



## Alterações nos atributos físicos do solo em áreas de cana-de-açúcar no terceiro e sexto corte colhida mecanicamente <sup>(1)</sup>

**Alyne Dantas Mendes de Paula<sup>(2)</sup>; Diego Tolentino de Lima<sup>(2)</sup>; José Luiz Rodrigues Torres<sup>(3)</sup>; Ernane Miranda Lemes<sup>(2)</sup>; Gabrielly Isaac Rodrigues<sup>(2)</sup>; Dinamar Márcia Da Silva Vieira<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da FAPEMIG e CAPES

<sup>(2)</sup> Engenheiro (a) Agrônomo (a), estudante do Programa de Pós-Graduação em Agronomia na Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia-MG, E-mail: alyne\_agroufu@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor Titular. Doutor em Produção Vegetal do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba. <sup>(4)</sup> Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo IFTM.

**RESUMO:** A colheita mecanizada da cana-de-açúcar traz uma série de benefícios para o solo e o ambiente, contudo, o uso contínuo do maquinário para colheita e transbordo eleva o potencial de compactação das áreas, que tende aumentar o problema após cada colheita, porém alguns estudos mostram que o acúmulo de palha sobre o solo pode amenizar o problema. Nesse estudo avaliou-se a produção da fitomassa seca e atributos físicos do solo em áreas de cana colhida mecanicamente após três e seis cortes. O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 6x2, sendo seis profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40; 0,40-0,50 e 0,50-0,60 m), com dois anos de corte (3º e 6º ano), com 4 repetições. Avaliou-se a densidade (Ds), umidade volumétrica (Uv) e resistência à penetração (RP) na linha e na entrelinha. A produção de fitomassa seca (FS) foi avaliada na área com gabarito metálico lançado aleatoriamente. A produção de fitomassa seca foi maior na área de sexto corte (15,11 Mg ha<sup>-1</sup>). As camadas mais superficiais têm maior densidade do solo. A resistência à penetração foi maior onde ocorreu a menor umidade volumétrica. O acúmulo de palha na superfície do solo favorece o aumento da umidade do solo. Independente da área, na entrelinha do cultivo a resistência mecânica a penetração é maior.

**Termos de indexação:** densidade; umidade; resistência à penetração do solo.

### INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura com importância socioeconômica no cenário atual da agricultura brasileira, pois tem crescimento exponencial em área e produtividade na maioria dos Estados brasileiros, tendo ainda perspectivas de expansão nos próximos anos. As técnicas usuais de preparo do solo para implantação da cultura da cana estão baseadas no vigoroso revolvimento do solo, com elevado potencial de compactação, tem causado alterações nos atributos físicos do solo

(Vasconcelos et al., 2010). Somados a estas alterações, durante o processo de colheita, seja manual ou mecanizada, são utilizadas colhedoras ou transbordos com massa variando entre 20 a 30 toneladas (Cavaliere et al., 2011).

Dentre as principais alterações que ocorrem nos atributos físicos do solo estão o aumento da resistência mecânica do solo à penetração das raízes (RP) e da densidade do solo (DS) (Camargo et al., 2010), que modificam estrutura do solo, que prejudica o crescimento das raízes das plantas (Bengough et al., 2011) e afeta as propriedades físico-hídricas fundamentais, como porosidade de aeração, retenção de água e disponibilidade de água às plantas, resultando, em última instância, no declínio da produtividade da lavoura.

No sistema de colheita mecanizada sem queima, as folhas, bainhas, ponteiro, além de quantidade variável de pedaços de colmo são cortados, triturados e lançados sobre a superfície do solo, formando uma cobertura de resíduo vegetal (mulch) denominada palha ou palhada. A quantidade de palhada de canaviais colhidos sem queima varia de 10 a 30 Mg ha<sup>-1</sup> (Trivelin et al., 1996). Diante deste contexto, neste estudo avaliou-se a produção de fitomassa seca e atributos físicos do solo em áreas de cana colhida mecanicamente.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em duas áreas cultivadas com cana no terceiro e sexto corte, nas proximidades da Unidade I do IFTM Campus Uberaba. Na região predomina o Latossolo Vermelho distrófico, textura média, apresentando na camada de 0,0-0,20 m, 210 g kg<sup>-1</sup> de argila, 710 g kg<sup>-1</sup> de areia e 80 g kg<sup>-1</sup> de silte.

O delineamento utilizado em cada área foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 6x2, onde foram avaliadas seis profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40; 0,40-0,50 e 0,50-0,60 m), com dois anos de corte (3º e 6º ano), com 4 repetições. Avaliou-se a densidade (Ds), umidade volumétrica (Uv) e resistência à penetração (RP) na



linha e na entrelinha. Além da densidade ( $D_s$ ) e umidade volumétrica ( $U_v$ ), com 4 repetições.

