades de 85 mm h⁻¹.

Determinação das características hidráulicas

As taxas de perda de água foram determinadas a partir das coletas de enxurradas em potes plásticos na extremidade da calha coletora, com duração de 10 segundos a cada 5 minutos, sendo expressa em (m² s⁻¹). A velocidade superficial (VS) do escoamento gerado a partir da chuva simulada foi determinada através da tomada de tempo gasto, por meio de um cronômetro, para o corante (azul de metileno) percorrer a distância entre dois pontos fixos na parcela sendo expresso em m s⁻¹. Essas determinações foram realizadas em intervalos de 5 (cinco) minutos, a partir da formação e deslocamento da lâmina de escoamento. As velocidades médias do escoamento (V) foram determinadas pelo produto das velocidades

superficiais do escoamento por um fator de correção ($\alpha = 2/3$), conforme (CANTALICE, 2002).

A altura da lâmina do escoamento (h) foi obtida pela equação (1), para solução cinemática das equações de Saint-Venant:

$$h = \frac{q}{V} \quad (1)$$

Onde q = descarga líquida por unidade de largura em (m² s⁻¹), V = velocidade média do escoamento (m s⁻¹) e h = altura da lâmina de escoamento (m).

As taxas de infiltração de água no solo foram obtidas nas duas etapas experimentais do trabalho pelo método do Infiltrômetro Aspersor, onde as taxas de infiltração foram determinadas pelas diferenças entre as taxas de precipitação e as de escoamento superficial produzidos nos tratamentos nas parcelas experimentais.

A rugosidade foi determinada pelo coeficiente de Fricção de Darcy-Weisbach na forma da expressão (2).

$$f = \frac{8ghS}{V^2} \quad (2)$$

Onde f = fator de fricção ou de perda de carga (adimensional); S = inclinação do declive (m m⁻¹); g = aceleração da gravidade (m s⁻²); h = altura da lâmina do escoamento (m); e V = velocidade média do escoamento (m s⁻¹).

As taxas de desagregação do solo (Di) foram determinadas conforme a expressão abaixo:

$$Di = \frac{M_{ss}}{A D_c} \quad (3)$$

Onde M_{ss} = massa do solo seco desagregado (Kg), A = área da parcela (m²) e D_c = duração da coleta em (s).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os regimes de escoamento em todos os tratamentos estudados, foram de laminar lento com um número de Reynolds variando de 36 a 114 e o número de Froude abaixo de 1. O que característico de escoamento em entressulcos, segundo esquema de classificação dos regimes de escoamentos gerados durante as simulações de chuva, de acordo com Simons & Senturk, (1992). Corroborando com os valores encontrados por Cassol et al., 2004; Cantalice, 2002.

A taxa de perda de água em entressulcos, em função do tempo da aplicação da chuva simulada, nos diferentes tratamentos estudados, considerando uma média de três repetições, está representada na Figura 1A.

