



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

NÍVEIS DE PALHA NO CONTROLE DA EROÇÃO E NA RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM CULTIVO MÍNIMO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Gustavo Boletti **Trementócio**¹, Getulio Coutinho **Figueiredo**², Isabella Clerici **De Maria**³,
Sonia Carmela Falci **Dechen**⁴

Nº 14113

RESUMO - A cultura de cana-de-açúcar exibe, como outras, problemas oriundos da erosão hídrica. Avaliações de perdas de terra e de água e as das condições físicas do solo e da capacidade de infiltração de água em sistemas distintos de manejo da cana crua auxiliam nas decisões relativas ao dimensionamento de práticas conservacionistas. A proibição da queima da cana-de-açúcar trouxe o desafio do manejo dos resíduos de palha no campo. Utilizados para a geração de energia, esses resíduos também protegem o solo contra a erosão hídrica. Por também ajudarem na manutenção da umidade, podem ser responsáveis por alterações benéficas na resistência do solo à penetração. O objetivo deste projeto foi o de verificar o controle da erosão pela palhada da cana-de-açúcar, utilizando quatro níveis de quantidade de palha deixada sobre o solo. O experimento foi instalado em Campinas, SP, em LV com 12,8% de declive, em parcelas de 4 x 25 m, munidas de sistema coletor para perdas de terra e água por erosão. Entre as conclusões preliminares estão: (a) O período prolongado de estiagem não permitiu a identificação do nível de cobertura de palha que proporciona melhor controle da erosão do solo; (b) O solo não apresentou limitações ao crescimento das plantas por compactação, pois a Ds e a RP frequentemente não apresentaram valores maiores que os críticos para a cana-de-açúcar; (c) Em época de seca mais severa, a RP apresentou valores mais adequados ao crescimento de plantas com 60 e 100 % de cobertura do solo com palha.

¹ Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia Ambiental, PUCC, Campinas-SP; gu_boletti@hotmail.com

² Colaborador, Bolsista Pós-Doc Fapesp no Instituto Agronômico, Campinas-SP

³ Colaboradora, Pesquisadora Científica do Instituto Agronômico, Campinas-SP

⁴ Orientadora, Pesquisadora Científica do Instituto Agronômico, Campinas-SP; dechen@iac.sp.gov.br



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Palavras-chaves: perdas de terra e água em cana-de-açúcar, física do solo, densidade do solo, penetrômetro de solo.

ABSTRACT- *The sugar cane cultivation shows, as other crops, problems arising from water erosion. Evaluations of losses of soil and water, as well as of the physical condition of the soil and the infiltration rate of water into different management systems of sugarcane can help in taking a decision on implementation and sizing the conservation practices. The prohibition of burning of sugarcane brought the challenge of managing the straw waste in the field. Used for power generation, these residues also protect the soil against erosion. By also help in maintaining moisture, may be responsible for beneficial changes in soil resistance to penetration. The objective of this project was to check the erosion control by the sugarcane mulch, using four levels of amount of straw left on the soil. The experiment was installed in Campinas, SP, in a LV with 12.8% slope in plots of 25 x 4 m, equipped with a collector system for erosion losses of soil and water. Among the preliminary conclusions are: (a) The prolonged dry period did not permitted the identification of the level of straw cover that provides better control of soil erosion; (b) The soil did not showed limitations to plant growth by compaction because the Ds and the RP often not presented higher values than the critics for sugarcane crop; (c) At the time of most severe drought, RP showed more adequate values for plant growth with 60 and 100% of ground cover with straw.*

Key-words: soil and water losses in sugar cane, soil physic, soil density, soil penetrometer.

1 INTRODUÇÃO

A erosão causada pela água das chuvas é a principal causa da degradação dos solos nas áreas cultivadas. Os prejuízos da erosão não estão apenas nos problemas causados nas próprias lavouras, com perdas de nutrientes e solo, rompimento de terraços e destruição do leito de estradas, mas também nos problemas causados pela deposição de sedimentos, material orgânico e agroquímicos em cursos d'água, rios e reservatórios. A cultura de cana-de-açúcar não é exceção e exhibe muitos problemas oriundos da erosão hídrica.

Estudos têm sido realizados procurando quantificar e determinar as causas da erosão visando à definição de medidas para a conservação dos solos. No sistema de cana crua não se



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

têm avaliações de perdas de terra. Os dados que existem foram obtidos para o sistema convencional. Mas é de se esperar que, com a quantidade de palha na superfície essa perda possa ser ainda mais reduzida.

