



## Atributos físicos e sistemas de preparo do solo em cana planta

**Leandro Carneiro Barbosa<sup>(1)</sup>; Zigomar Menezes de Souza<sup>(2)</sup>; João Luís Nunes Carvalho<sup>(3)</sup>; João Rossi Neto<sup>(1)</sup>; Guilherme Adalberto Ferreira Castioni<sup>(1)</sup>; Allan Charllis Mendes de Sousa<sup>(1)</sup>**

1. Engenheiro Agrônomo, Departamento de Água e solo, Feagri/Unicamp, Av. Candido Rondon, 501, cep:13083-875, (19) 35211111, leandrobarbosaagro@gmail.com; 2. Engenheiro Agrônomo, Professor, UNICAMP/FEAGRI, zigomarms@feagri.unicamp.br. 3. Engenheiro Agrônomo, Pesquisador – Programa de produção de biomassa, Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), CEP: 13083-970, (19) 35123161, joao.carvalho@bioetanol.org.br.

**RESUMO:** O manejo na cultura da cana-de-açúcar é intenso sob o ponto de vista das utilizações de máquinas e implementos agrícolas, ocasionando mudanças nos atributos físicos do solo. Esse trabalho teve por objetivo avaliar os atributos físicos do solo e desenvolvimento radicular em diferentes sistemas de preparo do solo cultivado com cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em área de cana-de-açúcar localizada no município Chapadão do Céu-GO, em um Latossolo Vermelho distrófico. O delineamento estatístico adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x3 com três repetições. Os tratamentos foram: a) rotação de culturas: i) área sem rotação de culturas (pousio); ii) área com rotação de culturas utilizando *Crotalaria spectabilis* durante a reforma do canavial; b) Manejo do solo: i) preparo convencional (PC) - subssolagem, gradagem e sulcação da área para o plantio; ii) plantio direto (PD) - sulcação e plantio. Não houve diferença para densidade e porosidade do solo e resistência do solo à penetração para os tratamentos estudados. A densidade e massa de raiz no preparo convencional foi 45% maior do que o plantio direto com o manejo de rotação na camada de 0,00-0,10 m. A adoção da rotação de culturas aumentou em 31% a densidade e massa de raiz no preparo convencional.

**Termos de indexação:** Rotação de cultura, manejo do solo, cana-de-açúcar.

### INTRODUÇÃO

A expansão das áreas produtoras de cana-de-açúcar ocorreu vertiginosamente na última década, o que faz surgir maiores preocupações sobre a qualidade estrutural do solo. Um dos causadores dos efeitos danosos da qualidade física do solo é devido à intensa utilização de máquinas e implementos agrícolas do plantio até a colheita nas lavouras canavieiras (Souza et al., 2005; Souza et al., 2014).

A cultura da cana-de-açúcar é uma das culturas mais afetadas em relação as condições físicas do solo (Lima et al., 2013). Nesse sentido, a qualidade do solo tem sido quantificada utilizando diferentes atributos físicos do solo como a estabilidade de agregados, a densidade e a porosidade do solo (Souza et al., 2014). De acordo com Souza et al. (2014), a porosidade do solo é considerada um excelente indicador da degradação do solo com relação a compactação. Em decorrência do manejo de colheita, Lima et al. (2013), afirmam que a compactação do solo pode promover redução de 50% ou mais no volume de poros. Contudo esses efeitos relacionados ao solo são potencializados no momento do preparo convencional (Souza et al., 2005).

A falta de entendimento sobre o desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar pode ser um entrave no desenvolvimento de estratégias nas ações de manejo, seleção de cultivar e tipo de solo que favoreça a produção (SMITH et al., 2005). Segundo estes autores o potencial da cultura em se desenvolver ocorre de acordo com a resposta do sistema radicular no perfil do solo.

Contudo o preparo do solo consiste em proporcionar condições ideais para o desenvolvimento das raízes e, por conseguinte, maiores produções. Desta forma, esse trabalho teve por objetivo avaliar os atributos físicos do solo e desenvolvimento radicular em diferentes sistemas de preparo do solo cultivado com cana-de-açúcar.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área de cana-de-açúcar localizada no município Chapadão do Céu-GO (18°25' de latitude sul e 42°33' de longitude oeste), com altitude media de 850 m e precipitação anual de 1.850 mm. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram compostas por 15 linhas de cana-de-açúcar com espaçamento de 1,5 m e 34 m de comprimento. Os tratamentos foram: a) rotação de culturas: i) área



sem rotação de culturas (pousio); ii) área com rotação de culturas utilizando *Crotalaria spectabilis* durante a reforma do canavial; b) Manejo do solo: i) preparo convencional (PC) - subsoagem, gradagem e sulcação da área para o plantio; ii) plantio direto (PD) - sulcação e plantio. Em todos os tratamentos foi adotado o tráfego convencional de máquinas e equipamentos agrícolas após o plantio da cana-de-açúcar.

