

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FELIPE GOMES DE SOUZA

**ARRANJO DE PLANTIO E TIPO DE MUDA INFLUENCIAM
A PRODUTIVIDADE E A QUALIDADE DA CANA SOCA?**

CHAPADÃO DO SUL – MS

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FELIPE GOMES DE SOUZA

**ARRANJO DE PLANTIO E TIPO DE MUDA INFLUENCIAM
A PRODUTIVIDADE E A QUALIDADE DA CANA SOCA?**

Orientadora: Profa. Dra. Rita de Cassia Félix Alvarez

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2021



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

DISCENTE: Felipe Gomes de Souza

ORIENTADOR: Dra. Rita de Cassia Felix Alvarez

TÍTULO: Arranjo de plantio e tipo de muda influenciam a produtividade e a qualidade da cana soca?

AVALIADORES:

Profa. Dra. Presidente Rita de Cassia Felix Alvarez

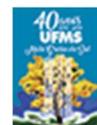
Prof. Dr. Paulo Eduardo Teodoro

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

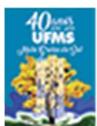
Chapadão do Sul, 26 de fevereiro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Rita de Cassia Felix Alvarez, Professor do Magisterio Superior**, em 26/02/2021, às 08:16, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Eduardo Teodoro, Professor do Magisterio Superior**, em 26/02/2021, às 08:17, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alan Mario Zuffo, Professor do Magisterio Superior - Visitante**, em 26/02/2021, às 08:17, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2402440** e o código CRC **2E1ED5D3**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Rod MS 306, Km 105, Caixa Postal 112

Fone: (67)3562-6351

CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família incentivar nesta etapa da vida. À minha orientadora professora Dra. Rita de Cassia Félix Alvarez e ao professor e coordenador do mestrado em produção vegetal, Dr. Paulo Eduardo Teodoro pelas colaborações relevantes para execução desta pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Precipitação acumulada por ciclo hidrológico. Obtido da estação meteorológica automática instalada próximo à área experimental.	11
2	Linha dupla + tolete = DT, linha dupla + MPB5= DM5, linha dupla + MPB7 = DM7, linha tripla + tolete = TT, linha tripla + MPB5 = TM5, linha tripla + MP7 = TM7.	12

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Análise química do solo da área experimental.	10
2	Resumo da análise de variância para altura de colmo (AC), diâmetro de colmo (DC), número de colmos por metro (NCM), massa de 10 colmos (M10C), tonelada de colmos por hectare (TCH), pureza da cana, fibra da cana, Brix do caldo, Pol do caldo e açúcares totais recuperáveis (ATR), em resposta a arranjos de plantio e tipo de mudas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2017.	16
3	Comparação de médias de fibra da cana em resposta a tipo de mudas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2017.	16
4	Resumo da análise de variância para altura de colmo (AC), diâmetro de colmo (DC), número de colmos por metro (NCM), massa de 10 colmos (M10C), tonelada de colmos por hectare (TCH), pureza da cana, fibra da cana, Brix do caldo, Pol do caldo e açúcares totais recuperáveis (ATR), em resposta a arranjos de plantio e tipo de mudas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2018.	17
5	Comparação de médias de altura de colmo (AC), número de colmos por metro linear (NCM) e açúcar total recuperável (ATR), resposta ao arranjo de linhas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2018.	17
6	Comparação de médias de número de colmos por metro linear (NCM), açúcar total recuperável (ATR), Brix do caldo, Pol do caldo e fibra da cana, em resposta ao tipo de muda. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2018.	18
7	Desdobramento da interação arranjo de linhas x tipo de mudas obtidas para diâmetro de colmo (DC) no quarto corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2018.	18
8	Resumo da análise de variância para altura de colmo (AC), diâmetro de colmo (DC), número de colmos por metro (NCM), massa de 10 colmos (M10C), tonelada de colmos por hectare (TCH), pureza da cana, fibra da cana, Brix do caldo, Pol do caldo e açúcares totais recuperáveis (ATR), em resposta a arranjos de plantio e tipo de mudas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2019.	19
9	Comparação de médias do número de colmos por metro (NCM), resposta ao arranjo de linhas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2019.	20
10	Comparação de médias de diâmetro de colmo (DC), resposta ao tipo de muda. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2019.	20
11	Desdobramento da interação arranjo de linhas x tipo de mudas obtidas para altura do colmo (AC) e fibra da cana, no quinto corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2019.	20

ARRANJO DE PLANTIO E TIPO DE MUDA INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE E A QUALIDADE DA CANA SOCA?

