



## Intervalo hídrico ótimo de um latossolo sob colheita mecanizada de cana-de-açúcar em diferentes umidades do solo<sup>(1)</sup>.

**Heverton Ponce Arantes<sup>(2)</sup>; Antonio Carlos Tadeu Vitorino<sup>(3)</sup>; Eber Augusto Ferreira do Prado<sup>(4)</sup>; Douglas Martins Pereira Pellin<sup>(5)</sup>, Willian Vieira Gonçalves<sup>(6)</sup>, Heldo .Denir Vhaldor Rosa Aran<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES; <sup>(2)</sup> Mestrando em Produção Vegetal; Faculdade de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; hevertonarantes@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor; Faculdade de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; antoniovitorino@ufgd.edu.br <sup>(4)</sup> Doutorando em Produção Vegetal; Faculdade de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; eberprado@hotmail.com; <sup>(5)</sup> Doutorando em Produção Vegetal; Faculdade de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; douglas.martins@agronomo.eng.br. <sup>(6)</sup> Doutorando em Produção Vegetal; Faculdade de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; willianvgoncalves@hotmail.com; <sup>(7)</sup> Doutorando em Produção Vegetal; Faculdade de Ciências Agrárias/ Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS, heldodenir@hotmail.com.

**RESUMO:** O conteúdo de água disponível para a planta no solo encontra-se dentro do intervalo hídrico ótimo (IHO). Operações de colheitas em umidades inadequadas podem compactar o solo e diminuir o IHO. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o IHO e as alterações estruturais de um Latossolo Vermelho distroférico, submetido a operações de colheita de cana de açúcar em diferentes umidades do solo. O solo na área do experimento foi um Latossolo Vermelho distroférico. O delineamento em blocos ao acaso (4x1), sendo 4 umidades e uma profundidades com quatro repetições. As umidades foram definidas no momento em que se realizou a colheita e foram as seguintes: T1- umidade no limite de plasticidade com 0,16 g g<sup>-1</sup>; T2- 0,19 g g<sup>-1</sup> de umidade; T3- 0,21 g g<sup>-1</sup> de umidade; T4- no limite de capacidade operacional contendo 0,24 g g<sup>-1</sup> de umidade. A profundidade, definida previamente em ensaios para detecção de limitação, foi centrada em 5 cm. Todos os tratamentos pós tráfego de máquinas promoveram aumento da densidade do solo simultaneamente a um aumento nos valores de capacidade de campo, ponto de murcha permanente, resistência do solo à penetração e houve uma redução na porosidade de aeração. Portanto, o aumento da umidade do solo no momento em que se realiza a colheita da cana promove uma redução no intervalo hídrico ótimo com consequente diminuição do conteúdo de água disponível para as plantas na cultura de cana-de-açúcar.

**Termos de indexação:** Resistência a penetração, Porosidade de aeração, argiloso.

### INTRODUÇÃO

A manutenção de condições físicas adequadas ao crescimento das plantas está relacionada com a preservação da estrutura do solo e pode ser alcançada por meio do conhecimento do

monitoramento da qualidade estrutural do solo em função das operações mecanizadas. As alterações nas relações massa/volume e na resistência mecânica do solo interagem entre si, alterando o ambiente radicular (Silva et al., 2001). Neste contexto, o intervalo hídrico ótimo (IHO) traduz os efeitos de sistemas de manejo na melhoria ou na degradação da qualidade física do solo. Termo foi originalmente proposto por Letey (1985) e introduzido no Brasil por Tormena et al. (1998), a partir do trabalho de Silva et al. (1994). O IHO integra os atributos físicos do solo que diretamente influenciam o desenvolvimento das culturas e estas inter-relações dependem da condição estrutural do solo e, portanto, do grau de degradação da estrutura a que ele está submetido (Pacheco & Cantalice, 2011).

Em áreas canavieiras, a compactação tem ocorrido especialmente em virtude das operações de manejo que envolvem o tráfego de máquinas, muitas vezes quando o solo está em condições inadequadas de umidade do solo, o que pode provocar compactação do solo alterando sua qualidade física e afetando assim, o crescimento e desenvolvimento das plantas, diminuindo a produtividade no decorrer dos anos. O conhecimento dos atributos físicos de um solo auxilia na determinação de manejos corretos.

