

## DESENVOLVIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR SOBRE DIFERENTES NÍVEIS DE TRÁFEGO CONTROLADO

Dalita Maria Cardoso<sup>1</sup>, Fabrício Leite<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá - UEM, Campus de Umuarama, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Departamento de Ciências Agronômicas. Estrada da Paca s/n, Bairro São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190. E-mail: [dalita\\_cardoso@hotmail.com](mailto:dalita_cardoso@hotmail.com), [fleite2@uem.br](mailto:fleite2@uem.br)

\*autor correspondente: [fleite2@uem.br](mailto:fleite2@uem.br)

**RESUMO:** Com as inovações e modernizações na produção da cana-de-açúcar e nos sistemas de mecanização agrícola, vem a preocupação com o tráfego descontrolado e seus problemas causados no desenvolvimento e produção da cultura e do solo. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento de cana-de-açúcar no Arenito Caiuá submetido a cinco níveis de tráfego controlado. O delineamento experimental foi blocos casualizados com cinco intensidades de tráfego controlado P1, P2, P3, P4 e P5 (10, 20, 30, 40 e 50 passadas no mesmo rastro), e cinco repetições. Após o tráfego do trator na área experimental foram analisados o diâmetro, altura e perfilhamento da cana-de-açúcar em relação a cinco épocas de avaliação (15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio), a resistência do solo à penetração na linha de cultivo e no tráfego do trator, e a altura, diâmetro, comprimento médio dos colmos, número de colmos por planta, peso médio de 10 plantas, testes de brotação e análises industriais no final do ciclo da cultura. Os diferentes níveis de intensidade de tráfego não influenciaram na biometria e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Saccharum spp*, compactação, tráfego de máquinas.

## DEVELOPMENT OF CANE SUGAR ON DIFFERENT LEVELS OF CONTROLLED TRAFFIC

**ABSTRACT:** Along with the innovations and modernizations in the production of sugar cane and in the systems of agricultural mechanization, comes the concern with the uncontrolled traffic and its problems caused in the development and production of the crop and the soil. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the development of sugarcane in the Caiuá Sandstone submitted to five levels of controlled traffic. The experimental design was randomized blocks with five intensities of controlled traffic P1, P2, P3, P4 and P5 (10, 20, 30, 40 and 50 passed in the same trail), and five replications. After the tractor traffic in the experimental area, the diameter, height and tillering of the sugarcane were analyzed in relation to five evaluation periods (15, 30, 45, 60 and 75 days after planting), soil resistance to Penetration in the cultivation line and in the tractor traffic, and the height, diameter, average stem length, number of stems per plant, average weight of 10 plants, sprout tests and industrial analyzes at the end of the crop cycle. The different levels of traffic intensity did not influence the biometrics and technological quality of sugarcane.

**KEY WORDS:** *Saccharum spp*, compaction, machinery traffic.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar tem papel importante na economia brasileira desde o período dos engenhos de açúcar, assumindo importância socioeconômica, sendo a terceira cultura em área plantada no Brasil, ficando atrás somente do milho e da soja (Casiero, 2014).

O Brasil como um dos principais países produtores e exportadores de açúcar do mundo (Casiero, 2014), vem evoluindo em questões de inovações tecnológicas na produção da cana de açúcar (*Saccharum spp.*) ganhando importância na geração de empregos, renda e energia, sendo seus produtos de maior importância relacionados com a produção de açúcar e etanol. Juntamente com as inovações e modernizações na produção canavieira e nos sistemas de mecanização agrícola, vem a preocupação com o tráfego descontrolado e seus problemas causados no desenvolvimento e produção da cultura (Testa, 2014).

Na última década, o setor sucroenergético brasileiro vem intensificando a mecanização para plantio e, principalmente, para colheita. Com essa evolução tecnológica, questões como o aumento da compactação do solo e a diminuição da longevidade do canavial vêm se tornando frequentes.

Freddiet al. (2007) e Cunha et al. (2009) constataram que o efeito do tráfego do trator concentra-se principalmente na camada superficial (0 a 20 cm), onde a primeira passada é a que mais provoca compactação do solo. Segundo Francetto et al. (2014) o tráfego descontrolado de máquinas também causa alterações nas condições físicas do solo, proporcionando redução da porosidade total do solo, dificultando o desenvolvimento radicular das plantas.

Camargo e Alleoni, (2006) destacam que a maior parte dos danos causados pela compactação ocorre nas primeiras passadas das máquinas e implementos. Com o aumento no número de passadas no mesmo local, há aumento cada vez menos acentuado na compactação. Em um experimento realizado por Coleti e Demattê (1982) foi constatado que aproximadamente 50 a 60% da compactação se manifestou com as primeiras passadas.

Segundo Ripoli e Ripoli, (2009) à medida que cresce o número de passadas do rodado sobre terreno agrícola, sua macroporosidade é diminuída e conseqüentemente há aumento da densidade relativa do solo. Juntamente com a compactação em profundidade, há relação também com a queda da umidade.

Braunack et al. (2006) em avaliação ao tráfego na colheita da cana-de-açúcar verificou redução da compactação e aumento da produtividade em áreas com controle de tráfego, benefícios estes que podem atingir também a produtividade e o ganho econômico do produtor.