RESUMO: A cana-de-açúcar é tradicionalmente cultivada com plantio em sulcos utilizando toletes, no entanto, o uso de mudas pré-brotadas (MPB) associado a um arranjo adequado pode melhorar a produtividade. Porém ao longo dos cortes o incremento de produtividade nos primeiros cortes relacionada ao maior número de linhas se sustenta? Este estudo avaliou as alterações em índices biométricos, produtividade e qualidade da cana-de-açúcar no ciclo de cana soca, influenciados por arranjos de plantio associados a tipos de mudas. O experimento foi instalado na usina alcooleira Cerradinho Bio, no ano de 2014 e conduzido até 2019, sendo avaliados o terceiro, quarto e quinto cortes respectivamente. O experimento consistiu em delineamento de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, em esquema de faixas. Os tratamentos foram constituídos pelos arranjos em canteiros duplos com tolete, duplos com MPB à 0,50 m, duplos com MPB à 0,75 m, triplos com tolete, triplo com MPB à 0,50 m e triplo com MPB à 0,75 m. Foram avaliados índices biométricos (altura do colmo, diâmetro do colmo, número de colmos por metro e massa de 10 colmos), produtividade (toneladas de colmos por hectare) e qualidade da cana-de-açúcar (pureza, fibra, Brix, Pol e açúcares totais recuperáveis). Não foram observadas alterações das características biométricas e conseqüentemente não houve impacto sobre produtividade. O uso de mudas pré-brotadas na implantação de canaviais não afeta a produtividade de toneladas de colmo por hectare em cana soca de terceiro, quarto e quinto cortes. As características tecnológicas da cana-de-açúcar não são afetadas pelo arranjo entre linhas ou tipo de mudas.

Palavras-chave: Longevidade, espaçamento e muda pré-brotada.

PLANTING ARRANGEMENT AND SEEDLINGS TYPE INFLUENCE THE RATOON CANE PRODUCTIVITY AND QUALITY?

ABSTRACT: Sugarcane is traditionally cultivated by planting in furrows using stems, however, the use of pre-sprouted seedlings associated (PSS) with an appropriate arrangement can improve productivity. This study evaluated changes in biometric indices, productivity and quality of sugar cane in the cane cycle, influenced by planting arrangements associated with types of seedlings. The experiment was installed in the alcohol plant Cerradinho Bio, in 2014 and conducted until 2019, being evaluated third, fourth and fifth cuts respectively. The

experiment consisted of a completely randomized block design with four replications, in a strip scheme. The treatments consisted of the arrangements in double beds with stems, double with MPB at 0.50 m, double with MPB at 0.75 m, triple beds with stems, triple with MPB at 0.50 m and triple with MPB at 0.75 m. Biometric indices (stem height, stem diameter, number of stems per meter and mass of 10 stems), productivity (tons of stems per hectare) and sugar cane quality (purity, fiber, Brix, Pol and recoverable total sugar). There were no changes in biometric characteristics and consequently there was no impact on productivity. The use of pre-sprouted seedlings in the implantation of sugarcane does not affect the productivity of tons of stalk per hectare in the third, fourth and fifth cut. The technological characteristics of ratoon cane are not affected by the planting arrangement or seedlings type.

Keywords: Longevity, spacing and pre-sprouted seedling.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
Localização e características da área experimental.....	10
Delineamento experimental.....	11
Preparo e semeadura da área experimental	12
Avaliações realizadas	13
Índices Biométricos	13
Produtividade	13
Características Tecnológicas.....	14
Estatística	15
RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS	22

INTRODUÇÃO

A *Saccharum officinarum* é uma das culturas de maior importância socioeconômica para o Brasil, que se destaca como o maior produtor mundial de açúcar e etanol de cana-de-açúcar (MAPA, 2020). O Brasil possui aproximadamente 8.5 milhões de hectares de cana-de-açúcar, com produção em torno de 630 milhões de toneladas de colmos e produtividade média de 70 t ha⁻¹ (CONAB, 2020).

Apesar dos benefícios econômicos apresentados pela expansão do setor sucroalcooleiro, algumas questões precisaram ser melhor discutidas sobre a cultura, como o sistema de colheita mecanizada, que implica em alterações no manejo da lavoura. Um dos principais aspectos a ser considerado é o espaçamento entrelinhas de plantio, há incompatibilidade do atual espaçamento com a bitola do maquinário, que pode gerar problemas de rebrota e redução de produtividade, ocasionando o tráfego muito próximo e até sobre a linha de cultivo (NYKO et al., 2013). Uma alternativa para mitigar esta incompatibilidade é o uso de espaçamento entre linhas combinado (TULLBERG et al., 2001; BRAUNACK et al., 2006; RIPOLI et al., 2007).

No entanto, com a modificação do espaçamento entrelinhas, há alterações nos componentes de produção, sendo o comprimento, o diâmetro e a massa do colmo afetados principalmente (SINGELS & SMIT et al., 2009; BANERJEE et al., 2012). Ensaios conduzidos pelo Centro de Tecnologia Canavieira (CTC) mostram queda de produtividade próxima a 10 t ha⁻¹ ano⁻¹ somente pela ação do pisoteio (BENEDINI & CONDE, 2008).

O plantio é a operação mais importante e trabalhosa no cultivo de cana-de-açúcar (NALAWADE et al., 2018). A cana-de-açúcar é plantada comercialmente usando 2 ou 3 toletes brotados. Este método de cultivo é gradualmente tornando-se antieconômico, visto que o custo colmo semente utilizado no plantio representa mais de 20% do custo total de produção. No sistema convencional, 6 -7 toneladas de colmo semente por hectare são utilizados como material de plantio.