Cada parcela foi composta de 10 linhas de cana cultivadas em espaçamento de 1,50 m entre linhas, com 50 metros de comprimento (15 x 50 m), perfazendo um total de 750 m<sup>2</sup> por parcela.

A produção de fitomassa seca (FS) depositada na superfície do solo foi avaliada em quatro pontos ao acaso por parcela, utilizando um gabarito metálico de um m<sup>2</sup> de área, que foi lançado aleatoriamente e a seguir coletado todo material contido na área delimitada. O material vegetal foi pesado antes e depois de seco, e os resultados expressos em Mg ha<sup>-1</sup>.

A densidade do solo ( $D_s$ ) foi determinada em amostras com estrutura indeformada coletados nas mesmas profundidades da RP (Embrapa, 1997).

A RP foi determinada com o uso de penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com ângulo de ponteira cônica de 30°. Os dados de campo foram obtidos em números de impactos (dm<sup>-1</sup>), tendo sido transformados em kgf cm<sup>-2</sup> por meio da equação  $R$  (kgf cm<sup>-2</sup>) = 5,6 + 6,98 N (Sene et al., 1985). A seguir, estes valores foram multiplicados pela constante 0,098 para transformação em unidades MPa (Arshad et al., 1996).

Para avaliação da  $U_v$  no solo, foram realizadas coletas nos mesmos dias e profundidades, sendo tomadas duas amostras por parcela e homogeneizadas, para obtenção da massa úmida e seca. Após a obtenção da umidade gravimétrica, esta foi multiplicada pela  $D_s$  e obteve-se a umidade volumétrica do solo (Embrapa, 1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância conjunta entre as áreas, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de FS acumulada na área de 6° corte foi cerca de 50% superior quando comparado à área de 3° corte. A produção de fitomassa seca (FS) obtida na área de 3° corte foi semelhante aos 10,0 Mg ha<sup>-1</sup> quantificados por Garbiate et al. (2011) e Cavalieri et al. (2011) em estudos conduzidos no Cerrado, aos 10,0 Mg ha<sup>-1</sup> observados por Schultz et al. (2010) e inferior aos 12 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> destacados por Souza et al. (2005) em outras condições edafoclimáticas. Já na área de sexto corte foi obtida uma quantidade muito mais elevada, de 15,11 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabela 1).

Nas camadas mais superficiais do solo foi observado maior  $D_s$ , que foi reduzindo à medida que aumentou a profundidade, independente do ano de corte. Isso pode ser atribuído ao tráfego de máquinas pesadas, em sistemas com pouco

revolvimento do solo, que promovem compactação e adensamento de forma mais acentuada, em menores profundidades (Souza et al., 2005). Esse efeito do maquinário pesado no adensamento do solo também é maior à medida que a sucessão de cortes no canavial vai se avançando, como foi observado na área de 6° corte, onde a  $D_s$  foi maior do que na de terceiro corte.

A RP foi maior na área de 3° corte, que é a área que tinha menor UV (Tabela 2). Essas duas variáveis são inversamente proporcionais, de acordo com Almeida et al. (2008) a RP é fortemente influenciada pelo conteúdo de água no solo, de forma exponencial, pois quanto maior é o conteúdo de água no solo menor são os valores de RP.

A  $U_v$ , independente do ano de corte, não variou com a profundidade do solo. Roque et al. (2010) estudando o solo cultivado com cana com colheita mecanizada tradicional e corte mecanizado com controle de tráfego, também não observaram variação na umidade do solo em função da profundidade em nenhum tratamento. Entretanto na área de 6° corte a umidade do solo foi maior, o que provavelmente se deve a quantidade de FS acumulada na superfície do solo, que também foi maior na mesma área (Tabela 1).

Independente da área, na entrelinha do cultivo a RP sempre foi superior às outras áreas (Tabela 2), que pode ser atribuído ao tráfego de máquinas pesadas. Como o rodado do maquinário sempre passa pelas entrelinhas, são nestas que ocorrem os maiores níveis de RP, que além de aumentar a compactação, segundo Roque et al. (2010) o tráfego das máquinas agrícolas aumenta a densidade do solo, diminui a agregação e a macroporosidade na linha de rodado em relação à linha de plantio, o que causa a degradação cumulativa da qualidade física do solo, ao longo dos anos de cultivo da cana.

Os maiores valores observados para RP na área de 3° corte ocorreram na camada de 10 a 30 cm (média de 6,04 MPa), que estão na faixa considerada crítica para o pleno crescimento das raízes das plantas em solos arenosos (Figura 2), conforme destacado por Sene et al. (1985). Já os maiores valores na área de 6° corte ocorreram na camada de 10 a 20 cm (4,81 MPa), estão fora da faixa considerada crítica.