A adoção do controle de tráfego permite melhorias na estrutura do solo, bem como melhoria no potencial de absorção de nutrientes e desenvolvimento da cultura. (Roque et al., 2010)

Considerações de compactação a processos erosivos dos solos, condições físicas, movimentação de água e nutrientes no perfil, influenciam diretamente no crescimento radicular e a produtividade da cultura. A intensidade de operações mecanizadas em lavouras de cana de açúcar tem como consequência a compactação do solo, com efeitos danosos sobre sua qualidade física. Constantemente vêm se observando problemas na compactação do solo em áreas agrícolas, fator este que pode ser potencializado pelas operações mecanizadas sem manejo adequado. (Storino, et al., 2008)

Uma alternativa, segundo Roque et al. (2010), para o problema de compactação do solo sob canais atualmente é o manejo controlado de tráfego agrícola.

Determinar os níveis de pressões suportados pelo solo auxilia no desenvolvimento sustentável do setor sucroalcooleiro, e permite evitar a degradação estrutural dos solos e adequar as atividades de forma condizente com as limitações dos ambientes de produção (Souza et al., 2010).

Para que ocorra sucesso no setor sucroalcooleiro a qualidade da cana de açúcar é de fundamental importância. Para correta avaliação, alguns aspectos devem ser levados em consideração; a riqueza em açúcar, a qualidade do produto final e o potencial de recuperação dos açúcares da cana (Ripoli e Ripoli, 2009).

Em vista do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cana de açúcar sobre diferentes níveis de tráfego controlado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual de Maringá, Campus de Umuarama – PR, localizada nas coordenadas 23°47'24.36"S e 53°15'26"O e altitude de 401 m. O solo é classificado de acordo com EMBRAPA (2013) como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico.

A área foi submetida ao preparo convencional com uma aração, duas gradagens e uma subsolagem do solo. Posteriormente, com o auxílio de um subsolador modelo Jumbo Matic, montado, equipado com discos de corte e com massa de 800 kg, foram montadas duas hastes no centro do implemento para abrir os sulcos de cultivo. Os sulcos de cultivo foram feitos com 35 cm de profundidade para a implantação da cana de açúcar. Foi realizada a adubação na linha

de cultivo com superfosfato simples (150 kg de  $P_2O_5ha^{-1}$ ). A variedade utilizada foi a CTC9001, onde foram colocados rebolos com três gemas cada, sobrepondo-os, totalizando 15 gemas por metro no sulco de cultivo. O espaçamento utilizado entre linhas foi de 0,9 m.

Após a abertura dos sulcos e implantação da cultura da cana de açúcar, foi realizado o tráfego do trator, simulando o peso das operações realizadas no cultivo da cana de açúcar para a produção de açúcar e álcool em usinas canavieiras.

O tráfego foi realizado por um trator da marca John Deere modelo 7515, com potência nominal de 103 kW (140 cv), na marcha 2B, com lastro líquido nos pneus de 75% de água e peso de embarque de 83 kN.

Após o tráfego do trator agrícola e o desenvolvimento da cultura (1 ano), foram feitas as análises, sendo retiradas 10 canas de cada parcela para avaliação de diâmetro, altura, número de colmos, tamanho médio de colmos e peso de 10 plantas. Para as avaliações foi necessário o uso de trena, paquímetro e balança de precisão.

Para avaliação da resistência do solo a penetração foi utilizado um penetrômetro de anel dinâmométrico da marca Contenco, sendo coletados dados de 00 – 10, 10 – 20, 20 – 30 e 30 – 40 cm de profundidade, na linha de cultivo e no rastro do trator.

O delineamento experimental inicial foi de blocos casualizados 5x5, sendo cinco intensidades de tráfego controlado e cinco épocas de avaliação. Foram avaliados a altura (cm), diâmetro (mm) e perfilhamento da cana-de-açúcar em seu desenvolvimento inicial. Para estes, foi designado um calendário de coleta de dados, sendo avaliados em 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a implantação (DAP) da cultura. Depois de feitas todas as coletas, as médias foram submetidas ao teste de regressão linear.

Já para as avaliações finais, o delineamento experimental foi blocos casualizados com cinco intensidades de tráfego controlado P1, P2, P3, P4 e P5 (10, 20, 30, 40 e 50 passadas no mesmo rastro), e cinco repetições. A área experimental possui 100 m de comprimento e 20 m de largura sendo dividida em parcelas com dimensões de 10m de comprimento e 3 m de largura, totalizando 25 unidades experimentais.

Para avaliação da altura da cana (cm) foi necessário fazer as medições com o auxílio de uma trena, onde foram medidas da base inferior da planta até a folha +1 (primeira folha com o Dewlap visível). Para coleta do diâmetro (mm) da planta foi utilizado um paquímetro.

No teste de brotação foram retiradas 4 canas de cada repetição, homogeneizadas e separadas em 4 repetições, para cada uma das parcelas, onde foram cortados apenas os nós da

cana, visando avaliações das gemas para brotações, sendo gemas da base e do ápice da planta. Após a separação dos nós, estes foram colocados em bandejas com vermiculita hidratada onde as gemas ficavam voltadas para cima. Posteriormente foram submetidos à câmara de germinação por 15 dias. Com o desenvolvimento dos nós do ápice e da base, foram realizadas análises de comprimento da raiz (cm) e da parte aérea (cm), número de brotações e massa seca de parte aérea e raiz.

Nas análises industriais da cana de açúcar foram necessárias a coleta de 6 canas de cada repetição, sendo estas cortadas em toletes e separadas. Posteriormente levadas até a Usina Santa Terezinha (Umuarama - PR) para análises industriais. Na usina foram feitas as moagens da cana de açúcar e depois foram levados para o laboratório industrial, onde foram separados 500g da moagem de cada tratamento para prensa para extração do caldo.