A muda pré-brotada pode ser utilizada visando reduzir a quantidade e melhorar a qualidade de colmos semente, pois permite a redução do volume de mudas e o melhor controle na qualidade de vigor, resultando em canaviais de excelente padrão clonal e, portanto, com maior homogeneidade (LANDELL et al., 2012). A forma de distribuição espacial das mudas nas áreas de produção induz ao melhor aproveitamento dos recursos hídricos e nutricionais, o que reduz a competição entre plantas estabelecida em canaviais com excesso de mudas, situação bastante comum em áreas comerciais de plantio mecanizado (LANDELL et al., 2012).

Estudos sobre o benefício de arranjo de plantio associados a tipos de mudas são escassos em experimentos nos ciclos de cana soca, principalmente em regiões tropicais. A hipótese é

como arranjo de plantio associados a tipos de mudas irão influenciar índices biométricos, produtividade e qualidade da cana-de-açúcar em ciclo de cana soca. Este estudo avaliou as alterações em índices biométricos, produtividade e qualidade da cana-de-açúcar no ciclo de cana soca, influenciados por arranjos de plantio associados a tipos de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e características da área experimental

O experimento foi instalado em maio de 2014, na Fazenda Alto Formoso, área de arrendamento da Usina Cerradinho, localizada no município de Chapadão do Céu - GO, com latitude de 18° 30' 96" Sul, longitude 52° 73' 58" Oeste e altitude de 841 m.

O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (EMBRAPA, 2013). O histórico da área indica que a mesma foi explorada com sucessão soja milho por mais de duas décadas, no entanto, encontrava-se cultivada com cana-de-açúcar a alguns anos.

Antes da instalação do experimento foi coletada amostras de solo da área experimental, na camada de 0 à 0,25 m e 0,25 à 0,50 e realizada análise química (Tabela 1), segundo método proposto por Raij et al. (1996).

Tabela 1. Análise química do solo antes da instalação do experimento.

Profundidade	pH	M.O.	P res	S	Ca	Mg	K	Al	H+Al	SB	CTC	V	M
m	CaCl ₂	g dm ⁻³	---mg dm ⁻³ ---					mmol _c dm ⁻³				%	%
0,00 - 0,25	4,5	25	7	26	29	8	1	4	54	38	92	42	9
0,25 - 0,50	4,3	18	7	30	23	5	1	7	61	29	90	32	20

H + Al: Acidez potencial; P (res): Fósforo obtido pelo método da resina; M.O.: matéria orgânica; CTC: Capacidade de troca catiônica; V: saturação de bases; M: saturação por alumínio.

O tipo climático da região é classificado como Aw, pela metodologia de Köppen. Apresenta verão chuvoso e inverno seco. A região apresenta precipitação acumulada anual de 1740 mm, temperatura média anual de 23,2 °C.