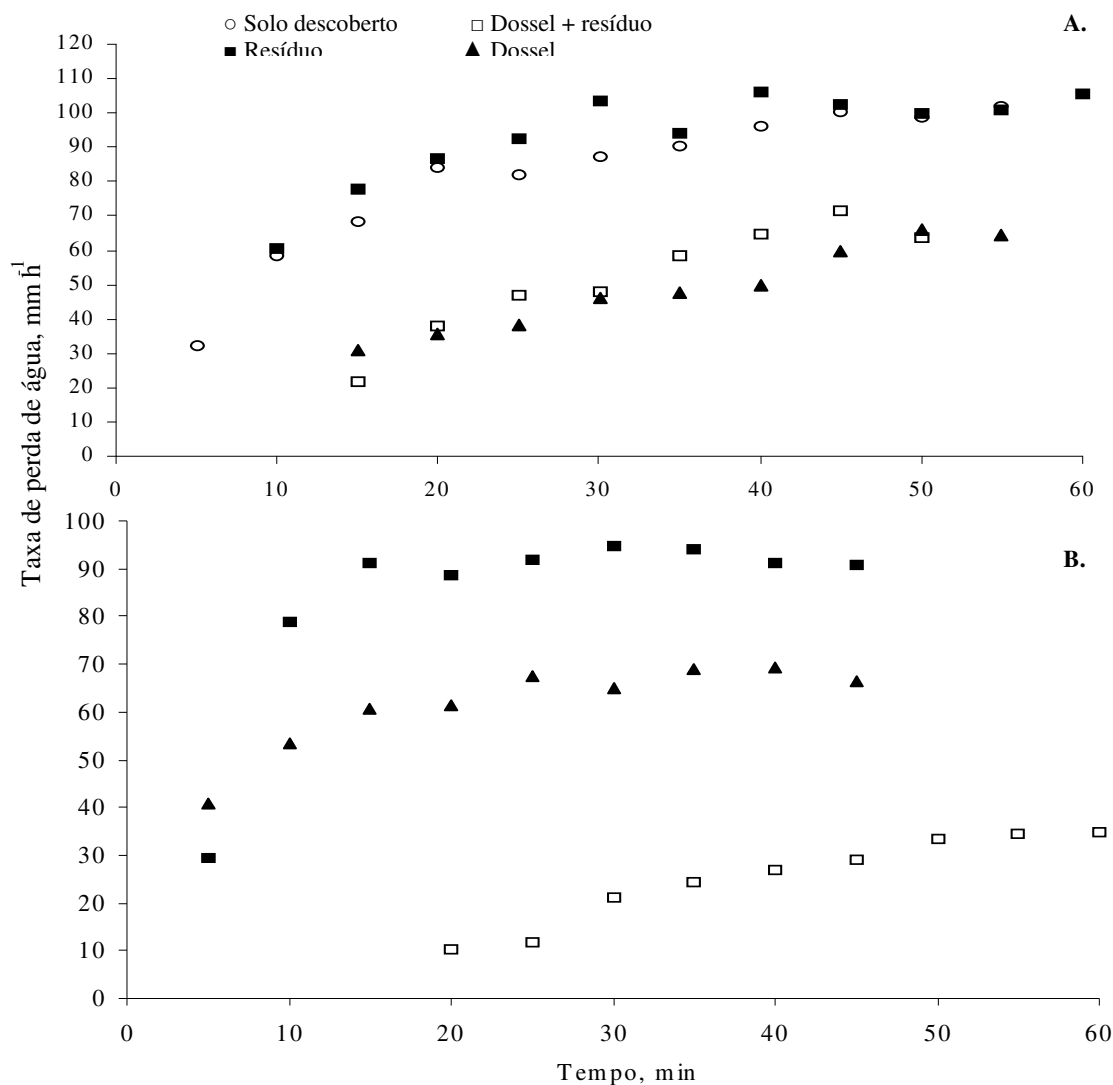


Figura 1. Taxas de Perda de água em entressulcos, em função do tempo de aplicação da chuva simulada, de aproximadamente 100,00 mm h⁻¹, nos diferentes tratamentos. A. cobertura vegetal da cana-de-açúcar no terceiro mês de desenvolvimento e B. cobertura vegetal da cana-de-açúcar no 12º mês de desenvolvimento

Constata-se na Figura 1 que as taxas de perda de água são crescentes até um determinado tempo de aplicação da chuva simulada, após esse tempo, as taxas tenderam a decrescer até o final dos testes, assim como observado no trabalho de Lima (1997), que estudando diferentes tratamentos de resíduos, verificou também essa tendência.

A tendência de decréscimo nas taxas de perda de água nos tratamentos ora estudados, após um determinado tempo, pode ter sido decorrente da dinâmica de formação do selo superficial, como indica Reichert (1993), o qual determinou em seu trabalho com chuva simulada, que a taxa de infiltração em alguns solos não decresce de forma

padrão e não atinge um estado de equilíbrio, indicando que o selamento superficial é um processo transitório, com formação e parcial remoção e posterior nova formação do selo durante a chuva.

No tratamento de resíduo aos 3 meses, as taxas foram crescentes até o final da aplicação da chuva. Ressalta-se que esse efeito foi diferenciado pelo tipo de cobertura vegetal, pois o contato direto do resíduo com o solo, traduzido na maior rugosidade (Tabela 1) para esse tipo isolado de cobertura, proporcionou as maiores taxas de perda de água equivalentes aos valores encontrados para o solo descoberto, devido a forma alongada das folhas que funcionaram como micro canais conduzindo a água da chuva, para fora da área de infiltração, favorecendo a drenagem superficial.