Com a extração do caldo fez-se as análises de °Brix onde se coloca o caldo extraído e já filtrado em um aparelho sacarímetro de Brix. Mediu-se também o pH do caldo extraído de cada amostra com o auxílio de um pHmetro, e o teor de sacarose, através da leitura sacarimétrica feita por um sacarímetro digital. Com o que sobrou da moagem, pesou-se uma amostra para analisar peso do bolo (bagaço) úmido (PBU). Após foram feitas as tabulações dos resultados obtidos e estes foram utilizados pelo sistema operacional da usina para os cálculos de pureza e ATR (açúcares totais recuperáveis).

O procedimento foi realizado em todos os tratamentos, e posteriormente foram feitas as médias de cada repetição em todos os parâmetros analisados, onde estes foram submetidas à análise de variância pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os valores médios de resistência a penetração nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm em função das diferentes áreas de coleta do solo (A1= no rastro, A2= linha de cultivo), onde estas foram significativamente maiores no local onde o tráfego foi realizado. Já para a camada de 30 - 40 cm não apresentou diferença estatística nos diferentes locais de avaliação, sendo que as compactações na linha de cultivo podem ser ocasionadas por outros fatores, denominados pé de grade, onde as camadas subsuperficiais são mais compactadas. O aumento nas camadas mais superficiais é causado devido a carga do trator

sobre a superfície do solo e devido ao intenso tráfego de máquinas agrícolas, ocasionando o aumento da densidade do solo e a diminuição da macroporosidade (Silva et al., 2011).

Nas profundidades amostradas no rastro do trator (A1) e nas profundidades de 20-30 e 30-40 cm coletadas na linha de cultivo (A2), pode-se observar que nas condições em que o solo se encontra, podem diminuir o desenvolvimento radicular da cultura da cana de açúcar. Valores entre 0,75 e 2,00 Mpa são considerados limitantes ao desenvolvimento radicular da cana de açúcar e valores acima de 2,00 Mpa podem diminuir severamente o crescimento radicular. (Otto et al., 2011)

Segundo Manhães, (2015) a resistência do solo à penetração das raízes pode ocorrer resultante da compactação exercida pelo tráfego de máquinas e implementos, e prejudicar o crescimento do sistema radicular em camadas mais profundas e influenciar significativamente o perfilhamento da cana-de-açúcar.

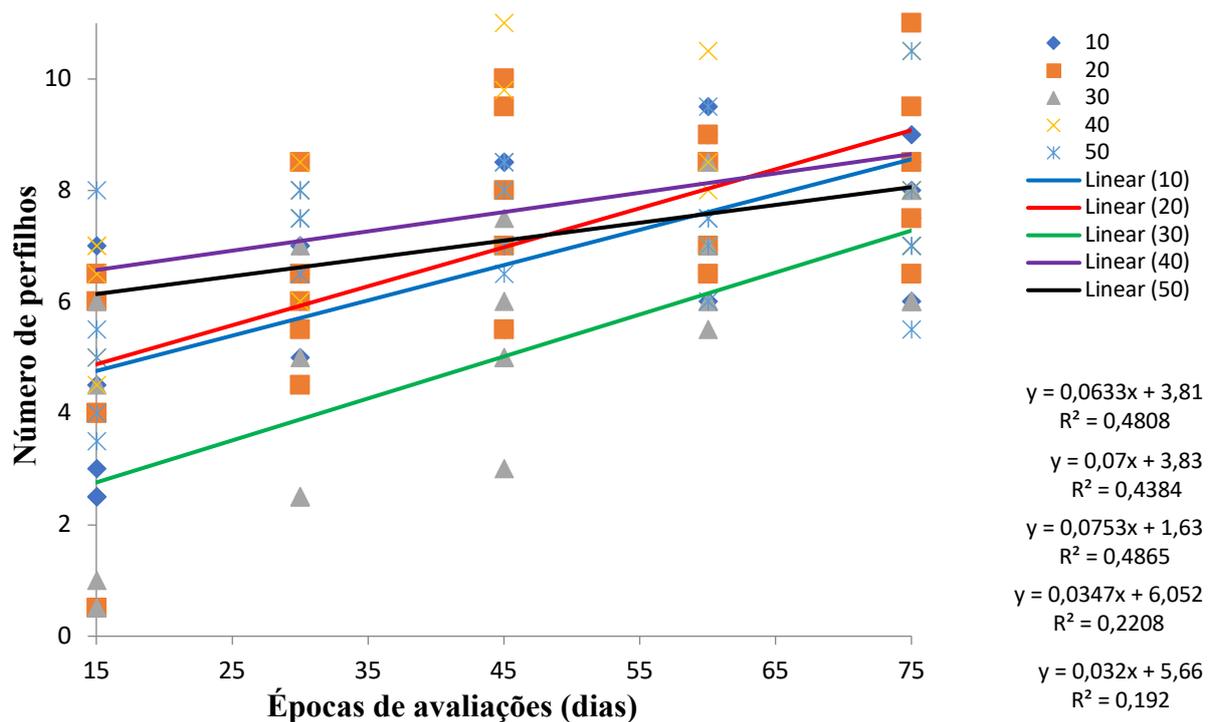
**Tabela 1** – Resistência do solo à penetração em quatro profundidades em função da área de coleta A1= no rastro A2= linha de cultivo, Umuarama – PR, 2017

	RP 0-10 cm	RP 10-20 cm	RP 20-30 cm	RP 30-40cm
A1	2,53 a	2,69 a	2,82 a	2,72 a
A2	0,53 b	1,28 b	2,17 b	2,52 a
Dms	0,22	0,34	0,27	0,21

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey. (P<0,05)