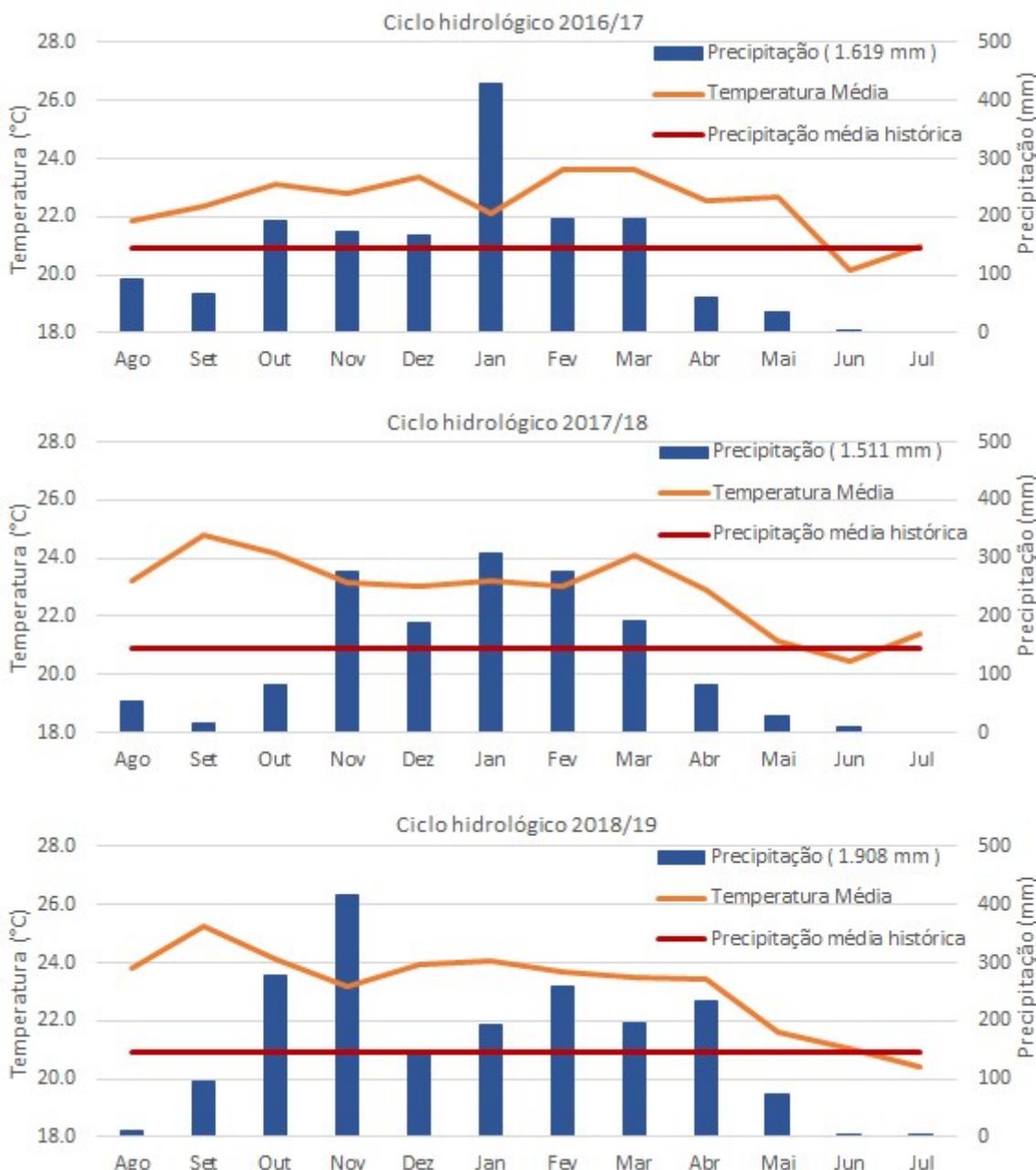


Figura 1. Precipitação por ciclo hidrológico. Obtido da estação meteorológica automática instalada próximo à área experimental.

Delineamento experimental

O experimento consistiu em delineamento de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, em esquema de faixas. Cada parcela foi composta de 60 m², sendo 6 m de largura e 10 m de comprimento.

Os tratamentos (Figura 2) foram constituídos pelos arranjos em canteiros duplos (2 linhas a faixa de colheita) com tolete (DT), duplos com MPB de 0,50 m entre mudas (DM5), duplos com MPB de 0,75 m entre mudas (DM7), triplos (3 linhas por faixa de colheita) com

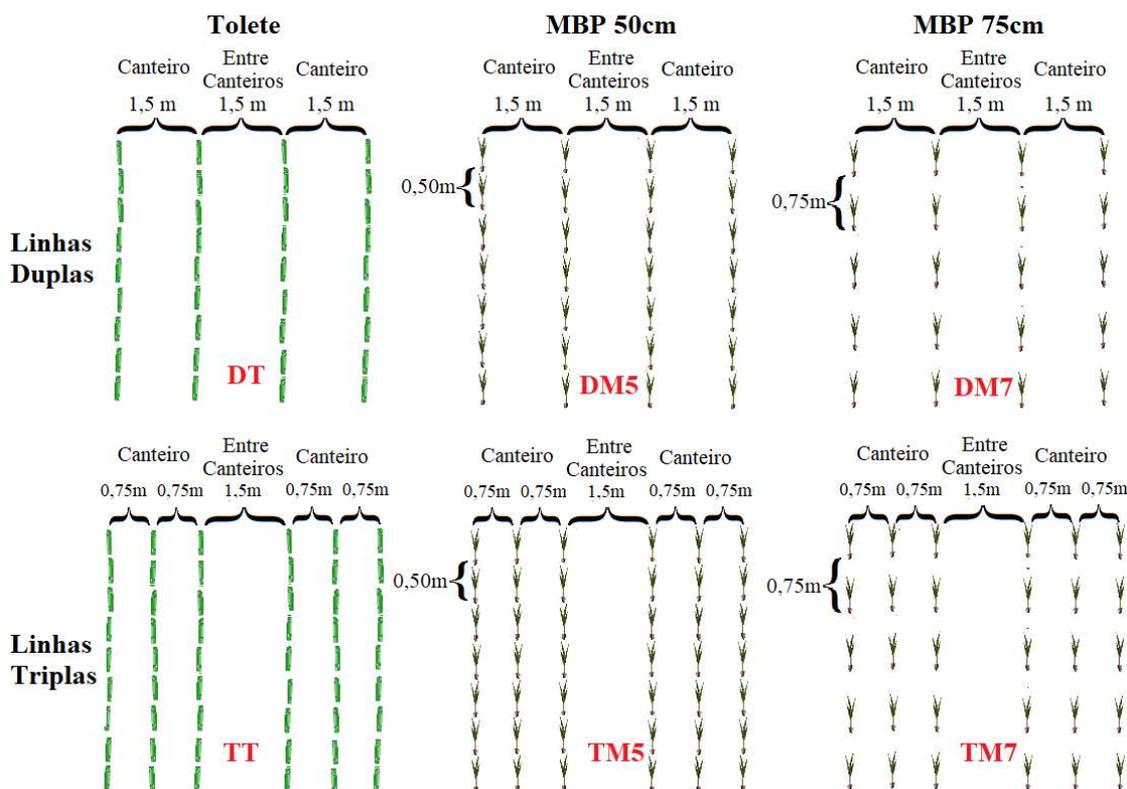


Figura 2. Linha dupla + tolete = DT, linha dupla + MPB5= DM5, linha dupla + MPB7 = DM7, linha tripla + tolete = TT, linha tripla + MPB5 = TM5, linha tripla + MP7 = TM7.

tolete (TT), triplo com MPB de 0,50 m entre mudas (TM5) e triplo com MPB de 0,75 m entre mudas (TM7). O espaçamento entre fileiras foi de 1,5 m para fileiras duplas e 0,75 m entre fileiras triplas, ambos com 1,5 m entre os canteiros.