Ainda na Figura 1 que relaciona as taxas de perda de água apresentadas por todos os tratamentos nos dois períodos estudados, percebe-se que os tratamentos com solo descoberto e efeito isolado do resíduo (palha), apresentaram as maiores taxas de escoamento superficial, o que foi atestado pelas menores taxas médias de infiltração de água no solo de 31,80 mm h⁻¹ para o solo descoberto, também observado no trabalho de Reichert et al., (2001), indicando que solo descoberto é mais susceptível ao selamento superficial e de 23,44 mm h⁻¹ para o tratamento com resíduo (Tabela 1). O valor de 31,80 mm h⁻¹, para o solo descoberto mostra que o uso de maquinário agrícola para revolver o solo pode aumentar a infiltração de água no solo como relata Tucci (1997), no entanto esse efeito é temporário.

O valor de *f*, aos 3 meses, do efeito isolado da palha da cana foi maior em comparação com o efeito isolado do dossel da cana-de-açúcar, enquanto os efeitos somados destes dois fatores apresentaram a maior rugosidade hidráulica.

Tabela 1. Taxas de infiltração da água da chuva no solo (I), Coeficiente de rugosidade – Darcy-Weisbach e Cobertura do solo, nos tratamentos realizados com chuva simulada, para cana-de-açúcar aos 3 e 12 meses de desenvolvimento

Tratamento	I (mm h ⁻¹)	<i>f</i> (adm)	Cs (m ² m ⁻²)
Aos 3 meses			
SD	31,80a	2,91a	0,00
R	23,44a	3,69a	0,185
D	54,09a	2,21a	0,30
D + R	44,83a	5,01a	0,51
Aos 12 meses			
R	20,35a	4,07a	0,83
D	43,64a	1,04a	0,48
D + R	77,91b	4,77a	0,85

SD – solo descoberto; R – efeito isolado do resíduo em contato direto com a palha; D – efeito isolado do dossel da cana de açúcar e D + R – efeito somado do dossel + resíduo em contato direto com o solo. Tratamentos com a mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente (Duncan, P < 0,05).

Observa-se que o solo descoberto apresentou um valor de 2,91 para o coeficiente de Darcy-Weisbach maior que a rugosidade criada pelo efeito do dossel. Isso devido a revolvimento dado ao solo originando um microrelevo ou rugosidade superficial no solo (CASTRO et al., 2006), antes das chuvas simuladas, elevando o índice de agregados na superfície do solo, sendo chamada por Allmaras (1966), de rugosidade transitória, pois essa rugosidade tende a decrescer durante o evento das chuvas, devido os impactos sucessivos das gotas de chuva sobre a superfície do solo, desagregando os agregados ora formados com a movimentação do solo.

Nota-se também que apesar da cobertura de solo promovida pelo dossel da cana-de-açúcar ter sido superior a cobertura promovida pela palha da cana-de-açúcar, a sua rugosidade foi menor, devido ao fato da palha da cana estar em contato direto com a superfície do solo proporcionando uma resistência maior ao livre escoamento do fluxo. Naturalmente o maior valor do coeficiente de Darcy-Weisbach (5,01) foi apresentado

pelo tratamento do efeito somado do dossel e do resíduo em contato direto com o solo.

Para a cana aos 12 meses, o efeito do dossel apresentou o menor coeficiente de rugosidade, devido ao mesmo não estar em contato direto nem com o solo e nem com a lâmina de escoamento superficial, como discutido acima.

Os valores da altura da lâmina de escoamento (*h*) obtidas a partir da equação (1), foram representados através da Figura 2. Nota-se que a altura da lâmina de escoamento do experimento aos 3 meses de desenvolvimento (Figura 2A), apresentou uma tendência de estabilidade em torno dos 40 minutos de testes para todos os tratamentos.

Observa-se ainda na Figura 2A, que o efeito isolado do resíduo em contato direto com a superfície do solo apresentou a maior altura da lâmina de escoamento, apesar de ter proporcionado apenas 19% de cobertura do solo, enquanto o efeito somado do dossel + resíduo e o efeito isolado do dossel com 51% e 30% de cobertura do solo, respectivamente, apresentaram menores alturas de lamina.