A amostragem buscou representar a linha e entrelinha da cana-de-açúcar (espaçamento de 1,50 m) e com a planta no centro deste espaçamento. No sentido horizontal, a coleta foi realizada em intervalos de 0,30 m, enquanto que na vertical a coleta foi realizada para representar as seguintes camadas de solo 0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,40, 0,40-0,60 e 0,60-1,00 m.

A porosidade total foi calculada pela diferença de massa entre a amostra saturada e seca em estufa (Embrapa, 2011). A densidade do solo foi calculada pela relação entre a massa do solo seco em estufa a 105 °C e volume da amostra, segundo metodologia proposta pela Embrapa (2011).

A determinação da resistência do solo à penetração foi realizada em laboratório. Para eliminar o efeito da variação do teor de água no solo, as amostras foram saturadas por capilaridade. Após esse procedimento, as mesmas foram colocadas em uma mesa de tensão para equilibrar a umidade das amostras com a tensão de 0,006 MPa, correspondendo a capacidade de campo. Em seguida, efetuou-se a pesagem e posteriormente foi levada para a determinação da resistência do solo à penetração. O equipamento utilizado foi um penetrômetro eletrônico de bancada, modelo MA 933, da marca MARCONI, com a ponteira de 4 mm e com uma velocidade constante de penetração de 10 mm s<sup>-1</sup>.

Para quantificar a biomassa radicular foi utilizada a metodologia do monólito. As amostragens ocorreram seguindo o mesmo esquema apresentado para os atributos físicos do solo. Na primeira e na segunda camada os monólitos tinham as seguintes dimensões 0,30 x 0,10 x 0,10 m, na terceira e quarta camadas eram de 0,30 x 0,20 x 0,10 m e na quinta camada foi na dimensão de 0,30 x 0,40 x 0,10 m.

A densidade de raízes (g dm<sup>-3</sup>) foi obtida considerando a massa de matéria seca de raízes em cada local e o volume de solo correspondente. A biomassa de raízes (kg ha<sup>-1</sup>) foi calculada considerando a densidade de raízes de cada local e o volume de solo da camada amostrada tomando como base a área de um hectare.

Os atributos do solo foram avaliados, pelo teste de Tukey a 5%, utilizando o software SISVAR 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores porosidade total não foram afetados em relação ao preparo do solo e uso da rotação de cultura (Tabela 1). A porosidade total nos sistemas de manejo estudados esteve acima de 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> para todos os tratamentos, nas profundidades estudadas. Segundo Camargo & Alleoni (1997), um solo ideal deve apresentar 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> de volume de poros que, na capacidade de campo, teria 0,33 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> ocupado pela água e 0,17 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> ocupado pelo ar.

Não houve diferença entre os tratamentos e profundidades estudadas para a densidade do solo (Tabela 1). Tais resultados são concordantes com os obtidos por Assis & Lanças (2005), os quais verificaram que o sistema plantio direto com 1, 4 e 5 anos de implantação apresentou valores dos atributos físicos do solo semelhantes ao sistema de preparo convencional em um Nitossolo Vermelho distroférico. Somente o tratamento com 12 anos de plantio direto apresentou valores de atributos físicos mais próximos dos valores da área de mata nativa. Camilotti et al. (2005), avaliando os efeitos de quatro sistemas de preparo de solo, realizados antes do plantio da cana-de-açúcar, não observaram diferenças significativas sobre o perfilhamento e produtividade da cultura, e nem mudanças na densidade do solo.

Segundo Arshad et al. (1996), valores de densidade do solo acima de 1,40 kg m<sup>-3</sup> restringem o crescimento radicular em solo argiloso, portanto, os tratamentos em estudo não apresentaram densidade restritiva ao crescimento radicular (Tabela 1). Vasconcelos & Dinardo-Miranda (2006) estudando o desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar e características físico-hídricas e químicas dos ambientes de produção, verificaram valores de densidade do solo de 1,45 kg m<sup>-3</sup> em latossolo com teor de argila em torno de 400 a 600 g kg<sup>-1</sup>.