Dessa maneira, objetivou-se com esse trabalho avaliar o impacto causado pela colheita mecanizada de cana-de-açúcar realizada em diferentes condições de umidade do solo sobre a qualidade estrutural e o intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distroférico podem levar ao melhor entendimento das relações Água-Solo-Planta garantindo maior produtividade e sustentabilidade ambiental.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área comercial da Usina Monte Verde (BUNGE-SA), no município de Ponta Porã, MS, durante o ano agrícola de 2013/14. A área se localiza à latitude de 22° 1' 53" S e



longitude 55° 07' 56" W e 400 m de altitude. De acordo com a classificação de Köppen o clima é do tipo Cwa, mesotérmico úmido, com chuvas no verão e seco no inverno.

O solo na área do experimento foi classificado como sendo um Latossolo Vermelho distroférrico, cuja análise textural realizada pelo método da pipeta (Embrapa, 1997) apresentou 612 g kg<sup>-1</sup> de argila, 274 g kg<sup>-1</sup> de silte e 114 g kg<sup>-1</sup> de areia. As características químicas foram: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,24; Ca<sup>2+</sup> = 60,35 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 14,37 mmolc dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,0 mmolc dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup> + Al = 24,88 mmolc dm<sup>-3</sup>; P = 16,97 mg dm<sup>-3</sup>; K = 14,12 mmolc dm<sup>-3</sup>; e MO = 32 g kg<sup>-1</sup> (Embrapa, 1997).

A área experimental foi instalada em local de cultivo comercial de cana sendo que se tratava de cana soca de quarto ano.

Os equipamentos utilizados para a colheita de cana-de-açúcar foram uma colhedora modelo 360 H, com massa de 15 Mg. Trator utilizado na tração dos transbordos, modelo 6180J, com 180 cv de potência, com 10,3 Mg de massa, distribuídos em dois pneus dianteiros 16,9R28 com pressão de inflação de 0,14 MPa e dois pneus traseiros 650/75R32 com pressão de inflação de 0,12 Mpa. Esse trator rebocou dois transbordos de 8 Mg de massa cada um, distribuída em quatro pneus de alta flutuação modelo 600/50-22,5 com pressão de inflação de 0,38 Mpa, com capacidade para carregar até 10 Mg de cana-de-açúcar, sendo dois transbordos acoplados ao trator. A colheita foi realizada estando os transbordos cheios e o solo com diferentes as umidades.

Após o preparo das amostras, essas foram saturadas por meio da elevação gradual de uma lâmina de água até atingirem cerca de dois terços da altura do anel para posterior estabilização do teor de água. As 28 amostras de cada tratamento e profundidade foram divididas em sete grupos de quatro amostras, e cada grupo submetido aos seguintes potenciais matriciais: -0,006; -0,01; -0,033; -0,066; -0,1; -0,3 e -1,5 Mpa, utilizando mesa de tensão (-0,006 Mpa) e câmara de Richards para os demais potenciais, conforme Klute (1986). O IHO foi determinado com base nos procedimentos descritos em Silva et al. (1994). Os valores críticos de umidade associados com o potencial matricial, resistência do solo à penetração e porosidade de aeração, representados respectivamente, pelo teor de água na capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ), potencial de -0,01 MPa (Reichardt, 1988); pelo teor de água no ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ), potencial de -1,5 MPa (Savage et al., 1996); pelo teor de água no solo em que a resistência do solo à penetração ( $\theta_{RP}$ ) atinge 2,0 MPa (Taylor et al., 1966); e pelo teor de água em que a porosidade de aeração ( $\theta_{PA}$ ) é de 0,10 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> (Grable & Siemer, 1968).