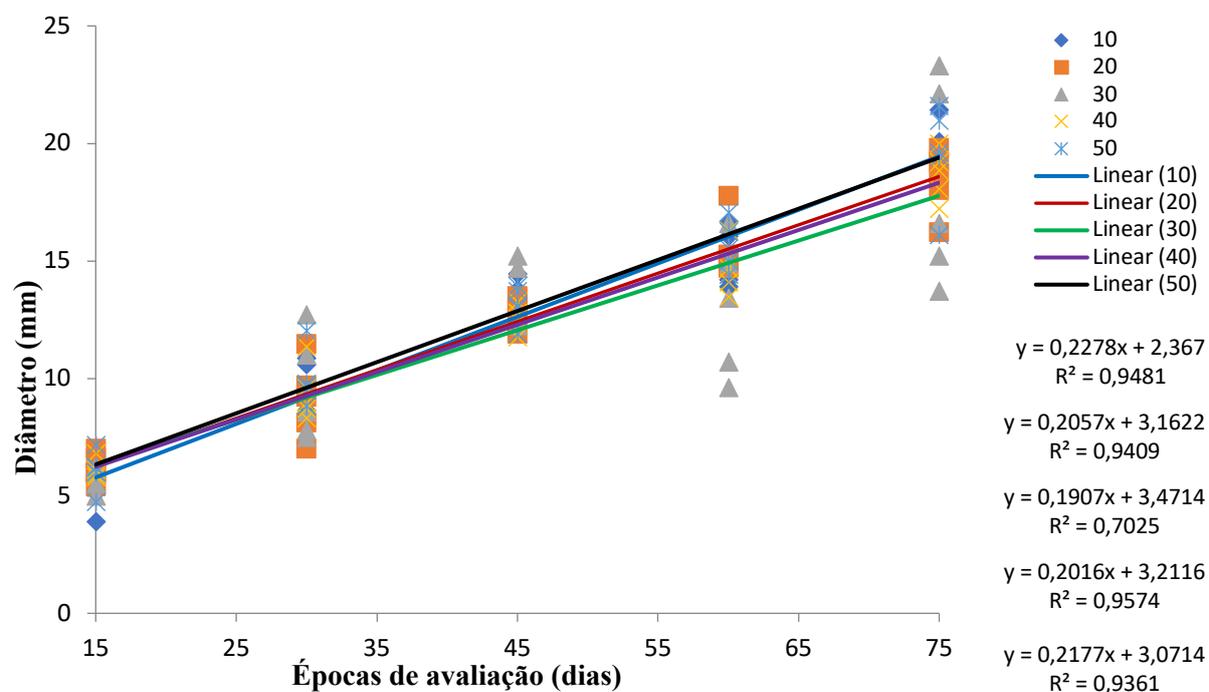
Analisando a Figura 1, podemos observar o perfilhamento da cana-de-açúcar ao longo de cinco épocas de avaliações 15, 30, 45, 60 e 75 dias após a emergência (DAP). Essas foram submetidas a níveis de tráfego controlado (10, 20, 30, 40 e 50 passadas no mesmo rastro). Os dados obtidos mostram que o tráfego de máquinas agrícolas não foi representativo para o número de perfilhos, já que estes apresentaram variações entre as avaliações de épocas de coleta dos dados de perfilhamento. Porém, ambas as condições de tráfego mostraram um crescimento linear para o perfilhamento da cana-de-açúcar durante as épocas de amostragem.

Diola e Santos, (2010) ressaltam que o perfilhamento se inicia em torno de 40 DAP e pode durar até 120 dias e que é um processo fisiológico com ramificações subterrâneas. Os perfilhos formados mais cedo produzem talos mais grossos e mais pesados, e os formados mais tarde podem morrer ou permanecerem curtos ou imaturos. A máxima população é alcançada entre 90 e 120 dias. Aos 150–180 dias, pelo menos 50% dos perfilhos morrem e é estabelecida uma população estável. (Manhães, 2015).



**Figura 1** – Número de perfis da cana-de-açúcar para cinco épocas de avaliações sobre cinco intensidades de tráfego controlado. (10, 20, 30, 40 e 50 passadas no mesmo rastro).

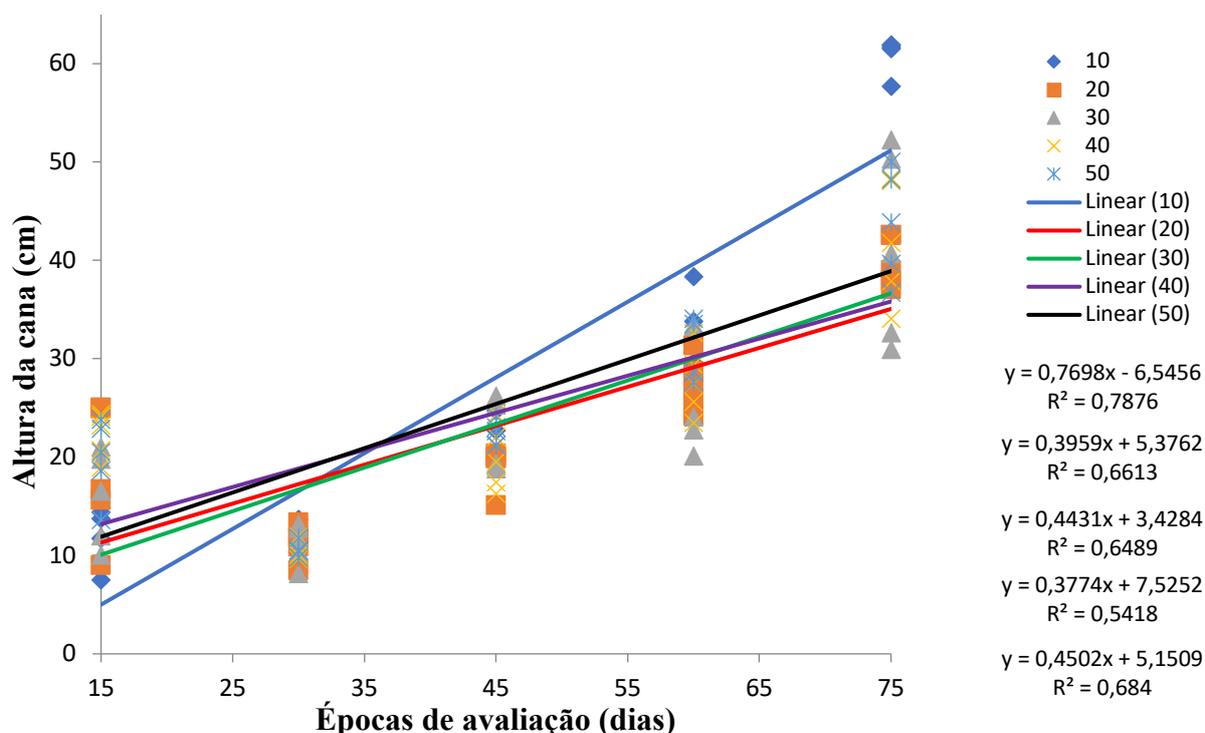
Na Figura 2, observa-se um crescimento linear do diâmetro da cana-de-açúcar em relação às datas de coleta (15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio – DAP). Em comparação a