Como discutido anteriormente, para os 3 meses da cultura, observa-se na figura 2B., que o efeito somado do dossel + resíduo em contato com o solo, apresentou uma descarga líquida diferenciada devida sua maior interceptação vegetal, o que retardou o início do escoamento superficial e aumentou as taxas de infiltração (Tabela 1) durante o teste

O fluxo superficial produzido pela chuva é um exemplo de fluxo do solo gradualmente variado, instável e não uniforme sobre uma superfície livre sendo governado pelas leis da conservação de massa e momento (Chow, 1959), freqüentemente chamadas de equações de Saint-Venant ou simplesmente equações do movimento.

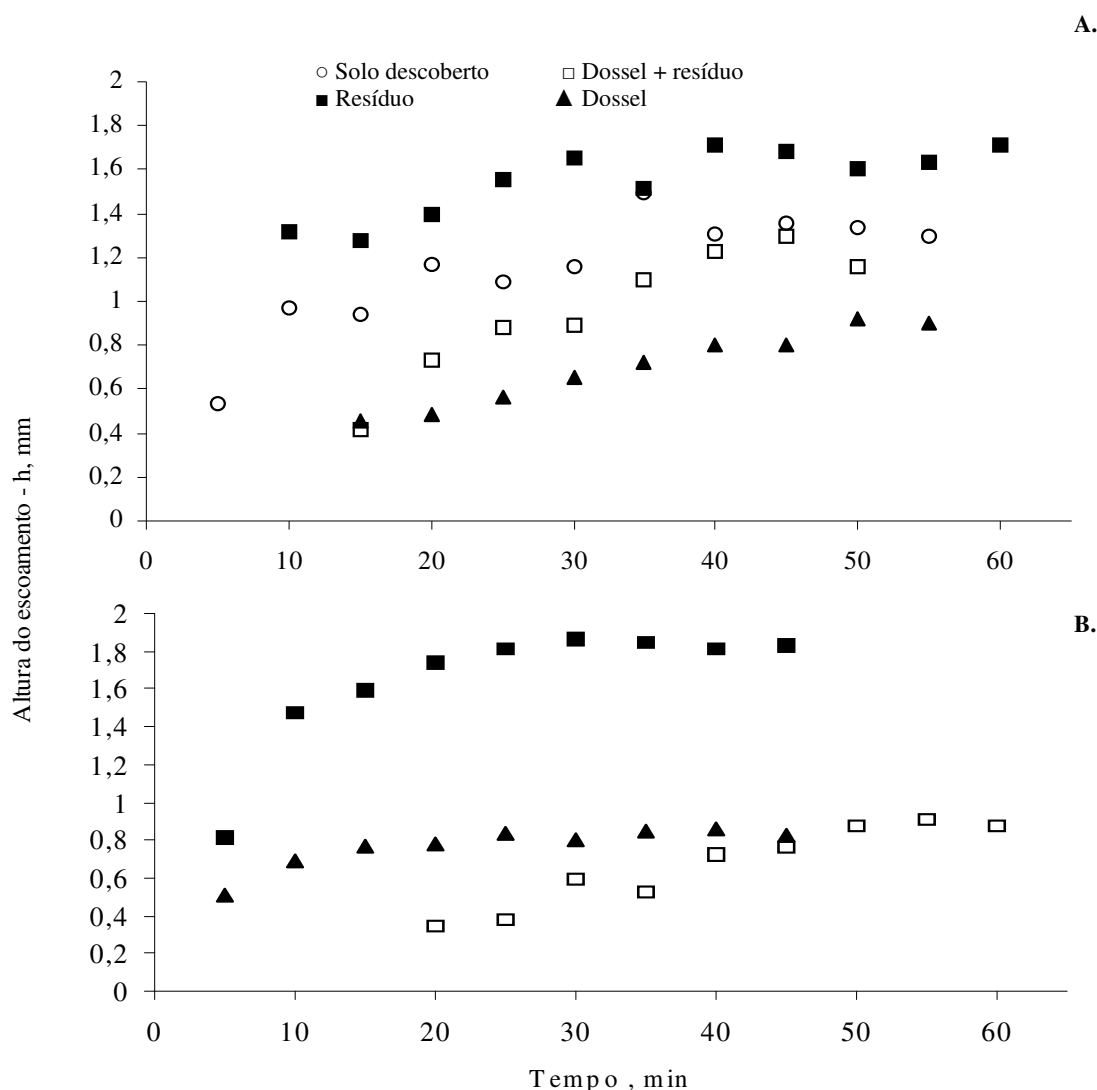


Figura 2. Altura da lâmina de escoamento (h), em função do tempo de aplicação da chuva simulada, nos diferentes tratamentos. A. cobertura vegetal da cana-de-açúcar no terceiro mês de desenvolvimento e B. cobertura vegetal da cana-de-açúcar no 12º mês de desenvolvimento