Para obter os valores de  $\theta_{CC}$  e  $\theta_{PMP}$ , utilizou-se o modelo matemático do tipo  $[\theta = \exp(a+bDs)\Psi c]$ , proposto por Silva et al. (1994), para ajuste dos dados originais, o qual incorpora a variável densidade do solo na função empregada por Ross et al. (1991), em que  $\theta$  é a umidade volumétrica do solo (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>); Ds é a densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>);  $\Psi$  é o potencial matricial (MPa); e as letras "a", "b" e "c" são os parâmetros empíricos de ajuste do modelo.

Os valores de RP de todas as amostras com  $\theta$  e Ds conhecidas foram ajustados matematicamente, utilizando o modelo do tipo  $[RP = d\theta e Ds f]$ , proposto por Busscher (1990), em que RP é a resistência do solo à penetração (MPa);  $\theta$  é a umidade volumétrica do solo (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>); Ds é a densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>); e as letras "d", "e" e "f" são os parâmetros empíricos de ajuste do modelo. Por meio dessa equação foi possível determinar o valor crítico de  $\theta$  para que a RP não ultrapassasse 2,0 MPa ( $\theta_{RP}$ ), em função da Ds. Para isso, substituiu-se RP na equação pelo valor de 2,0 MPa, considerado como limitante para efeito de cálculo do IHO.

O valor de  $\theta_{PA}$  foi obtido aplicando o modelo do tipo  $[\theta_{PA} = (1 - (Ds/Dp)) - 0,10]$ , em que  $\theta_{PA}$  é o teor de água volumétrico do solo em que a porosidade de aeração é de 0,10 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>; Ds é a densidade do solo (Mg m<sup>-3</sup>); Dp é a densidade de partículas (Mg m<sup>-3</sup>), sendo adotado o valor de 2,65 Mg m<sup>-3</sup> como densidade média de partículas.

Na determinação dos limites superiores do IHO, considerou-se o  $\theta_{CC}$ , ou aquele em que a  $\theta_{PA}$  é considerada adequada ao crescimento e desenvolvimento da cultura. Como limites inferiores foram considerados o  $\theta_{PMP}$  ou aquele correspondente à  $\theta_{RP}$  limitante ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Após o cálculo dos limites superiores e inferiores do IHO, determinou-se a densidade crítica do solo ( $D_{sc}$ ), que é a densidade do solo em que o IHO se iguala a zero, ou seja, quando o limite superior do IHO equivale numericamente ao limite inferior (Silva et al., 1994).

### Tratamentos e amostragens

As umidades do solo foram determinadas no momento da realização da colheita mecanizada e definiram os seguintes tratamentos: T1- umidade no limite de plasticidade com 0,16 g g<sup>-1</sup>; T2- 0,19 g g<sup>-1</sup> de umidade; T3- 0,21 g g<sup>-1</sup> de umidade; T4- no limite de capacidade operacional contendo 0,24 g g<sup>-1</sup> de umidade. As profundidades foram estabelecidas previamente em ensaios para detecção de limitação, e foram centradas em 5 cm.

Após a colheita da cana nos diferentes estados de umidade do solo as amostras com estrutura preservadas foram coletadas a 40 cm da linha de plantio em cilindros metálicos com 6,45 cm de diâmetro e 2,54 cm de altura, em sete pontos



escolhidos aleatoriamente nas parcelas experimentais em cada bloco totalizando 28 amostras por profundidade para cada tratamento.

#### Análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (4x1) sendo quatro umidades e uma profundidade, de 5 cm, com quatro repetições.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os tratamentos após o tráfego de máquinas ocorreu um aumento nos potenciais à capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ), ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ), bem como nos valores de resistência do solo à penetração ( $\theta_{RP}$ ) e houve uma redução na porosidade de aeração ( $\theta_{PA}$ ) com o aumento da densidade do solo (**Figura 1**).

Resultados semelhantes foram obtidos por Araujo et al. (2013) que ao estudarem dois diferentes manejos de colheita de cana-de-açúcar também constataram que os valores dos potenciais de capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ), do ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ) e da resistência do solo à penetração ( $\theta_{RP}$ ), aumentaram com a densidade do solo.