**Figura 2** – Diâmetro (mm) da cana-de-açúcar para cinco épocas de avaliações sobre cinco intensidades de tráfego controlado. (10, 20, 30, 40 e 50 passadas no mesmo rastro).

trafegabilidade empregada na área, a parcela com menor intensidade de tráfego (10 passadas no mesmo rastro) se sobressaiu dentre as demais, pois a mesma apresentou o maior crescimento em diâmetro, onde saiu de cerca de 5,5 mm na primeira avaliação para 19 mm na última avaliação. As demais intensidades de tráfego apresentaram comportamentos semelhantes desde a primeira até a última análise de dados. Roque et al, (2010) ressalta que o tráfego de máquinas agrícolas aumenta a densidade do solo e diminui o diâmetro médio da cana de açúcar, o que causa redução na produtividade. Além de causar degradação cumulativa nos aspectos físicos do solo.

A Figura 3 mostra o comportamento da altura da cana-de-açúcar ao longo de cinco avaliações em diferentes épocas (15, 30, 45, 60 e 75 dias após o plantio – DAP) sobre a influência de cinco intensidades de tráfego controlado. O crescimento da cana-de-açúcar é constante entre as avaliações, porém, observando o gráfico pode-se verificar que a menor intensidade de tráfego (10 passadas) foi o que teve melhor crescimento em altura (cm), se sobressaindo dentre as demais intensidades de tráfego (20, 30, 40 e 50 passadas). Valores estes que ressaltam o efeito da trafegabilidade de máquinas agrícolas sobre o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar. Bonelli et al, (2011) ressalta que o tráfego influencia na brotação da cana-de-açúcar, assim como no crescimento de parte aérea, já que a produção de colmo e folha de



**Figura 3** – Altura (cm) da cana-de-açúcar para cinco épocas de avaliações sobre cinco intensidades de tráfego controlado. (10, 20, 30, 40 e 50 passadas no mesmo rastro).

gramíneas são afetadas pela compactação do solo. As demais intensidades de tráfego apresentaram comportamentos semelhantes sobre o desenvolvimento de parte aérea em altura.

A Tabela 2 mostra valores obtidos do número de colmos, comprimento médio dos colmos, peso de dez plantas, diâmetro médio e altura média das plantas sobre cinco intensidades de tráfego. A partir dos dados observados, não houve diferença significativa para nenhum dos parâmetros apresentados. Neste sentido, pode-se verificar que os níveis de compactação do solo, sejam eles mais ou menos compactados, não influenciarão o desenvolvimento final da cana-de-açúcar. Como concluiu Costa et al. (2010) que em relação à colheita mecanizada da cana-de-açúcar, se realizada na zona de friabilidade do solo, não provocará compactação prejudicial ao desenvolvimento da cana-de-açúcar.

**Tabela 2** – Valores de quadrado médio das plantas para: número de colmos, comprimento médio de colmos (m), peso (kg) de dez plantas, diâmetro (mm) médio e altura (m) média das plantas sobre cinco intensidades de tráfego (T1= 10; T2=20; T3= 30; T4= 40 e T5= 50 passadas no mesmo rastro)

	Nº colmos	Comprimento de colmos (m)	Peso (kg)	Diâmetro (mm)	Altura (m)
Tratamento	3.028 <sup>ns</sup>	0.000608 <sup>ns</sup>	9.64 <sup>ns</sup>	0.040 <sup>ns</sup>	0.011867 <sup>ns</sup>
Repetição	6.632 <sup>ns</sup>	0.000552 <sup>ns</sup>	1.64 <sup>ns</sup>	0.040 <sup>ns</sup>	0.012739 <sup>ns</sup>
CV (%)	9.41	19.76	10.57	6.76	4.90
Média geral	20.253	0.1142	18.24	2.96	2.13

Valores seguidos de ns= não significativo; \*= significativo para 5% de probabilidade; \*\*= 1% de probabilidade; CV= coeficiente de variação.