O número de linhas e a distribuição das plantas foram decorrente do arranjo utilizado, para a variedade RB966928, de maturação precoce, alto perfilhamento e alta brotação em planta e soca.

Preparo e plantio da área experimental

O experimento foi conduzido por três safras (2017, 2018 e 2019, correspondendo a cana soca 3º, 4º, e 5º cortes. A dessecação, antes do plantio, foi realizada utilizando os herbicidas trifluralina 3 L ha⁻¹ P.C. + carfentrazone-etílica 0,15 L ha⁻¹ P.C + Atrazina 3 L ha⁻¹ P.C. + glifosato 5 L ha⁻¹ P.C. + Hexazinona 0,4 L ha⁻¹ P.C. + adjuvante óleo mineral 0,5 L ha⁻¹.

O preparo do solo foi efetuado por meio de uma gradagem e uma subsolagem em fevereiro de 2014, em seguida efetuada a distribuição do calcário 3 t ha⁻¹ e realizada uma segunda gradagem. Antes da primeira gradagem foi aplicado 1 t ha⁻¹ de gesso e 1 t ha⁻¹ de fosfato.

A adubação de plantio utilizada foi o formulado 04-28-16 + 0,5 Zn + 0,3 B na dose de 500 kg ha⁻¹ nas linhas duplas e 750 kg ha⁻¹ nas linhas triplas, equivalente a 250 kg por linha. Como fungicida de plantio foi usado piraclostrobina 0,5 L ha⁻¹ de P.C. e como inseticida foi utilizado o fipronil 0,25 L ha⁻¹ de P.C.

Avaliações realizadas

As avaliações foram feitas aproximadamente aos 360 dias após a colheita anterior e antecedendo a colheita. Foram avaliados índices biométricos (altura do colmo, diâmetro do colmo, número de colmos por metro e massa de 10 colmos), produtividade (toneladas de colmos por hectare) e qualidade da cana-de-açúcar (pureza, fibra, Brix, Pol e ATR).

Índices Biométricos

Altura do colmo (AC)

Distancia em metros da base do caule até a aurícula da folha +1, ou seja a primeira folha completamente expandida, folha com aurícula visível. Foram avaliadas 20 canas nos tratamentos duplos, 10 canas em cada linha e 30 canas nos tratamentos triplos, 10 canas em cada linha de plantio.

Diâmetro do colmo (DC)

Foi medido em cm utilizando paquímetro eletrônico. À altura do terço médio da planta. Foram avaliadas 20 canas nos tratamentos duplos, 10 canas em cada linha de plantio e 30 canas nos tratamentos triplos, 10 canas em cada linha de plantio.

Número de colmos por metro (NCM)

Números de canas por metro, contagem em 20 metros nos tratamentos duplos (10 metros em cada linha de plantio) e 30 metros nos tratamentos triplos (10 metros em cada linha de plantio).

Mass de 10 colmos (M10C)

Obtido com balança eletrônica em Kg de 20 canas nos tratamentos duplos, 10 canas por linha de plantio, 30 canas nos tratamentos triplos, 10 canas em cada linha de plantio.

Produtividade

Tonelada colmos por hectare (TCH)

No cálculo de TCH, foram consideradas duas fórmulas ajustadas para linhas duplas e triplas (CONSECANA, 2006). Para faixas com linhas duplas equação 1.

$$\text{TCH} = \text{NCM} * (\text{M10C}/10) * 6667/1000 \quad \text{eq. 1}$$

Em que: NCM = número de colmos por metro; M10C = massa 10 colmos/10; 6667 metros lineares por hectare (10000 m²) / 1,5 metros que é o espaçamento duplo; 1000 = constante para transformar quilogramas em toneladas.

Para faixas com linhas triplas equação 2.

$$\text{TCH} = \text{NCM} * (\text{M10C}/10) * 10000/1000 \quad \text{eq. 2}$$

Em que: NCM = número de colmos por metro; M10C = massa 10 canas/10; 10000 metros lineares por hectare (10000 m²); 1000 = constante para transformar quilogramas em toneladas.