Observou-se ainda que a medida em que se aumentou a umidade do solo no momento da colheita houve diminuição na quantidade de água retida disponível para as plantas, diminuindo o intervalo hídrico ótimo. Esse fato se dá com o aumento da densidade do solo. Em estudo avaliando controle de tráfego em colheita mecanizada de cana-de-açúcar Roque et al. (2011) também encontraram que os valores de quantidade de água que se encontra entre a  $\theta_{PMP}$  e a  $\theta_{CC}$  diminuiu conforme aumentou a densidade do solo.

Na profundidade avaliada o tratamento 1, que foi a condição de solo com menor umidade no momento da colheita, obtiveram maiores valores de intervalo hídrico ótimo, comparado aos demais tratamentos. Esse aspecto demonstra menor potencial de compactação com o solo mais seco, agravando o processo com o aumento da umidade do solo por ocasião do tráfego de maquinários na colheita.

O processo de compactação do solo pode ser atribuído tanto à diminuição do espaço poroso entre os agregados, ocorrendo um rearranjo destes na matriz do solo, como à ruptura e destruição dos agregados, havendo rearranjo e orientação das partículas, o que resulta numa massa coesa na matriz do solo (Horn et al., 1995). Esses processos vão depender do conteúdo de água do solo e da pressão externa aplicada ao solo pelos sistemas de manejo adotados (Silva & Cabeda, 2006).

Para os tratamentos T1 e T2 o fator limitante superior foi a porosidade de aeração, enquanto para os tratamentos T3 e T4 o fator limitante

superior foi a CC até uma densidade de  $1,41 \text{ g cm}^{-3}$ , após essa densidade o fator limitante superior passa a ser a porosidade de aeração, o que sugere que quando a densidade do solo atinge valores superiores a  $1,41 \text{ g cm}^{-3}$  (**Figura 1**), e o solo estiver na capacidade de campo, a difusão de oxigênio, pode ser insatisfatória, acarretando condições físicas desfavoráveis para o crescimento da cana-de-açúcar.

#### CONCLUSÕES

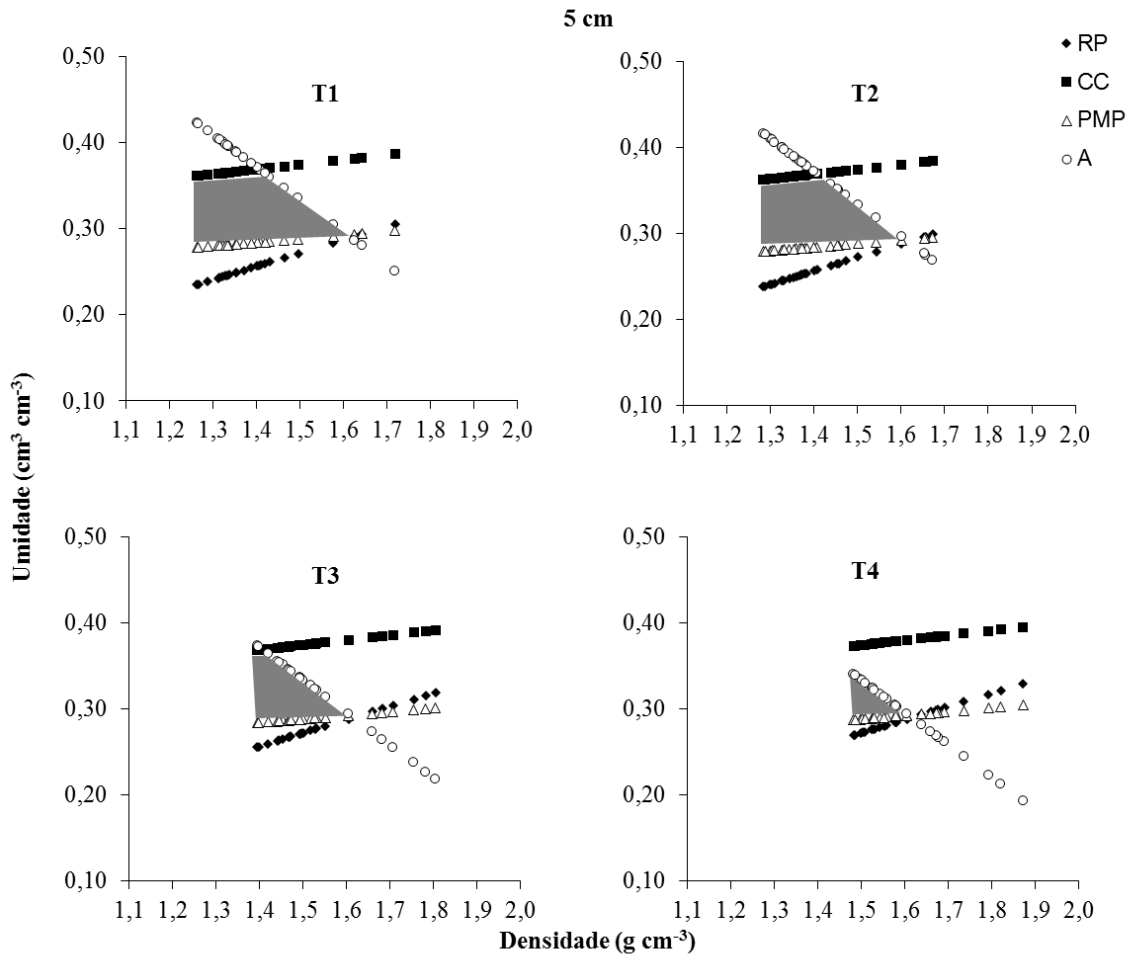
O aumento da umidade do solo no momento da colheita diminui a qualidade física hídrica do solo, determinada pelo Intervalo Hídrico Ótimo.