Em relação aos testes de brotações realizados para a cana-de-açúcar após seu desenvolvimento, a Tabela 3 mostra valores de massa seca de raiz para gemas da base e do

**Tabela 3** - Valores de quadrado médio das plantas para: massa seca de raiz (g) (ápice e base) e massa seca de parte aérea (g) (ápice e base), sobre cinco intensidades de tráfego (T1= 10; T2=20; T3= 30; T4= 40 e T5= 50 passadas no mesmo rastro)

	Massa seca raiz (g)		Massa seca parte aérea (g)	
	Ápice	Base	Ápice	Base
Tratamento	0.088 <sup>ns</sup>	0.487*	2.912**	0.888*
Repetição	0.063 <sup>ns</sup>	0.045 <sup>ns</sup>	0.454 <sup>ns</sup>	0.359 <sup>ns</sup>
CV (%)	17.05	14.60	16.34	32.89
Média geral	1.275	2.201	3.159	1.631

Valores seguidos de ns= não significativo; \*= significativo para 5% de probabilidade; \*\*= 1% de probabilidade; CV= coeficiente de variação.

ápice da planta. Estes mostram que não foi significativo para massa seca de raiz em gemas do ápice das plantas, porém em relação à massa seca de raiz para gemas da base houve significância entre os tratamentos a 5% de probabilidade entre os níveis de intensidades de tráfego. Para massa seca de parte aérea foi significativa entre os tratamentos a 1% e 5% de probabilidade respectivamente para ápice e base.

A Tabela 4 mostra valores das médias para teste de massa seca de gemas da base e do ápice, e massa seca de parte aérea das gemas da base e ápice, sobre cinco níveis de intensidades de tráfego distintos. Dessa maneira, massa seca de raiz no ápice foi significativo. Já para base, os valores mostram que a intensidade de tráfego de quarenta passadas influenciou no desenvolvimento de raiz, onde este apresentou o menor resultado. Em contraposto, a menor intensidade de tráfego obteve os melhores resultados de massa seca de raiz. E para as demais intensidades (20, 30 e 50 passadas) os resultados foram semelhantes.

**Tabela 4** – Valores de Massa seca de raiz (g) para ápice e base, e massa seca de parte aérea (g) para ápice e base. Para teste de brotação sobre cinco intensidades de tráfego (T1= 10; T2=20; T3= 30; T4= 40 e T5= 50 passadas no mesmo rastro) para vinte observações

	Massa seca raiz (g)		Massa seca parte aérea (g)	
	Ápice	Base	Ápice	Base
T1	1.352 a	2.627 a	3.187 abc	2.300 a
T2	1.335 a	2.082 ab	4.317 a	1.852 ab
T3	1.227 a	2.360 ab	2.655 bc	1.587 ab
T4	1.040 a	1.687 b	3.555 ab	1.332 ab
T5	1.420 a	2.250 ab	2.082 c	1.082 b

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na massa seca de parte aérea houve significância para ambas as análises (ápice e base), sendo que para ápice o melhor resultado ficou na intensidade de vinte passadas no mesmo rastro, sendo semelhantes à intensidade de dez passadas. As brotações da base apresentaram melhores valores na menor intensidade de tráfego (10 passadas), sendo que o menor resultado ocorreu no maior nível de intensidade de tráfego (50 passadas), mostrando em ambas as análises, que as menores intensidades de tráfego demonstraram melhor desenvolvimento de parte aérea para teste de brotação, e as com maiores intensidades apresentaram os menores resultados. O que confirma Bonelli et al, (2011) onde ressalta que o tráfego influencia na brotação da cana-de-açúcar, já que a produção de colmo, folha e a relação folha/colmo de gramíneas são afetadas pela compactação do solo.

Os valores de comprimento de raiz em testes de brotação de gemas ápice e base, comprimento de parte aérea e número de brotações de gemas de ápice e base são demonstradas na Tabela 5. Estes mostram que para comprimento de raiz do ápice e da base da planta não teve significância estatisticamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Calonego et al. (2011) que, comparando plantas de cobertura em solos compactados, não encontraram diferença significativa na produção de raízes e Foloni et al, (2003) obteve resultados semelhantes com cultivares de milho.

Já para para comprimento de parte aérea de ápice e base demonstraram estatisticamente diferenças significativas a 1% e 5% respectivamente. E para número de brotações, ambas as análises (ápice e base) não apresentam significância.

**Tabela 5** - Valores de quadrado médio das plantas para: comprimento de raiz (cm) (ápice e base), comprimento de parte aérea (cm) (ápice e base) e número de brotações (ápice e base), sobre cinco intensidades de tráfego (T1= 10; T2=20; T3= 30; T4= 40 e T5= 50 passadas no mesmo rastro)

	Comprimento de raiz (cm)		Comprimento de parte aérea (cm)		Número de brotações	
	Ápice	Base	Ápice	Base	Ápice	Base
Tratamento	3.530 <sup>ns</sup>	9.832 <sup>ns</sup>	27.119 <sup>**</sup>	15.034 <sup>*</sup>	1.325 <sup>ns</sup>	1.875 <sup>ns</sup>
Repetição	0.695 <sup>ns</sup>	3.330 <sup>ns</sup>	8.323 <sup>ns</sup>	9.011 <sup>ns</sup>	0.983 <sup>ns</sup>	1.200 <sup>ns</sup>
CV (%)	13.60	13.85	12.39	26.34	9.40	16.95
Média geral	10.711	12.329	15.644	8.275	8.85	7.00

Valores seguidos de ns= não significativo; \*= significativo para 5% de probabilidade; \*\*= 1% de probabilidade; CV= coeficiente de variação.