Características Tecnológicas

Pureza

A pureza aparente do caldo é definida como a porcentagem de POL em relação ao BRIX. Foi calculada conforme metodologia adotada pela Usina CerradinhoBio. Baseado no valor médio obtido junto pela Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar (CONSECANA, 2006).

$$\text{Pureza} = \text{Pol} / \text{Brix} * 100 \quad \text{eq. 3}$$

Fibra

A fibra da cana foi calculada conforme metodologia adotada pela Usina CerradinhoBio. Baseado no valor médio obtido junto pela Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar (CONSECANA, 2006).

$$\text{F} = 0,08 * \text{PBU} + 0,876 \quad \text{eq. 4}$$

Em que: PBU = peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

Teor De Sólidos Solúveis (BRIX)

A determinação do BRIX foi realizada em refratômetro digital, de leitura automática, com correção automática de temperatura e resolução máxima de 0,1°. Quando houver presença de impurezas minerais no caldo, o BRIX poderá ser determinado em caldo filtrado, em papel de filtro qualitativo, a partir da 6ª (sexta) gota do filtrado (CONSECANA, 2006).

Teor De Açúcares (POL)

A leitura do caldo foi realizada em sacarímetro digital, automático, com resolução de 0,01°. O equipamento foi calibrado para 20 °C, em comprimento de onda de 587 e 589,4 nm. A mistura clarificante utilizada foi preparada de acordo com a norma N-136 à base de alumínio. Foram utilizados 6 g de clarificante para cada 100 ml de caldo (CONSECANA, 2006).

Açúcar Total Recuperável (ATR)

Obtido conforme metodologia adotada pela Usina CerradinhoBio. Baseado no valor médio obtido junto pelo Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar (CONSECANA, 2006).

$$\text{ATR} = 10 \times \text{POL} \times 1,05263 \times 0,905 + 10 \times \text{ARC} \times 0,905 \quad \text{eq. 5}$$

Em que: POL = polarização; 1,05263 = coeficiente estequiométrico para a conversão da sacarose em açúcares redutores; 0,905 = coeficiente de recuperação, para uma perda industrial de 9,5%; ART = açúcares redutores totais.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). As análises foram realizadas no software Rbio (Bering, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 2) para as variáveis avaliadas em 2017 (3º corte) não evidenciou efeito do arranjo de plantio e tipos de mudas bem como sua interação para altura do colmo (AC), diâmetro do colmo (DC), número de colmos (NCM), massa de dez colmos (M10C), pureza da cana (PC), Brix do caldo, Pol do caldo e açúcares totais recuperáveis (ATR).

Foi evidenciado efeito significativo de tipo de muda para a variável fibra da cana (Tabela 2). O plantio de mudas pré-brotadas à 0,5 m (MPB5) proporcionou maior valor, não diferindo do uso de toletes, sugerindo um menor teor de fibra em cultivo com menor densidade de mudas (Tabela 3).

Tabela 2. Resumo da análise de variância do 3º corte para altura de colmo (AC), diâmetro de colmo (DC), colmos por metro (NCM), massa de 10 colmos (M10C), tonelada de colmos por hectare (TCH), pureza da cana, fibra da cana, Brix do caldo, Pol do caldo e açúcares totais recuperáveis (ATR), em resposta a arranjos de plantio e tipo de mudas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2017.

Fatores	GL	AC (m)	DC (cm)	NCM	M10C (kg)	TCH (t ha ⁻¹)
Bloco	3	0,12 ^{ns}	1,75 ^{ns}	0,95 ^{ns}	4,47 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Linhas (L)	1	0,62 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}
Mudas (M)	2	0,09 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,52 ^{ns}
L x M	2	1,31 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,77 ^{ns}	1,57 ^{ns}
Erro 1	3	0,10	0,02	20,23	0,19	1048,66
Erro 2	6	0,02	0,04	16,05	0,33	265,02
Erro 3	6	0,02	0,10	20,79	0,40	267,57
CV 1 (%)	-	10,56	5,59	42,69	2,78	26,64
CV 2 (%)	-	4,78	8,23	38,02	3,67	13,39
CV 3 (%)	-	4,54	13,19	43,28	4,03	13,46
Média	-	3,16	2,35	10,54	15,58	121,6

Fatores	GL	Pureza da cana	Fibra da cana (%)	Brix do caldo (°)	Pol do caldo (°)	ATR (kg t ⁻¹)
Bloco	3	7,73 ^{ns}	20,16*	0,22 ^{ns}	0,31 ^{ns}	22,18 ^{ns}
Linhas (L)	1	0,05 ^{ns}	3,10 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Mudas (M)	2	0,03 ^{ns}	6,41*	0,80 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,01 ^{ns}
L x M	2	0,20 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,36 ^{ns}
Erro 1	3	0,18	0,36	0,13	0,37	11,52
Erro 2	6	0,42	0,15	0,53	0,63	32,69
Erro 3	6	0,58	0,41	0,98	1,05	45,03
CV 1 (%)	-	4,15	4,96	2,37	5,09	3,25
CV 2 (%)	-	6,44	3,21	4,90	6,66	5,48
CV 3 (%)	-	7,55	5,25	6,62	8,57	6,42
Média	-	10,1	12,16	14,9	11,9	104,4

*, ns: (P<0,05) significativo a 5% e não significativo, respectivamente. L x M: interação entre arranjo entre linhas e tipo de mudas. CV: coeficiente de variação.