#### AGRADECIMENTOS

A toda equipe de pesquisa em física do solo, aos técnicos e alunos da pós graduação em Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. A usina Monte Verde – BUNGE pela disponibilidade da área usada.

#### REFERÊNCIAS

- SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; IMHOFF, S. Funções de pedotransferência para as curvas de retenção de água e de resistência do solo à penetração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n.1, p. 1-10, 2008.
- SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V. Compactação e compressibilidade do solo sob sistemas de manejo e níveis de umidade. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, v.30, n.6, p.921-930, 2006.
- SILVA, A.P.; KAY, B.D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. *Soil Science Society of America Journal*, v. 58, n.1, p.1775- 1781, 1994
- SILVA, A. P.; KAY, B. D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range. *Soil Science Society of America Journal*, v. 58, n.2, p.1775-1781, 1994.
- SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M.H.; MÜLLER, M.M.L. & LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. *Advances in Soil Science*, New York, v.1, n.1, p.277-297, 1985.
- PACHECO, E.P.; CANTALICE, J.R.B. Compressibilidade, resistência a penetração e intervalo hídrico ótimo de um Argissolo Amarelo cultivado com cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, n.2, p.403-415, 2011.
- TAYLOR, H. M.; ROBERSON, G. M.; PARKER, J. R. Soil strength-root penetration relations to medium to coarse-textured soil materials. *Soil Science*, v. 102, n. 1, p. 18-22, 1966.
- TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. V.22, n.4, p.573-581, 1998.



**Figura 1** - Variação dos teores de água do solo, na profundidade centrada em 5 cm, na capacidade de campo ( $\theta_{CC}$ ), ponto de murcha permanente ( $\theta_{PMP}$ ), porosidade de aeração de  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  ( $\theta_{PA}$ ) e resistência do solo à penetração de  $2,0 \text{ MPa}$  ( $\theta_{RP}$ ), em função de alterações na densidade de um Latossolo Vermelho distroférico submetido a operações de colheita de cana sob as seguintes umidades do solo, T1- no limite de capacidade operacional contendo  $0,239 \text{ g g}^{-1}$  de umidade; T2-  $0,207 \text{ g g}^{-1}$  de umidade; T3-  $0,190 \text{ g g}^{-1}$  de umidade; T4- umidade no limite de plasticidade com  $0,167 \text{ g g}^{-1}$ . Dourados, UFGD, 2015.