



## SISTEMA RADICULAR DA CANA-DE-AÇÚCAR EM DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE PLANTIO SUBMETIDO AO CONTROLE DE TRÁFEGO AGRÍCOLA <sup>(1)</sup>.

**Guilherme Adalberto Ferreira Castioni<sup>(1)</sup>; Zigomar Menezes de Souza<sup>(2)</sup>; Marcelo Dayron Rodrigues Soares<sup>(3)</sup>; Gustavo Henrique Cassarotti<sup>(1)</sup>, Rodrigo Machemehl<sup>(1)</sup>, Iago Peres dos Santos<sup>(1)</sup>, Náide de Paula Ribeiro<sup>(1)</sup>**

1. Engenheiro Agrônomo, Departamento de Água e solo, Feagri/Unicamp, Av. Candido Rondon, 501, cep:13083-875, (19) 35211111, guilhermecastioni@hotmail.com; marcelo.dayron@gmail.com; gustavo.cassarotti@gmail.com; rodrigomac6@gmail.com; iagoperes@me.com; náide\_paula@hotmail.com.

2. Engenheiro Agrônomo, Prof. Associado, UNICAMP/FEAGRI, cep:13083-875 (19) 35211069, zigomarms@feagri.unicamp.br

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi investigar os atributos do sistema radicular da cana-de-açúcar sob Latossolo Vermelho em diferentes configurações de plantio, submetido ao controle de tráfego agrícola. O experimento foi conduzido no município de Lençóis Paulista, São Paulo, Brasil, com coordenadas geográficas de 22035'46" de latitude sul e 48048'40" de longitude oeste. Foram avaliados os atributos de raiz para a estimativa de massa e volume de raízes no solo nas camadas de 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m. Os dados foram submetidos à análise de estatística clássica. O estudo demonstrou que os sistemas de espaçamentos combinado, triplo e de precisão apresentou maior massa seca e volume de raiz em relação ao espaçamento tradicional.

**Termos de indexação:** espaçamento de plantio; densidade radicular; volume radicular.

### INTRODUÇÃO

A otimização da configuração de plantio e densidade populacional de plantas da cana-de-açúcar, é um desafio à indústria canavieira, tendo em vista a busca do setor por maiores produtividades. Pesquisas têm sido desenvolvidas buscando respostas sobre o efeito da redução do espaçamento no aproveitamento de recursos pela planta, bem como a aplicação do controle de tráfego na cultura.

Tendo em vista que, associada ao controle do tráfego, a alternativa que pode auxiliar na redução do processo de compactação do solo é o plantio com diferentes espaçamentos entre linhas e/ou plantas, uma vez que esse arranjo possibilita que em uma mesma área, anteriormente cultivada com espaçamento simples (uma linha entre as linhas do rodado), seja plantado com maior densidade de plantas por hectare, com maiores espaçamentos

entre as linhas de tráfego, o que promove a redução da quantidade trafegada por área.

A redução da distância entre sulcos no plantio da cana-de-açúcar na maioria das vezes resulta em ganhos de produtividade, sendo que o aumento de produtividade agrícola, mais significativo ocorre em solos de menor fertilidade, com a utilização de menores espaçamentos. Em média observa-se ganhos de 1 a 2% em produtividade para cada 0,10 m de redução no espaçamento. Vários fatores podem interferir nesta maior produtividade como maior área foliar, maior aproveitamento dos nutrientes e água do solo, melhor controle de ervas daninhas pelo fechamento rápido (BENEDINI e CONDE, 2008). Porém, o que condiciona o espaçamento de plantio da cana-de-açúcar são as máquinas, tanto tratores quanto colhedoras com a redução de espaçamento surgem o agravamento da compactação das entrelinhas do canavial em aproximadamente 60% da superfície do solo.

A eliminação total do tráfego é uma realidade impossível de se alcançar, tendo em vista que são inúmeras operações durante o ciclo da cultura da cana-de-açúcar que necessitam de maquinário ou implementos de arrasto. No entanto, a solução para a redução do tráfego, segundo Souza et al. (2012) está no planejamento para se trabalhar com o solo em condição de umidade ideal, dimensionamento de máquinas e equipamentos que façam melhor aproveitamento de passagens e manobras na área.