Embora o fluxo superficial seja idealmente representado pelas equações de Saint-venant, a solução da onda cinemática tem produzido os mais acurados

resultados para maioria dos casos hidrológicos (GERITS, et al, 1990). O mesmo autor reporta que o termo “cinemática” refere-se ao movimento onde os termos de

aceleração e pressão são negligenciáveis, e o termo de fricção do declive iguala-se ao declive da superfície, ou seja, os termos de pressão e aceleração da equação de momento são tomados como zero. Essa condição de

aplicação da aproximação cinemática, produziu a equação (1), e que permitiu em campo a observação da formação da lâmina de escoamento (Figura 3).



Figura 3. Aplicação da chuva simulada na cana-de-açúcar no tratamento de efeito somado do dossel + resíduo, aos 3 meses de desenvolvimento

Taxas de desagregação e perda de solo na erosão em entressulcos

Temos na figura 4 o comportamento das taxas de desagregação do solo para as duas fases experimentais representadas no tempo. Observa-se que, com o aumento da porcentagem de cobertura do solo representado pelos tratamentos a um decréscimo nas taxas de desagregação do solo, mostrando que o efeito da cobertura do solo, seja ela em forma de resíduo (morta) ou em desenvolvimento, é de suma importância na redução das perdas de solo (Figura 5), pois reduz o impacto das gotas de chuva e a conseqüente obstrução dos poros na superfície do solo por compressão e migração de argilas (REICHERT & NORTON, 1995), favorecendo a infiltração de água no solo, pela barreira vegetal promovida e por conseqüência

o transporte de partículas, pelo escoamento gerado. O que também é observado no trabalho de Lima (1997); Cassol et al., (2004); Inácio et al., (2005), que obtiveram taxas de desagregação decrescentes com o aumento da cobertura do solo.

O efeito somado do dossel mais a palha apresentaram as menores taxas de desagregação do solo, como já discutido, mas com uma variação menor, quase uniforme durante todo o teste, o que se justifica pelo efeito do tipo de cobertura, pois o resíduo em contato direto com o solo e o escoamento superficial aumenta a rugosidade e diminui o impacto das gotas de chuva, enquanto o dossel, aumenta a infiltração de água no solo pela interceptação proporcionada.