A Tabela 6 mostra os valores das médias de comprimentos de raiz, onde ambos não foram significantes estatisticamente, tanto para base como para ápice. Já em relação a comprimento de parte aérea para ápice, a maior intensidade de tráfego (50 passadas) foi o que teve menores resultados, as demais intensidades de tráfego (10, 20, 30 e 40 passadas) apresentaram resultados semelhantes não diferenciando entre si. Comprimento de parte aérea da base apresentou significância, onde o melhor resultado se analisou no tratamento 1 (dez passadas no mesmo rastro). E o tratamento 5 (50 passadas), com maior nível de compactação obteve o menor resultado. Fagundes et al, (2014) constataram em testes com variedades de cana-de-açúcar que os níveis de compactação influenciarão no desenvolvimento de parte aérea

da cana-de-açúcar. Para número de brotações, não houve significância tanto para ápice quanto para base.

**Tabela 6** – Valores de comprimento de raiz (cm) para ápice e base, comprimento de parte aérea para ápice e base, e número de brotações para ápice e base. Para teste de brotação sobre cinco intensidades de tráfego (T1= 10; T2=20; T3= 30; T4= 40 e T5= 50 passadas no mesmo rastro) para vinte observações

	Comprimento de raiz (cm)		Comprimento de parte aérea (cm)		Número de brotações	
	Ápice	Base	Ápice	Base	Ápice	Base
T1	11.947 a	14.630 a	17.140 a	11.180 a	9.25 a	7.75 a
T2	10.495 a	10.955 a	17.887 a	8.222 ab	8.75 a	7.50 a
T3	9.540 a	13.132 a	15.675 a	8.900 ab	8.00 a	7.00 a
T4	10.252 a	10.960 a	16.282 a	6.815 ab	9.50 a	6.75 a
T5	11.322 a	11.967 a	11.235 b	6.257 b	8.75 a	6.00 a

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já em relação às análises industriais, a Tabela 7 mostra valores de °Brix, leitura sacarimétrica (L.S.), pH do caldo extraído pela prensa, peso do bolo (bagaço) úmido (PBU), pureza e açúcares totais recuperáveis (ATR). Dessa maneira, não houve significância nos tratamentos (intensidades de tráfego) para °Brix, assim como para leitura sacarimétrica (L.S.) e açúcares totais recuperáveis (ATR). Já para pH, os valores foram muito semelhantes e não houve variação. Pureza e peso do bolo úmido (PBU) também não apresentaram significância tanto para tratamento, como para repetições. O que indica que os níveis de intensidade tráfego causados pelo uso descontrolado de máquinas agrícolas nos processos de preparo, plantio, tratos culturais e colheita da cana de açúcar não prejudicam o desenvolvimento final da cana de açúcar, assim como, não altera propriedades finais para produção de etanol e açúcar nas usinas

**Tabela 7** - Valores de quadrado médio das plantas para: °Brix, L.S. (leitura sacarimétrica), pH, PBU (peso do bolo úmido (g)), pureza e ATR (açúcares totais recuperáveis) para análises industriais sobre cinco intensidades de tráfego (T1= 10; T2=20; T3= 30; T4= 40 e T5= 50 passadas no mesmo rastro)

	°Brix	L.S.	pH	PBU	Pureza	ATR
Tratamento	0.24 <sup>ns</sup>	5.06 <sup>ns</sup>	0.00	116.66 <sup>ns</sup>	1.54 <sup>ns</sup>	15.36 <sup>ns</sup>
Repetição	1.44 <sup>**</sup>	38.86 <sup>**</sup>	0.00	196.26 <sup>ns</sup>	6.14 <sup>ns</sup>	75.56 <sup>*</sup>
CV (%)	2.86	3.94	0.00	6.63	1.73	3.10
Média geral	19.64	69.28	5.00	151.280	85.36	134.92

Valores seguidos de ns= não significativo; \*= significativo para 5% de probabilidade; \*\*= 1% de probabilidade; CV= coeficiente de variação.

canavieiras. Resultados esses, corroboram com resultados obtidos por Sousa et al, (2016) que estudou a qualidade industrial, biométrica e a produtividade da cultura da cana-de-açúcar sob compactações com uso de piloto automático, e constatou que o uso do piloto automático para tráfego em canaviais não alterou a produtividade, a qualidade industrial nem as características biométricas da cultura da cana-de-açúcar no primeiro ano.

A Tabela 8 apresenta os valores de °Brix, leitura sacarimétrica (LS), pH do caldo, peso do bolo úmido (PBU), pureza e ATR (açúcares totais recuperáveis) sobre as cinco intensidades de tráfego (T1= 10; T2=20; T3= 30; T4= 40 e T5= 50 passadas no mesmo rastro). Os valores apresentados mostram que não houve significância. Porém, os valores de °Brix, de todos os tratamentos, apresentam-se acima dos valores utilizados como critério do estágio de maturação, que segundo Rodrigues (2005), apresentam valores mínimos de 18. Para pH do caldo, não houve diferença, e o pH se manteve constante para ambos os tratamentos.

**Tabela 8** – Valores de °Brix, L.S. (leitura sacarimétrica), pH, PBU (peso do bolo (bagaço) úmido (g), pureza e ATR (açúcares totais redutores). Para análises industriais sobre cinco intensidades de tráfego (T1= 10; T2=20; T3= 30; T4= 40 e T5= 50 passadas no mesmo rastro)

Tratamento	°Brix	L.S.	pH	PBU	Pureza	ATR
T1	19.60 a	68.80 a	5.3 a	158.40 a	84.60 a	134.20 a
T2	19.60 a	68.60 a	5.3 a	150.40 a	85.20 a	133.60 a
T3	19.40 a	68.40 a	5.3 a	149.20 a	85.20 a	133.20 a
T4	20.00 a	70.80 a	5.3 a	153.00 a	86.00 a	136.80 a
T5	19.60 a	69.80 a	5.3 a	145.40 a	85.80 a	136.80 a

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de pureza também estão dentro do limite estabelecido pelo critério de Rodriguez (1995), que deve ser superior a 85%, no entanto, o tratamento 1 apresentou valor inferior a 85%, porém o valor não teve diferença significativa estatisticamente. Os valores de ATR (açúcares totais recuperáveis) obtidos também estão acima da média nacional registrada no ano safra 2015/2016, que teve uma média de 131,1 kg/t, (CONAB, 2015) o que indica em ambos os tratamentos há alto potencial para a indústria canavieira.