Em termos práticos, o que significa a redução das perdas por erosão? Além da redução de degradação do solo e do ambiente, é evidente a possibilidade de reformulação no espaçamento de terraços. Avaliações de perdas de terra e de água, assim como avaliações das condições físicas do solo e da capacidade de infiltração de água em diferentes sistemas de manejo da cana crua podem auxiliar nas decisões relativas ao dimensionamento de práticas conservacionistas.

2 OBJETIVO

A queima, prática comumente utilizada no cultivo da cana-de-açúcar, está aos poucos sendo eliminada pelos canavicultores. A proibição da queima da cana-de-açúcar, além dos benefícios à saúde dos trabalhadores, trouxe outros desafios ao sistema de produção, que é o manejo dos resíduos de palha no campo. Estima-se que a geração de resíduos de palha e bagaço de cana chegue a 160 milhões de toneladas anuais, sendo 70,2 milhões de toneladas de bagaço e 87,7 milhões de toneladas de palha. Muito utilizados para a geração de energia, esses resíduos também protegem o solo contra a erosão hídrica. Por também ajudarem na manutenção da umidade, podem ser responsáveis por alterações benéficas na resistência do solo à penetração. Posto isso, o objetivo deste projeto é verificar o controle da erosão pela palhada da cana-de-açúcar, utilizando quatro níveis de quantidade de palha deixada sobre o solo. Adicionalmente será monitorada a resistência do solo à penetração ao longo do tempo (quatro anos) nos mesmos níveis de palhada mantidos na superfície do solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação das perdas de terra, de água e de elementos nutritivos é feita medindo-se, em sistemas coletores, a enxurrada escoada de um talhão de área conhecida, que é cercado por uma parede de alvenaria. O experimento está instalado no Centro Experimental de Campinas, do IAC, em um Latossolo Vermelho Eutroférrico (Santos et al., 2013), cultivado nos últimos cinco anos com vetiver. Compõe-se de um sistema coletor com 8 talhões de 100 m² de área útil cada (4 m x 25 m), bordadura de 2 m em declive de 12,8 %. Os sistemas coletores são constituídos de dois tanques



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

de concreto, o segundo dos quais circular e coberto, com um divisor de janelas tipo Geib para fração de 1/7. As paredes divisórias e as soleiras dos talhões são de alvenaria (Marques, 1951). Os tratamentos (Tabela 1) consistem de quatro níveis de cobertura com palha de cana-de-açúcar e duas repetições. O preparo do solo é manual, com enxada/enxada, realizado na profundidade de 0,30 m.

Tabela 1. Tratamentos empregados no experimento “Níveis de palha no controle da erosão e na resistência do solo à penetração em cultivo mínimo de cana-de-açúcar”, Campinas, SP

Talhão	% Cobertura	Massa de cobertura úmida por talhão
		kg / 100 m ²
1	30	220
2	60	435
3	100	720
4	0	0
5	0	0
6	100	720
7	60	435
8	30	220

A cultivar selecionada para o estudo tem característica de alta produtividade e elevadíssimos teores de sacarose e, com relação à adubação, é super responsiva: IAC-SP-95-5000. A correção da acidez do solo foi realizada de 18 a 21 de outubro de 2011, aplicando-se entre 40 a 65 kg de calcário dolomítico por talhão, com o objetivo de elevar a saturação por bases a 70%. Em cada talhão, a adubação seguiu as recomendações para a cultura da cana-de-açúcar com base na análise química de fertilidade inicial do solo: 2,5 kg de 8-20-20 + 100 g de uréia aplicados no sulco de plantio; a adubação de cobertura constou de 4,4 kg de superfosfato simples + 400 g de uréia. As perdas por erosão são determinadas diariamente, sempre que há chuva e que esta acarrete escoamento de enxurrada. A precipitação é medida por pluviômetro e pluviógrafo colocados na área dos talhões coletores. Os métodos para cálculo das perdas de terra e água por erosão estão em Bertoni (1949) e Marques (1951).

Umidade e Densidade do solo foram monitoradas segundo Camargo et al. (2009): com auxílio de amostrador para amostras volumétricas, retiram-se amostras indeformadas nas profundidades de 0,30 e 0,60 m, nas porções superior, média e inferior dos talhões. Foram oito amostragens quinzenais durante quatro meses, perfazendo 48 amostras a cada 15 dias. A



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

umidade do solo foi avaliada por gravimetria, mediante coleta de amostras deformadas de solo e posterior pesagem, assim como, de forma volumétrica, com uso do TDR.