Tabela 3. Comparação de médias de fibra da cana em resposta a tipo de mudas. 3º corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2017.

Tipo de mudas	Fibra da cana (%)
MPB5	12,48 a
MPB7	11,79 b
Tolete	12,23 ab

Médias seguida de letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A análise de variância (Tabela 4) para as variáveis avaliadas em 2018 (4º corte) não evidenciou efeito do arranjo de plantio, tipo de mudas ou interação entre os fatores para massa de dez colmos (M10C) e toneladas de colmos por hectare (TCH), pureza da cana (PC), Brix do caldo.

As variáveis altura de colmo (AC) número de colmos por metro (NCM) e açúcares totais recuperáveis (ATR) foram influenciadas pelo arranjo de plantio (Tabela 4). O plantio em linhas triplas proporcionou maior valor de AC e ATR e menor NCM (Tabela 5).

Tabela 4. Resumo da análise de variância do 4º corte para altura de colmo (AC), diâmetro de colmo (DC), número de colmos por metro (NCM), massa de 10 colmos (M10C), tonelada de colmos por hectare (TCH), pureza da cana, fibra da cana, Brix do caldo, Pol do caldo e açúcares totais recuperáveis (ATR), em resposta a arranjos de plantio e tipo de mudas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2018.

Fatores	GL	AC (m)	DC (cm)	NCM	M10C (kg)	TCH (t ha ⁻¹)
Bloco	3	0,78 ^{ns}	0,10	4,12 ^{ns}	1,16 ^{ns}	14,68*
Linhas (L)	1	10,16*	1,87 ^{ns}	19,30*	1,95 ^{ns}	3,13 ^{ns}
Mudas (M)	2	0,63 ^{ns}	32,70**	5,37*	0,02 ^{ns}	1,13 ^{ns}
L x M	2	3,53 ^{ns}	13,63**	2,58 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,43 ^{ns}
Erro 1	3	0,03	0,11	0,14	0,12	469,89
Erro 2	6	0,05	0,01	0,42	0,71	213,51
Erro 3	6	0,02	0,02	0,37	0,09	548,76
CV 1 (%)	-	5,53	13,87	3,92	2,16	18,08
CV 2 (%)	-	6,95	3,23	6,73	5,26	12,19
CV 3 (%)	-	4,16	5,52	6,36	1,91	19,54
Média	-	3,15	2,36	9,6	15,98	119,9
		Pureza da cana	Fibra da cana (%)	Brix do caldo (°)	Pol do caldo (°)	ATR (kg t ⁻¹)
Bloco	3	14,28 ^{ns}	2,84 ^{ns}	29,02 ^{ns}	18,09 ^{ns}	2,53 ^{ns}
Linhas (L)	1	1,79 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,47 ^{ns}	1,56 ^{ns}	69,73**
Mudas (M)	2	5,14 ^{ns}	6,67*	6,94 ^{ns}	7,26*	34,86**
L x M	2	1,92 ^{ns}	2,62 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,68 ^{ns}	4,36 ^{ns}
Erro 1	3	0,06	2,82	1,02	0,47	128
Erro 2	6	0,74	0,60	1,14	1,05	49,3
Erro 3	6	3,91	1,38	4,77	1,68	158,7
CV 1 (%)	-	2,04	13,26	6,02	4,92	9,89
CV 2 (%)	-	7,38	6,13	6,39	7,36	6,14
CV 3 (%)	-	17,02	9,28	13,06	16,80	11,02
Média	-	11,62	16,66	16,74	13,90	114,32

* , ^{ns}: (P≤0,05) significativo a 5% e não significativo, respectivamente. L x M: interação entre arranjo entre linhas e entre mudas e tipo de mudas. CV: coeficiente de variação.

O arranjo mais adensado resultou em maior altura de colmo neste estudo, em acordo com os resultados obtidos por Banerjee (2012) que em arranjo de densidade de mudas equivalente observou maior altura e diâmetro do colmo. Entretanto neste trabalho maior altura de colmo não resultou em maior produtividade. O maior número de linhas garantiu a produtividade mesmo apresentando menor número de colmos por metro linear. A ausência de efeito sobre a produtividade observada no 4º corte pode ser devido ao ajuste dos atributos biométricos que ocorrem naturalmente com a sucessão da cana soca resultando em uma produtividade semelhante independente do arranjo de plantio inicial.

Tabela 5. Comparação de médias de altura de colmo (AC), número de colmos por metro linear (NCM) e açúcar total recuperável (ATR), resposta ao arranjo de linhas. 4º corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2018.

Arranjo de linhas	AC (m)	NCM	ATR (kg t ⁻¹)
Duplas	3,03 b	9,94 a	95,1 b
Triplas	3,26 a	9,26 b	133,6 a

Médias seguida de letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As variáveis número de colmos por metro (NCM), fibra da cana, Brix, Pol e açúcares totais recuperáveis (ATR) foram influenciados pelo tipo de muda utilizado (Tabela 4). O uso de mudas pré-brotadas à 0,5 m (MPB5) proporcionou maior NCM não diferindo das mudas pré-brotadas à 0,75 m (MPB7) e maior ATR. O uso de toletes proporcionou maior teor de fibra da cana não diferindo das mudas pré-brotadas à 0,75 m (MPB7) e maiores teores de Brix e Pol, seguidos de MPB5 (Tabela 6).