Considerando que o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro ocorra de maneira sustentável é importante a realização de estudos com direcionamento do tráfego e espaçamento de plantio, os quais permitirão redução da compactação e melhorias na qualidade física do solo, bem como a identificação e a quantificação dos efeitos causados pelo manejo da cultura sobre o solo. Portanto, o objetivo do trabalho foi estudar o sistema radicular da cana-de-açúcar sob Latossolo Vermelho em



diferentes configurações de plantio, submetido ao controle de tráfego agrícola.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área pertencente à Usina Zilor, situada a 22°35'46" de latitude sul e 48°48'40" de longitude oeste, localizada no município de Lençóis Paulista-SP, Brasil, apresentando relevo plano a suave-ondulado. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o subtropical úmido do tipo Cwa, com temperaturas do mês mais quente superiores a 22 °C e do mês mais frio inferiores a 18 °C.

Foram avaliadas nestes experimentos quatro configurações de plantio, buscando identificar a maior produtividade da cultura correlacionando com os atributos de planta e sistema radicular. O experimento foi montado em um esquema de parcelas subdivididas, sendo os espaçamentos sorteados às parcelas e os dois tipos de tráfego sorteados às subparcelas no delineamento de blocos casualizados com cinco repetições, totalizando 40 parcelas experimentais. Os espaçamentos a serem estabelecidos no plantio do canal são ilustrados na Figura 1, e descritos a seguir:

1. Espaçamento convencional de referência (EC) – espaçamento simples com 1,50 m entrelinhas e distribuição de 15 gemas por metro de sulco no plantio;
2. Espaçamento alternado duplo (EA) – espaçamento de 0,90 x 1,50 m entrelinhas duplas e distribuição de 15 gemas por metro de sulco no plantio.
3. Espaçamento alternado triplo (ET) – espaçamento de 0,75 x 0,75 x 1,50 m entrelinhas e distribuição de 15 gemas por metro de sulco no plantio.
4. Plantio geométrico com espaçamento de 0,75 x 0,75 m entre plantas e entrelinhas (PP 0,75m), e distribuição de 4 gemas por ponto de plantio de precisão.

As parcelas experimentais tem 24 m de largura por 50 m de comprimento. O número de sulcos de plantio por parcela foi dependente de cada espaçamento entrelinhas, no espaçamento convencional de 1,5 m foram 16 sulcos, no espaçamento alternado (0,90 x 1,5 m) foram 10 conjunto de linhas duplas (20 sulcos), no espaçamento triplo (0,75 x 0,75 x 1,5m) foram 8 conjunto de linhas triplas (24 sulcos) e para o espaçamento de precisão foram 32 sulcos.

A variedade de cana-de-açúcar implantada na área foi a CTC 15, escolhida pela usina de acordo com as condições da área elegida para o

desenvolvimento do experimento. Considerando as áreas de cada parcela experimental associadas aos carregadores, foi necessária uma área total de aproximadamente 2,5 ha, enquanto que a área útil (excluindo carregadores e áreas de manobra de máquinas) de 1,5 ha.

Durante o plantio, os sulcos para a distribuição das mudas de cana-de-açúcar foi feito mecanicamente. A distribuição das mudas em todos os espaçamentos foi manual seguindo o padrão das usinas tratamentos 1, 2 e 3. No espaçamento 4 as mudas foram provenientes de toletes com 2,0 gemas cada, distribuídos geometricamente em espaçamento de 0,75 m entrelinhas e 0,75 m entre plantas.