### CONCLUSÕES

O desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar foi melhor no tratamento com menor índice de intensidade de tráfego.

Os diferentes níveis de intensidade de tráfego não influenciaram na biometria e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

O desenvolvimento de parte aérea e massa seca de raiz das gemas do teste de brotação foram melhores em tratamentos com menores níveis de intensidade de tráfego.

## REFERÊNCIAS

BONELLI, E.A.; BONFIM-SILVA, E.M.; CABRAL, C.E.A.; CAMPOS, J.J.; SCARAMUZZA, W.L.M.; POLIZEL, A.C. Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.264-269, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar: Terceiro levantamento – Janeiro/2012**. Brasília: MAPA/CONAB, 2012. 19p.

BRAUNACK, M.V.; ARVIDSSON, J.; HAKANSSON, I. Effect of harvest traffic position on soil conditions and sugarcane (*Saccharum officinarum*) response to environmental conditions in Queensland, Australia. **Soil and Tillage Research**, New York, v.89, p.103-121, 2006.

CALONEGO J.C; GOMES, T.C.; SANTOS, C.H.; TIRITAN, C.S. Desenvolvimento de plantas de cobertura em solo compactado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, p.289-296. 2011.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Causas da Compactação do solo**. 2006. Disponível em: '<http://www.infobibos.com/Artigos/CompSolo/C3/Comp3.Htm>'. Acesso em: 16 jun. 2017.

CASIERO, D.A.P.; **Efeito do tráfego agrícola na produtividade da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) nos espaçamentos 1, 4 e 1, 5m**. 2014. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

COLETI, J.T.; DEMATTÊ, J.L.I.; Compactação artificial em solos. Experiências e dados informativos. **Álcool e Açúcar**, São Paulo, v. 2, n. 9, p. 34-38, 1982.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento: **Acompanhamento da safra brasileira de Cana-de-açúcar: Safra 2015/2016**. Brasília: CONAB, 2015. v.2, n.3 p.1-65, (Terceiro levantamento).

CUNHA, J.P.A.R.; CASCÃO, V.N.; REIS, E.F.; Compactação causada pelo tráfego de trator em diferentes manejos de solo. **Acta Scientiarum - Agronomy**, Maringá, v.31, n.3, p.371-375, 2009.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F.; BORÉM, A.; CALDAS, C. (Ed.) **Cana-de-açúcar: Bioenergia, açúcar e álcool: Tecnologias e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p. 25-49.

FAGUNDES, E.A.A.; SILVA, T.J.A.; BONFIM-SILVA, E.M.; Desenvolvimento inicial de variedades de cana-de-açúcar em Latossolo submetidas a níveis de compactação do

solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.2, p.188-193, 2014.

FOLONI, J.S.; CALONEGO, J.C.; LIMA, S.L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.947- 953, 2003.

FRANCETTO, T.R.; LEINDECKER, J.A.; DAGIOS, R.F.; OLIVEIRA, Z.B.; Tráfego de Máquinas Agrícolas e Alterações na Densidade do Solo e Porosidade Total de um Argissolo Vermelho em Área Sob Videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 43, 2014, Campo Grande. **Anais**. Campo Grande: CONBEA, 4p.

FREDDI, S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L.; Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, p.627-636, 2007.

MANHÃES, C.M.C.; GARCIA, R.F.; FRANCELINO, F.M.A.; OLIVEIRA, F.H.; COELHO, F.C. Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v.17, n.1, p.163-181, 2015.

OTTO, R.; SILVA, A.P.; FRANCO, H.C.J.; OLIVEIRA, E.C.A.; TRIVELIN, P.C.O.; **Soil and Tillage Research**, New York, v.117, p.201-210, 2011.

RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C. **Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. Piracicaba: Barros e Marques Editoração Eletrônica, 2009. 302p.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, 1995. 99 p.

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, v.45, p.744-750, 2010.

ROQUE, A. A. O.; SOUZA, Z.M.S.; BARBOSA, R.A.; SOUZA, G.S. Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.7, p.744-750 2010.

SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, G.C.; JÚNIOR, M.S.D.; CASTRO, M.B.; OLIVEIRA, L.F.C.; COSTA, K.A.P.; Compactação de solos cultivados com cana de açúcar: II – Quantificação das restrições às funções edáficas do solo em decorrência da compactação prejudicial. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.414-423, 2010.

SILVA, A.R.; DIAS JUNIOR, M.S.; LEITE, F.P. Avaliação da intensidade de tráfego e carga de um forwarder sobre a compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.547-554, 2011.

SOUSA, A.C.M. **Atributos físicos do solo e de planta em área de cana-de-açúcar com controle de tráfego em diferentes espaçamentos**. 2016. 170p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

SOUZA, Z.M.; JÚNIOR, J.M.; PEREIRA, G.T. Geoestatística e atributos do solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.1, p.48-56, 2010.

STORINO, M.; PECHE FILHO, A.; KURACHI, S. A. H.; Aspectos operacionais do preparo de solo. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.) **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 2008. p.547-572.

TESTA, J.V.P. **Desempenho operacional e energético de colhedoras de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) para uma e duas linhas da cultura**. 2014. 43p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.