Resistência à penetração: a determinação da RP visa mensurar o estado de compactação do solo tendo em consideração sua umidade. A fim de obter informações das possíveis mudanças na RP impostas pela adoção dos sistemas de preparo propostos foi utilizado um penetrômetro automatizado, realizando-se leituras em velocidade constante até à profundidade de 0,6 m (Stolf, 1991). A fim de manter registro quanto ao nível de umidade no solo, esta foi monitorada com uso do TDR.

O rendimento da cultura da cana-de-açúcar foi obtido mediante a coleta dos colmos em uma área útil de 75 m² (5 linhas de 10 metros lineares).

Os dados dos atributos do solo e da planta foram submetidos à análise de variância, sendo os tratamentos comparados por testes de médias.

4 RESULTADOS E DICUSSÃO

As perdas de terra e água obtidas da instalação do experimento até 30 de junho de 2014 estão na tabela 2. Observa-se que, no período de instalação do experimento, as perdas de terra e água foram elevadas. Com a cultura instalada essas perdas foram muito reduzidas, sem que a longa estiagem também contribuisse para a drástica redução das perdas.

A densidade do solo (Ds) reflete a história de tensão do meio poroso (Dias Junior & Pierce, 1996), sendo gerada principalmente pelo cultivo manual ao longo do uso agrícola (desde 1943) da área experimental. Assim, embora haja alguma diferença ($p < 0,05$) de Ds entre os níveis de cobertura do solo com palha, a magnitude da Ds evidencia um estado de compactação não impeditivo ao crescimento de plantas, haja visto seus valores máximos serem $\leq 1,51 \text{ Mg m}^{-3}$ e apenas 3,3 % das amostras avaliadas apresentarem Ds $> 1,40 \text{ Mg m}^{-3}$ (Figura 1). Em solos argilosos, valores críticos de Ds às culturas têm sido indicados empiricamente entre 1,40 e 1,60 Mg m⁻³ (Reichert et al., 2003).

A cobertura com palha produziu resultados distintos de conteúdo de água no solo (θ) (Figura 2). De modo geral, o θ aumentou proporcionalmente ao nível aplicado de cobertura com palha, principalmente na camada mais superficial de solo (0-10 cm). Entretanto, esse comportamento diferiu apenas quando a cobertura do solo correspondeu a 30 % de palha, fato que se deve à distribuição espacial desses talhões, os quais estiveram junto às bordas da área



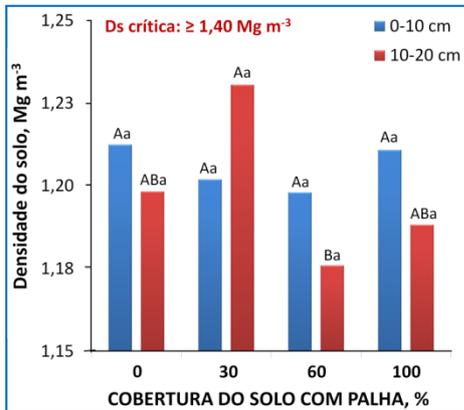
8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

experimental e diretamente mais sujeitos ao vento e à radiação solar. Quando na ausência ou em níveis menores de cobertura com palha, os valores de θ foram, numericamente, maiores na camada de solo de 10-20 cm, ratificados pelo efeito tampão proporcionado pela camada sobrejacente de solo.

Tabela 2. Perdas de água e terra por erosão para quatro níveis de cobertura do solo, obtidas em sistemas coletores da área experimental – Grupo I, Fazenda Santa Elisa, Campinas – SP

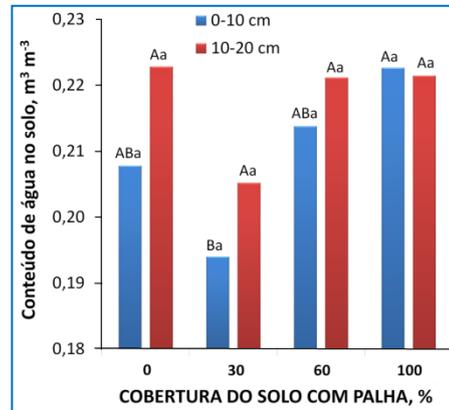
Cobertura do solo	Perdas por erosão	
	Terra (Mg ha ⁻¹)	Água (mm)
	----- Jan/2012 a Jun/2013 -----	
0%	19,66	110,64
	----- Jul/2013 a Jun/2014 -----	
0%	0,06	0,22
30%	0,00	0,00
60%	0,02	0,03
100%	0,00	0,07