A análise do sistema radicular foi a mesma utilizada por Otto et al. (2011), com o auxílio de sondas em aço inox com 1,2 m de comprimento e 0,055 m de diâmetro, interno coletaram amostras de solo mais raízes, introduzindo o equipamento no solo por meio de pancadas do embolo que possui duas manoplas laterais na base superior da haste. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0,00-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m, em que o volume de solo mais raízes amostrado em cada sondagem, na profundidade de 0,2 m equivale a 0,475 dm<sup>3</sup>. Essas avaliações foram realizadas após a colheita da parte aérea das plantas de cana-de-açúcar para avaliação da biomassa da parte aérea. Após a coleta das amostras, foi efetuada a separação do solo das raízes por peneiramento a seco (malha 2,0 mm). As raízes e rizomas separados do solo foram lavados em água corrente, secos em estufa ventilada a 65 °C e obtidas as massas de material seco.

Os atributos do sistema radicular da cana-de-açúcar foram avaliados no *software* SAS®, por meio da análise de variância pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e apresentando significância para as interações ou entre os níveis dos fatores isolados foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de plantio apresentaram diferença para massa seca e volume radicular nas diferentes posições de amostragem, apresentando o sistema de arranjo com precisão de plantio maior valores na região do canteiro e linha de plantio (Tabela 1). Isso ocorreu devido menor densidade do solo e maior porosidade do solo na linha da soqueira nos diferentes sistemas de plantio avaliados. Paulino et al. (2004) verificaram aumento da superfície e densidade radicular da cana-de-açúcar com o



aumento da macroporosidade e redução da densidade do solo. Esses atributos relacionados ao sistema radicular interferem no desenvolvimento da parte aérea da cultura, porque permite que a planta explore um maior volume de solo e, a partir da maior área de contato solo-raiz, absorva maior quantidade de água e nutrientes. Essa maior exploração do solo é importante, principalmente, para nutrientes com pouca mobilidade no solo, como o fósforo (Smith et al., 2005). Chan et al. (2006) observaram melhorias na qualidade física de um solo argiloso na área não trafegada sob sistema de tráfego controlado, resultando num aumento de 67 e 35% do desenvolvimento do sistema radicular de canola e trigo, respectivamente.

Os sistemas de plantio apresentaram diferença para massa seca radicular nas diferentes camadas de solo, com maiores valores de massa seca radicular no espaçamento de precisão nas três camadas de solo, não diferindo dos espaçamentos combinado e triplo (Tabela 1). Isso está provavelmente associado ao maior número de plantas em relação ao sistema com espaçamento tradicional, devido também à ausência de tráfego sobre a soqueira e na região do canteiro. Chan et al. (2006) e Collares et al. (2008) também observaram redução do crescimento radicular de culturas agrícolas, devido ao efeito da compactação do solo.

Foi observada massa seca radicular de 0,21 a 0,63 g dm<sup>-3</sup> entre os sistemas de manejo (Tabela 2). Vasconcelos et al. (2003) encontraram massa seca de 1,33 g dm<sup>-3</sup> em área de cana com colheita mecanizada, coletado 8 meses após plantio na camada de 0,00-0,20 m, no quinto ciclo produtivo. Otto et al. (2009) observaram valores médios de massa seca de cana de 1,71 e 0,18 g dm<sup>-3</sup> nas linhas de plantio e do rodado, respectivamente, na camada de 0,00-0,20 m colhidos 15 meses após plantio. Esses valores foram superiores aos encontrados nesse trabalho. Além do efeito de variedade, fertilidade do solo, condições de manejo e clima, a época de amostragem pode ter influenciado nos resultados, uma vez que as raízes foram amostradas logo após a colheita da cana, num período de senescência da cultura (Smith et al., 2005).

A massa seca e volume radicular apresentaram aumento no sentido C<LP para todos os sistemas de plantio estudados, sendo que na linha de plantio foram observados os maiores valores diferindo do canteiro (Tabela 2). Otto et al. (2009) também notaram redução do desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar a medida que se afastava da linha da soqueira e aproxima-se da entrelinha, causado pela maior compactação do solo

e menores teores de nutrientes. Respostas das plantas à compactação do solo são mediadas por mudanças nas características e funcionamento das raízes (Alameda et al., 2011).