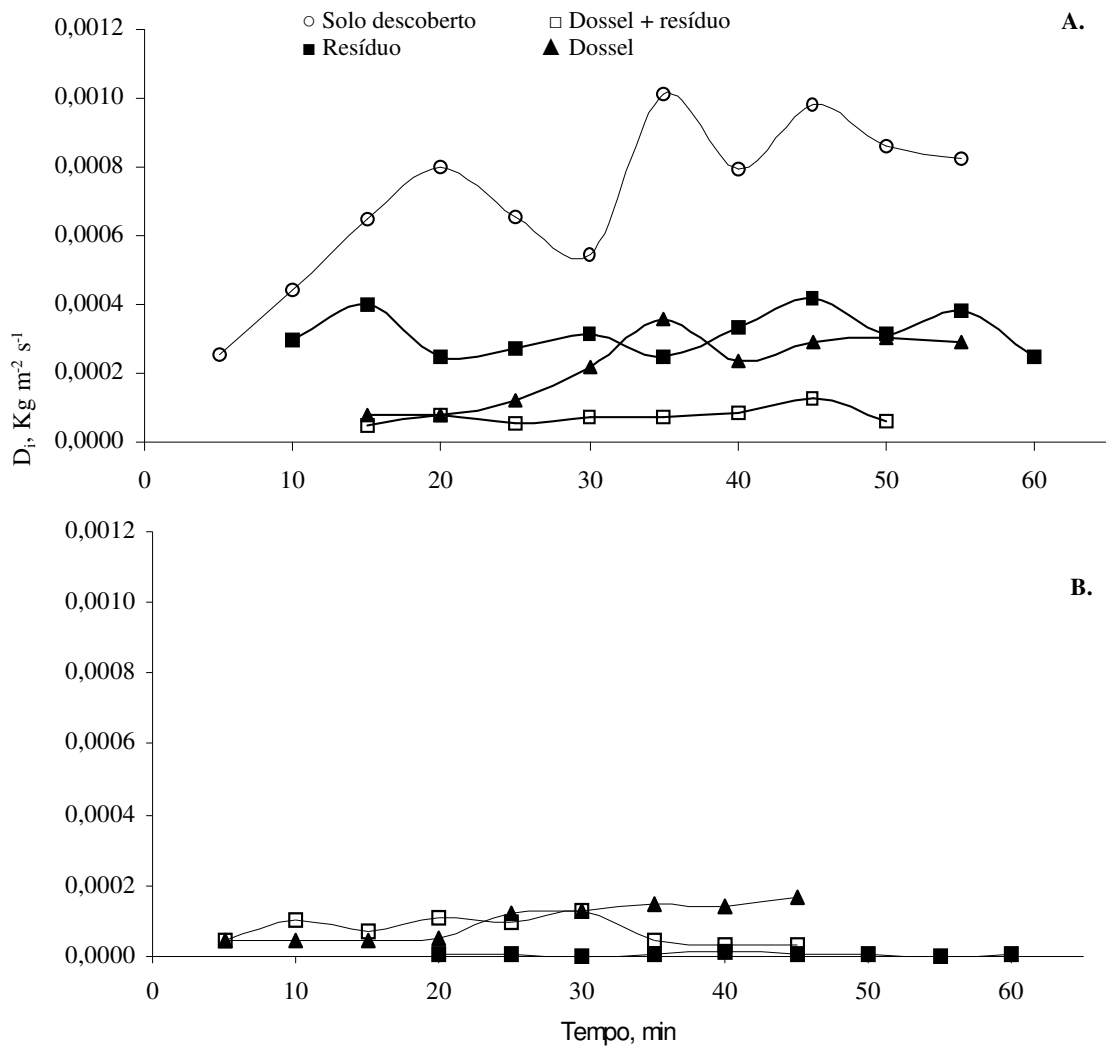


Figura 4. Taxas de erosão em entressulcos (desagregação), em função do tempo, para diferentes tratamentos de cobertura do solo promovidos pela cana-de-açúcar. A. cana aos 3 meses de desenvolvimento e B. cana aos 12 meses de desenvolvimento