Especialmente na ocorrência de estiagem prolongada, em fevereiro de 2014, a persistência de valores maiores de θ devido à cobertura com palha permitiu detectar mais sensivelmente a variação da resistência do solo à penetração (RP) imposta às culturas agrícolas (Figura 3). Assim, considerando uma magnitude de RP igual a 3,0 MPa como crítica ao crescimento radicular (Ehlers et al., 1983), a frequência relativa de valores desejáveis de RP dependeu diretamente do nível de cobertura do solo com palha, sendo mais expressiva na camada de solo de 0-10 cm. Isso foi potencializado pelo efeito cumulativo da mobilização do solo pela incorporação manual de calcário em outubro de 2011, o que diminuiu o número de pontos de contato entre as partículas sólidas, com consequente afrouxamento da estrutura do solo na camada de 0-10 cm.



Letras maiúsculas comparam médias entre os níveis de cobertura de palha. Letras minúsculas, entre as camadas de solo pelo teste de Tukey a 5 %.

Figura 1. Valores médios de densidade do solo para quatro níveis de cobertura do solo medidos entre fevereiro e março/2014



Letras maiúsculas comparam médias entre os níveis de cobertura de palha. Letras minúsculas, entre as camadas de solo pelo teste de Tukey a 5 %.

Figura 2. Valores de conteúdo de água para quatro níveis de cobertura do solo medidos entre fevereiro e março/2014

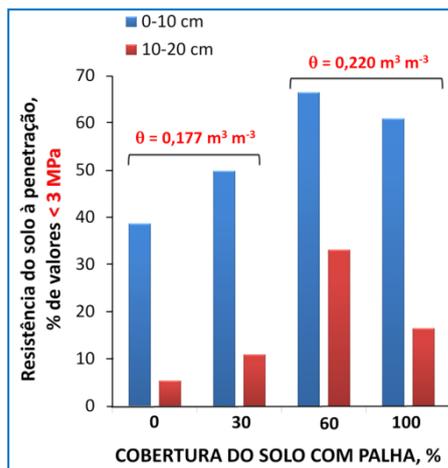


Figura 3. Frequência de valores de resistência do solo à penetração < 3 MPa para quatro níveis de cobertura do solo na época de seca severa (fevereiro/2014)

5 CONCLUSÕES

- O período prolongado de estiagem não permitiu a identificação do nível de cobertura de palha que proporciona melhor controle da erosão do solo.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

- O solo não apresenta limitações ao crescimento de plantas por compactação visto que a Ds e a RP frequentemente não apresentaram valores maiores que os críticos para a cana-de-açúcar.
- Em época de seca mais severa, a RP apresentou valores mais adequados ao crescimento de plantas quando o nível de cobertura do solo com palha foi de 60 e 100 %.

6 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica ao Autor, Gustavo Boleti Trementócio.

À FAPESP, processo 2013-10427-1, projeto “Desenvolvimento radicular e atributos físicos, químicos e biológicos em sistemas de preparo do solo para a cana-de-açúcar”, com coordenação da orientadora e do qual este projeto faz parte.

Ao Instituto Agrônomo - IAC, pela oportunidade de estágio.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J. Sistemas coletores para determinações de perdas por erosão. **Bragantia**, Campinas, 9: 147 - 155, 1949.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 77 p. 2009. (Boletim técnico, 106)

DIAS JUNIOR, M. S. & PIERCE, F.J. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 20:1-8, 1996.

EHLERS, W.W.; KOPKE, F.; HESSE, F. & BOHM, W. Penetration resistance and growth root of oats in tilled and untilled loess soil. **Soil Tillage Res.**, 3:261-275, 1983.

MARQUES, J.Q. de A. Determinação de perdas por erosão. **Archivo Fitotécnico del Uruguay**, Montevideo, 4(3): 505-556, 1951.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ci. Amb.**, 27:29-48, 2003.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ª ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

STOLF, R. Teoria e tese experimental de fórmulas de transformação de dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, p. 229-235, 1991.