Adotando o valor de 2,0 MPa como resistência do solo à penetração crítica ao desenvolvimento radicular na consistência friável (Torres & Saraiva, 1999), os resultados indicam que nas áreas com os diferentes tratamentos estudados, nas profundidades de 0,00-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m, apresentam valores superiores, indicando possíveis restrições à penetração de raízes, em períodos de déficit hídrico a 2 MPa (Tabela 1). Dias et al. (2001), testando diferentes sistemas de preparo de solo em área de cana-de-açúcar, não verificaram diferenças nos atributos físicos do solo, embora tenha observado maior resistência a penetração nas áreas onde foi utilizado somente herbicida (plantio direto).



Ao avaliar o sistema radicular, verificou-se que a densidade de raiz (DR) e massa de raiz (MR) apresentaram diferença para o manejo de rotação de cultura e para os tipos de sistemas de preparo (Tabela 1). As diferenças ocorreram para as camadas 0,00-0,10 e 0,40-0,60 m e para a média geral do perfil. A DR e MR no preparo convencional foi 45% maior do que o plantio direto com o manejo de rotação na camada de 0,00-0,10 m. Quando comparado os mesmos sistemas de preparo com relação ao manejo com e/ou sem rotação de culturas, verifica-se que o manejo com rotação favoreceu maiores DR e MR, tanto para o sistema plantio direto quanto para o preparo convencional.

No sistema plantio direto para a camada de 0,40-0,60 m a DR e MR foi de 81% e 84% maior comparado ao plantio direto sem rotação, respectivamente (Tabela 1). Da mesma forma, no tratamento com preparo convencional a adoção da rotação de culturas aumentou em 31% a DR e MR. Ao avaliar o perfil do solo, a DR e MR com rotação de cultura foi maior em ambos os sistemas de preparo. A produção da biomassa foi de 45% no plantio direto e de 51% para o preparo convencional, quando comparados aos sistemas de manejo sem rotação de cultura. Sendo assim a MR obteve uma produção média de 1.667 kg MS ha<sup>-1</sup> no plantio direto e 2.039 kg MS ha<sup>-1</sup> no preparo convencional maior no perfil do solo quando submetido ao uso de *Crotalaria spectabilis*.

## CONCLUSÕES

Não houve diferença para densidade do solo, porosidade do solo e resistência do solo à penetração para os tratamentos estudados.

A densidade e massa de raiz no preparo convencional foi 45% maior do que o plantio direto com o manejo de rotação na camada de 0,00-0,10 m.

A adoção da rotação de culturas aumentou em 31% a densidade e massa de raiz no preparo convencional.

## AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Engenharia Agrícola (Feagri/Unicamp) e ao Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol pela oportunidade e o financiamento do projeto

## REFERÊNCIAS

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B. & GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.; JONES, A.J. Methods for assessing soil quality. Madison: Soil

Science Society of America, 1996. p.123-141. (SSSA Special publication, 49).

ASSIS, R.L. & LANÇAS, K.P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférrico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 29:515-522, 2005.

CAMARGO, O.A. & ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba, SP: ESALQ, 1997. 132p.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; DIAS, F. L. F.; CASAGRANDE, A. A.; SILVA, A.R.; MUTTON, M. A. & CENTURION, J. F. Efeito prolongado de sistemas de preparo do solo com e sem cultivo de soqueira de cana crua em algumas propriedades físicas do solo. Engenharia Agrícola, 25: 189-198, 2005.

DIAS, F. L. F.; CASAGRANDE, A. A.; CAMPOS, M. S. & ANDRIOLI, I. Estudo agroecômico de sistemas de preparo do solo em área de colheita mecanizada de cana crua. STAB, 19:6-8, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 3. Ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2011, 230 p.

LIMA, R.P.; DE LEÓN, M.J. & DA SILVA, A. R. Compactação do solo de diferentes classes texturais em áreas de produção de cana-de-açúcar. Revista Ceres, 60: 16-20, 2013.

SMITH, D.M.; INMAN-BAMBER, N.G. & THORBURN, P.J. Growth and function of the sugarcane root system. Field Crops Research, 92:169-183, 2005.

SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S. P. & CESARIN, L. G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40: 271-278, 2005.

SOUZA, G.S.; SOUZA, Z.M.; SILVA, R.B.; ARAÚJO, F.S.; BARBOSA, R.S. & ARAÚJO, F.S. Effects of traffic control on the soil physical quality and the cultivation of sugarcane. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 38: 135-146, 2014.

TORRES, E. & SARAIVA, O.F. Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja. Londrina: Embrapa Soja, 1999. 58p. (Circular técnica, 23).

VASCONCELOS, A.C.M & DINARDO-MIRANDA, L.L. Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar e implicações no controle de nematóides. Americana: Adonis, 2006. 56p.



**Tabela 1** – Atributos físicos do solo e desenvolvimento do sistema radicular para os tratamentos com plantio direto (PD) e plantio convencional (PC) com e sem rotação de cultura.

Camada (m)	Com Rotação		Sem Rotação	
	PD	PC	PD	PC
Densidade do solo ( $\text{kg m}^{-3}$ )				
0,00-0,10	1,17 aA	1,08 aA	1,14 aA	1,16 aA
0,10-0,20	1,22 aA	1,12 bA	1,17 aA	1,13 aA
0,20-0,40	1,14 aA	1,13 aA	1,16 aA	1,16 aA
0,40-0,60	1,15 aA	1,10 aA	1,15 aA	1,16 aA
0,60-1,00	1,08 aA	1,07 aA	1,10 aA	1,10 aA
<b>Média</b>	<b>1,15 aA</b>	<b>1,10 aA</b>	<b>1,14 aA</b>	<b>1,14 aA</b>
Resistência do solo à penetração (MPa)				
0,00-0,10	1,69 aA	1,33 aA	1,66 aA	1,51 aA
0,10-0,20	1,51 aA	1,26 aA	1,52 aA	1,26 aA
0,20-0,40	1,42 aA	1,33 aA	1,50 aA	1,42 aA
0,40-0,60	1,13 aA	1,01 aA	1,05 aA	1,04 aA
0,60-1,00	0,62 aA	0,76 aA	0,79 aA	0,83 aA
<b>Média</b>	<b>1,29 aA</b>	<b>1,14 aA</b>	<b>1,31 aA</b>	<b>1,17 aA</b>
Porosidade total ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )				
0,00-0,10	0,52 aA	0,56 aA	0,52 aA	0,54 aA
0,10-0,20	0,50 aA	0,53 aA	0,51 aA	0,54 aA
0,20-0,40	0,51 aA	0,54 aA	0,50 aA	0,52 aA
0,40-0,60	0,50 aA	0,53 aA	0,50 aA	0,53 aA
0,60-1,00	0,53 aA	0,53 aA	0,51 aA	0,53 aA
<b>Média</b>	<b>0,51 aA</b>	<b>0,54 aA</b>	<b>0,51 aA</b>	<b>0,53 aA</b>
Densidade de raiz ( $\text{g dm}^{-3}$ )				
0,00-0,10	1,11 bA	1,61 aA	0,81 aA	0,91 aB
0,10-0,20	0,92 aA	1,32 aA	0,62 aA	0,82 aA
0,20-0,40	1,01 aA	1,09 aA	0,72 aA	0,78 aA
0,40-0,60	0,98 aA	0,83 aA	0,54 aB	0,63 aB
0,60-1,00	1,27 aA	1,16 aA	0,94 aA	0,84 aA
<b>Média</b>	<b>1,06 aA</b>	<b>1,20 aA</b>	<b>0,73 aB</b>	<b>0,79 aB</b>
Massa de raiz ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ )				
0,00-0,10	1117 bA	1616 aA	818 aA	907 aB
0,10-0,20	923 aA	1323 aA	614 aA	820 aA
0,20-0,40	1013 aA	1097 aA	726 aA	787 aA
0,40-0,60	984 aA	834 aA	534 aB	632 aB
0,60-1,00	1267 aA	1161 aA	945 aA	845 aA
<b>Média</b>	<b>5.305 aA</b>	<b>6.031 aA</b>	<b>3.638 aB</b>	<b>3.992 aB</b>

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey 5% de probabilidade, sendo que as letras minúsculas comparam médias da rotação de cultura, dentro de cada sistema de preparo, em cada preparo do solo e, letras maiúsculas comparam médias no sistema de preparo dentro da utilização de rotação de culturas.