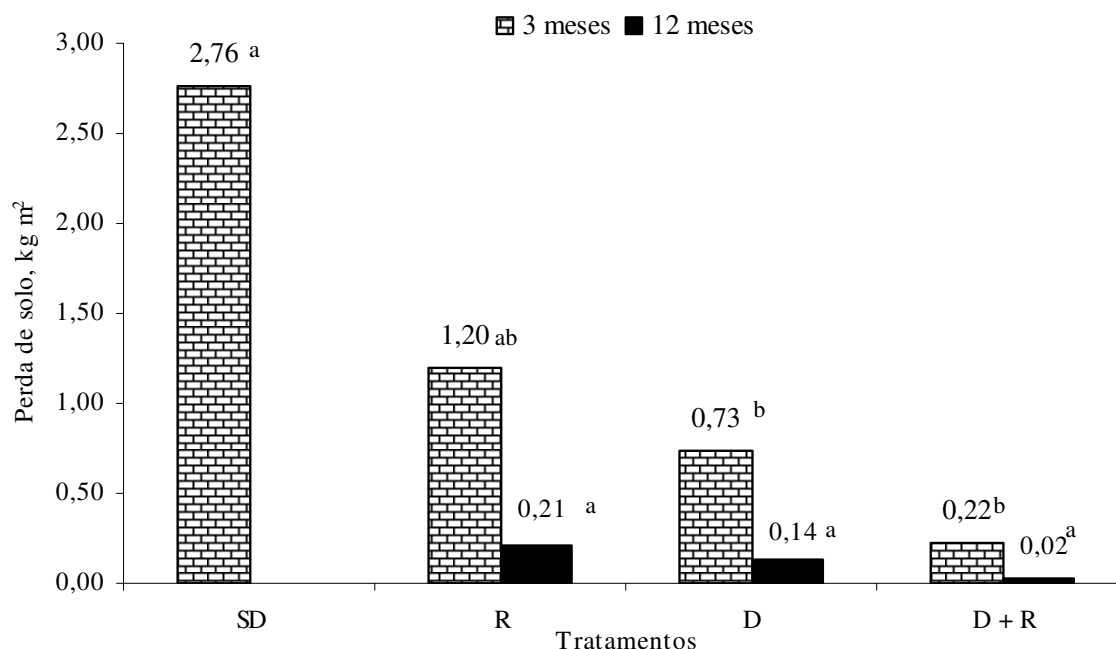


Figura 5. Taxas de perda de solo obtidas através de chuva simulada para quatro tratamentos de cobertura vegetal com cana-de-açúcar. SD = solo descoberto; R = resíduo (palha); D = dossel; D + R = efeito somado do dossel + resíduo. Para 3 e 12 meses de desenvolvimento da cultura. Tratamentos com a mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente a 5%.

Na Figura 5, o tratamento que apresentou as menores taxas de perdas de solo foi o efeito somado do dossel + resíduo para os 12 meses (palha) em contato direto com a superfície do solo, tendo uma redução em torno de 99% de perdas de solo quando comparado com o solo descoberto, evidenciado também pra todos os tratamentos (3 e 12 meses), com uma porcentagem de perda menor, no entanto, significativa. O que demonstra que a superfície rugosa com a presença da palha e o uso da cobertura do solo através da copa, constitui uma ótima forma de manejo do mesmo, reduzindo as taxas de perdas de solo por erosão hídrica, também constatado no trabalho de BERTOL et al., 2006 e SCHICK et al, 2000).

CONCLUSÕES

A cobertura vegetal promovida pela cultura da cana de açúcar promoveu redução nas taxas de desagregação do solo, no entanto esse efeito foi diferenciado em função do tipo de cobertura:

1. o resíduo em contato direto com solo e com o escoamento foi responsável pelo incremento da rugosidade da superfície hidráulica, no entanto o mesmo proporcionou baixas taxas de infiltração de água no solo com conseqüente aumento das taxas de perda de água, por constituir-se em uma camada vegetal entre o solo e a lâmina de escoamento que dificultou a infiltração,

2. o dossel da cana de açúcar promoveu uma maior interceptação da chuva, causando retardamento ao início do escoamento, que são atestadas pelas maiores taxas de infiltração obtidas.

LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, J.A.; CASSOL, E.A. & REINERT, D.J. Relação entre a erodibilidade em entressulcos e estabilidade dos agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v. 24, p.141-151, 2000.

ALLMARAS, R. R. et al. Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage. *Conservation Research Report*. Washington, n.7, p. 22, 1966.

ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDE NETO, F.; SRINIVASAN, V.S. & SANTOS, J.R. Manejo da cobertura do solo e de práticas conservacionistas nas perdas de solo e água em Sumé, PB. *Agriambi*, v.6, p.136-141, 2002.

ALVES, A.J.O. & RIBEIRO, M.R. Caracterização e gênese dos solos de uma toposequência na microrregião da mata seca de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.19, p.297-305, 1995.