Nos quatro sistemas de plantio, a massa seca e o volume radicular reduziram em profundidade (Tabela 1). Isso ocorreu devido à menor estruturação do solo e disponibilidade de nutrientes em profundidade. De acordo com Smith et al. (2005), a maior concentração da biomassa das raízes e da densidade radicular de cana ocorre na superfície, apresentando declínio exponencial com a profundidade. O sistema radicular da cana-de-açúcar no manejo com colheita mecanizada apresenta de 70-85% das raízes até 0,00-0,40 m de profundidade (Alvarez et al., 2000; Vasconcelos et al., 2003; Otto et al., 2009). Evidências apontam atividade do sistema radicular da cana até 2,0 m de profundidade, contudo o crescimento pode continuar e atingir camadas mais profundas (Smith et al., 2005).

## CONCLUSÕES

Os sistemas de espaçamentos combinado, triplo e de precisão apresentou maior massa seca e volume de raiz em relação ao espaçamento tradicional.

## REFERÊNCIAS

- ALAMEDA, D.; ANTEN, N.P.R.; VILLAR, R. 2012. Soil compaction effects on growth and root traits of tobacco depend on light, water regime and mechanical stress. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, 120:121-129.
- ALVAREZ, I.A.; CASTRO, P.R.K.; NOGUEIRA, M.C.S. 2000. Crescimento de raízes de cana crua e queimada em dois ciclos. *Scientia Agricola*, 57:653-659.
- BENEDINI, M. S.; CONDE, A. J. 2008. Espaçamento ideal de plantio para a colheita mecanizada da cana-de-açúcar. *Revista Coplana*, 1:26-28, 2008.
- CHAN, K.Y.; et al. Agronomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, 89:13-21. 2006
- COLLARES, G. L. et al. Compactação de um latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32:933-942. 2008.
- OTTO, R. et al. Root system distribution of sugar cane as related to nitrogen fertilization, evaluated by two methods: monolith and probes. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:601-611. 2009.



OTTO, R. et al. High soil penetration resistance reduces sugarcane root system development. *Soil and Tillage Research*. 117: 201-210. 2011.

PAULINO, A.F. et al. Escarificação de um Latossol o Vermelho na pós-colheita de soqueira de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:911-917. 2004.

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

SOUZA, G. S.; SOUZA, Z. M.; SILVA, R. B.; ARAÚJO, F. S.; BARBOSA, R. S. Compressibilidade do solo e sistema radicular da cana-de-açúcar em manejo com e sem controle de tráfego. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47:603-612, 2012.

VASCONCELOS, A.C.M. et al. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:849-858. 2003.



**Tabela 1.** Sistema radicular da cana-de-açúcar nos sistemas de manejo com espaçamento tradicional (1,5 m), combinado (0,90 x 1,5 m), triplo (0,75 x 0,75 x 1,5 m) e de precisão (0,75 x 0,75 m) determinados nas linhas de plantio (LP) e do rodado (C) nas camadas de 0,00-0,10 m, 0,10-0,20 m e 0,20-0,40 m.

Sistema de Plantio	LP	C	0,00-0,10	0,10-0,20	0,20-0,40	Média
<b>Massa seca (g dm<sup>-3</sup>)</b>						
Tradicional	0,28 Ba	0,21 Ba	0,31	0,27	0,16	0,25 B
Combinado	0,40 Aa	0,29 Ab	0,46	0,38	0,30	0,38 A
Triplo	0,42 Aa	0,31 Ab	0,45	0,39	0,29	0,38 A
Precisão	0,63 Aa	0,39 Ab	0,62	0,49	0,39	0,52 A
Média	0,43	0,30	0,48 a	0,38 b	0,29 b	
	22,50		23,61			
<b>Volume radicular (cm<sup>3</sup> dm<sup>-3</sup>)</b>						
Tradicional	1,15 Ba	1,11 Ba	1,17	1,04	1,06	1,09 B
Combinado	1,39 Aa	1,29 Ab	1,43	1,27	1,31	1,34 A
Triplo	1,41 Aa	1,33 Ab	1,47	1,30	1,25	1,34 A
Precisão	1,60 Aa	1,45 Ab	1,57	1,39	1,30	1,42 A
Média	1,39	1,30	1,41 a	1,25 b	1,23 b	
CV (%)	33,45		38,41			