Isso sugere que mesmo aumentando a densidade do solo à medida que se sucedem os cortes, a manutenção de uma maior quantidade de palhada até no sexto corte da cana-de-açúcar promoveu maior umidade do solo. Como consequência, reduziu o valor de resistência mecânica à penetração a valores fora da faixa considerada crítica para o pleno crescimento das raízes das plantas em solos arenosos (Sene et al., 1985).



## CONCLUSÕES

A produção de fitomassa seca foi maior na área de sexto corte (15,11 Mg ha<sup>-1</sup>). As camadas mais superficiais têm maior densidade do solo. A resistência à penetração foi maior onde ocorreu a menor umidade volumétrica. O acúmulo de palha na superfície favorece o aumento da umidade do solo. Independente da área, na entrelinha do cultivo a resistência mecânica a penetração é maior.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.X.; CENTURION, J.F.; FREDDI, O.S.; JORGE, R.F.; BARBOSA, J.C. Funções de pedotransferência para a curva de resistência do solo à penetração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 2235-2243, 2008.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J., eds. *Methods for assessing soil quality*. Soil Science Society of America Journal, 1996, p.123-141.
- BENGOUGH, A.G.; MCKENZIE, B.M.; HALLET, P.D.; VALENTINE, T.A. Root elongation, water stress, and mechanical impedance: A review of limiting stresses and beneficial root tip traits. *Journal of Experimental Botany*, 62: 59-68, 2011.
- CAMARGO, L. A.; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G.T. Spatial variability of physical attributes of alfisol under different hillslope curvatures. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34: 617-630, 2010.
- CAVALIERI, K.M.V.; CARVALHO, L.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L.; TORMENA, C.A. Qualidade física de três solos sob colheita mecanizada de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35: 1541-1549, 2011.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. 2ª ed. SPI, Brasília, 1997. 212p.
- GARBIATE, M.V.; VITORINO, A.C.T.; TOMASINI, B.A.; BERGAMIN, A.C.; PANACHUKI, E. Erosão em entre sulcos em área cultivada com cana crua e queimada sob colheita manual e mecanizada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35: 2145-2155, 2011.
- PERES, J.G.; SOUZA, C.F. & LAVORENTI, N.A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. *Engenharia Agrícola*, 30: 875-886, 2010.
- ROQUE, A. A. O.; SOUZA, Z. M.; BARBOSA, R. S.; SOUZA, G. S. Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 45: 744-750, 2010.
- SCHULTZ, N.; LIMA, E.; PEREIRA, M.G.; ZONTA, E. Efeito residual da adubação na cana-planta e da adubação nitrogenada e potássica na cana-soca colhidas com e sem a queima da palhada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:811-820, 2010.
- SENE, M.; VEPRASKAS, M.J.; NADERMAN, G.C.; DENTON, H.P. Relationships of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. *Soil Science Society of America Journal*, 49:422-427, 1985.
- SOUZA, Z.M.; PRADO, R.M.; PAIXÃO, A.C.S.; CESARIN, L.G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40: 271-278, 2005.
- TRIVELIN, P.C.O.; RODRIGUÊS, J.C.S.; VICTORIA, R.L.; REICHARDT, K. Utilização por soqueira de cana-de-açúcar de início de safra do nitrogênio da aquamônia-<sup>15</sup>N e uréia-<sup>15</sup>N aplicado ao solo em complemento a vinhaça. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31: 89-99, 1996.
- VASCONCELOS, R. F. B.; CANTALICE, J.R.B.; OLIVEIRA, V.S.; COSTA, Y.D.J.; CAVALCANTE, D.M. Estabilidade de agregados de um Latossolo Amarelo distrocoeso de Tabuleiros Costeiro sob diferentes aportes de resíduos orgânicos da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34: 309-316, 2010.

**Tabela 1.** Densidade do solo (DS), umidade volumétrica (UV) e massa seca de resíduos na superfície do solo (MS).

Variável	Profundidade (cm)					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
DS	1,70 a	1,67 a	1,63 ab	1,57 bc	1,54 c	1,49 c
UV	17,81 a	17,53 a	18,46 a	17,66 a	17,33 a	17,71 a
Variável	3º corte			6º corte		
DS	1,51 b			1,70 a		
UV	13,61 b			21,89 a		
MS	10,21 b			15,11 a		

Médias seguidas por letras distintas na linha se diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

**Tabela 2.** Resistência mecânica a penetração.

Ano de corte	Profundidade (cm)					
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60
3º	3,797 Acd	6,214 Aa	5,868 Aa	4,668 Ab	3,856 Ac	3,344 Ad
6º	3,126 Bc	4,814 Ba	4,177 Bb	2,997 Bc	2,256 Bd	1,788 Bd
Independente	Linha			Entrelinha		
	3,53 b			4,28 a		

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha, e maiúsculas distintas na coluna, se diferem pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.