- AMORIN, R.S.S.; SILVA, D. D. da; PRUSKI, F.F.; MATOS, A.T. de. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. *Agriambi*, v.5, n.1, p.124-130, 2001.
- BERTOL, I.; MELLO, E.L.; COGO, N.P.; VÁZQUEZ, E.V. & GONZÁLEZ, A.P. Parâmetros relacionados com a erosão hídrica sob taxa constante da enxurrada, em diferentes métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.30, p.715-722, 2006.
- CANTALICE, J. R. B.; CASSOL, E. A.; REICHERT, J. M.; BORGES, A. L. DE O. Hidráulica do escoamento e transporte de sedimentos em sulcos em solo franco-argilo-arenoso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.29, n.4, p.597-607, 2005.
- CANTALICE, J.R.B. Escoamento e erosão em sulcos e em entressulcos em distintas condições de superfície do solo. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 141p. (Tese de Doutorado).
- CANTALICE, J.R.B. & CASSOL, E.A. Hidráulica do escoamento e desagregação do solo na erosão em entressulcos na presença de resíduos vegetais. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 14, 2002, Cuiabá. Anais... Cuiabá: Ed. Universitária da UFMT, 2002. p.9.
- CASTRO, L.G.; COGO, N.P. & VOLK, L.B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.30, p.339-352, 2006.
- CASSOL, E. A.; CANTALICE, J. R. B.; REICHERDT, J. M. & MONDARDO, A. Escoamento superficial e desagregação do solo em entressulcos em solo franco-argilo-arenoso com resíduos vegetais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.7, p.685-690, 2004.
- CASSOL, E.A. & LIMA, V.S. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.38,n.1, p.117-124, 2003.
- CHOW, V.T. *Open-channel hydraulics*. New York: McGraw-Hill, 1959. 680p.
- COGO, N.P.; ELTZ, F.L.F. & BERTOL, I. Modelagem em erosão do solo. *Boletim informativo – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, viçosa, v.31, n.2, p.27-33, 2006
- COGO, N.P.; LEVIEN R. & SCHWARZ, 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*, Viçosa, v.27, p.743-753, 2003.
- EVERAERT, W. Empirical relations for the sediment transport capacity of interrill flow. *Earth Surface and Landforms*, New York, v.16, p.513-532, 1991.
- FONSECA, E.O. da. Taxas de enxurrada, infiltração de água e perdas de solo por erosão em um latossolo vermelho em sistema de manejo do solo. 2001. 107f., Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). UFRGS, Porto Alegre, 2001.
- GERITS, J.J.P.; LIMA, J.L.P.D; BROEK, T.M.W.V.D. Overland flow and erosion. In: ANDERSON, M. G.; BURT, T. P. *Process studies in hill slope hydrology*. Chichester : John Wiley & Sons, 1990. p.173-214.
- INÁCIO, E.S.B.; CANTALICE, J.R.B.; ARAÚJO, Q.R.; NACIF, P.G.S.; BEZERRA, S.A. & BARRETO, A.C. Erosão hídrica em agrofloresta na região sul da Bahia. *Bahia Agrícola*. v.7, n.1, p.75-78, 2005.
- KUHN, N.J. & BRYAN, R.B. Drying, soil surface condition and interrill erosion on two Ontario soils. *Catena*, 57:113-133, 2004.
- LIMA, V. S. de. Erosão em entressulcos e em sulcos sob diferentes tipos de preparo do solo e manejo de resíduos culturais. 1997. 124f., Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo).UFRGS, Porto Alegre, 1997.
- OLIVEIRA, J.B. & SILVA, J.R.C. Efeito do manejo do solo na erosão do Podzólico Vermelho-amarelo equivalente Eutrófico e Planossolo Solódico da microrregião homogênea do Ceará. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.6, n.2, p.231-235, 1982.
- PAIVA, E.M.C.D.; PAIVA, J.B.D.; MOREIRA, A.P. MAFFINI, G.F.; MELLER, A. & DILL, P.R.J. Evolução de processo erosivo acelerado em trecho do Arroio Vacacaí Mirim. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v.6, p.129-135, 2001.
- REICHERT, J.M.; SCÄFER, M.J.; ELTZ, F.L.F. & NORTON, L.D. Erosão em sulcos e entressulcos em razão do formato de parcela em Argissolo Vermelho-Amarelo arênico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.7, p.965-973, 2001.
- REICHERT, J. M. & NORTON, L. D. Surface seal micromorphology as affected by fluidized bed combustion

- bottom-ash. Soil Technology, Amsterdam, v.7, p.303-317, 1995.
- REICHERT, J.M. Surface sealing and erosion on some high clay surface soils. West Lafayette: Graduate School. Purdue University, 1993. 176f. (Thesis Doctor of Philosophy).
- SANTOS, C.A.G.; SUZUKI, K.; WATANABE, M.; SRINIVASAN, V.S. Influência do tipo da cobertura vegetal sobre a erosão no semi-árido paraibano. Agriambi, v.4, n.1, p. 92-86, 2000.
- 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: I. perdas de solo e água. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.24, p.427-436, 2000.
- SILVA, J.R.C. & CARVALHO, R.J.T. Métodos de determinação do salpico e influência da cobertura do solo em condições de chuva natural. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.473-481, 2002.
- SIMONS, D.B. & SENTURK, F. Sediment transport technology: water and sediment dynamics. In: Water resources publications. [Colorado], [s.ed.], 1992. 897p.
- TUCCI, C.E.M. & CLARKE, R.T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.2, n.1, p.135-152, 1997.