Tabela 6. Comparação de médias de número de colmos por metro linear (NCM), açúcar total recuperável (ATR), Brix do caldo, Pol do caldo e fibra da cana, em resposta ao tipo de muda. 4º corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2018.

Tipo de mudas	NCM	Fibra da cana (%)	Brix do caldo (°)	Pol do caldo (°)	ATR
MPB5	10,16 a	12,1 b	16,4 ab	13,5 ab	128,5 a
MPB7	9,53 ab	12,5 ab	15,9 b	13,2 b	99,2 c
Tolete	9,11 b	13,4 a	17,9 a	15,0 a	115,2 b

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O uso de mudas pré brotadas proporcionou maior número de colmos por metro, contudo o maior espaçamento entre mudas na linha proporcionou menor concentração de Brix e Pol e conseqüentemente menor ATR. Estas respostas podem ser relacionadas a maior incidência de raios solares no dossel, o que implica em maior perfilhamento. Com maior número de perfilhos a planta dedica-se ao crescimento vegetativo reduzindo acúmulo de fotoassimilados entretanto o efeito observado na qualidade tecnológica do caldo no 4º corte não implicou em maior produtividade por hectare. A ausência de efeito sobre a produtividade pode estar relacionada capacidade da variedade de ajustar seus atributos biométricos buscando o melhor aproveitamento do espaço, desta forma a menor ATR observada foi possivelmente compensada pelo maior número de colmos por metro linear. Diferente de Cunha Júnior (2016) que observou incrementos, de até 40%, pelo uso de mudas pré brotadas nos dois primeiros cortes, cana planta e cana soca 1ª.

O diâmetro do colmo (DC) foi influenciado significativamente pela interação entre o número de linhas e tipo de mudas (Tabela 4). A muda pré-brotada à 0,5 m (MPB5) apresentou maior diâmetro do colmo utilizando linhas duplas (Tabela 7). Não houve diferença significativa do diâmetro do colmo entre número de linhas para mudas pré-brotadas a 0,75 m e toletes.

Tabela 7. Desdobramento da interação arranjo de linhas x tipo de mudas obtidas para diâmetro de colmo (DC) no quarto corte. 4º corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2018.

Arranjo de linhas	Tipo de muda		
	MPB5	MPB7	Tolete
Duplas	2,83 Aa	2,27 Ba	2,27 Ba
Tripas	2,25 Ab	2,24 Aa	2,32Aa

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente umas das outras pelo teste de Tukey em 5%.

O adensamento proporcionado pelo arranjo com linhas triplas equilibra o desenvolvimento vegetativo da planta limitando o efeito do tipo da muda sobre o diâmetro do colmo. Cunha Jr (2016) observou em plantio menos adensado e com melhor distribuição espacial das plantas maior diâmetro do caule. Porém a variação no diâmetro do colmo não afetou a produtividade, da mesma forma como no presente estudo.

A análise de variância (Tabela 8) para as variáveis avaliadas em 2019 (5º corte) não evidenciou efeito significativo para o número de linhas, tipos de mudas ou interação entre os fatores para massa de dez colmos (M10C), toneladas de colmos por hectare (TCH), pureza da cana (PC), Brix do caldo, Pol do caldo e açúcares totais recuperáveis (ATR).

Tabela 8. Resumo da análise de variância do 5º corte para altura de colmo (AC), diâmetro de colmo (DC), número de colmos por metro (NCM), massa de 10 colmos (M10C), tonelada de colmos por hectare (TCH), pureza da cana, fibra da cana, Brix do caldo, Pol do caldo e açúcares totais recuperáveis (ATR), em resposta a arranjos de plantio e tipo de mudas. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2019.

Fatores	GL	AC (m)	DC (cm)	NCM	M10C (kg)	TCH (t ha ⁻¹)
Bloco	3	0,75 ^{ns}	0,11 ^{ns}	4,61 ^{ns}	0,67 ^{ns}	17,34*
Linhas (L)	1	10,69*	0,27 ^{ns}	29,27*	3,13 ^{ns}	4,55 ^{ns}
Mudas (M)	2	5,95*	236,16**	4,38 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,17 ^{ns}
L x M	2	11,98**	2,86 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,48 ^{ns}	2,37 ^{ns}
Erro 1	3	0,02	0,12	0,21	0,50	181,9
Erro 2	6	0,01	0,01	0,63	1,08	196,7
Erro 3	6	0,01	0,06	0,61	0,30	139,7
CV 1 (%)	-	4,07	13,95	4,71	4,35	10,46
CV 2 (%)	-	3,59	1,29	8,17	6,43	10,87
CV 3 (%)	-	2,33	10,00	8,07	3,36	9,17
Média	-	3,30	3,16	9,67	16,17	128,94
		Pureza da cana	Fibra da cana (%)	Brix do caldo (%)	Pol do caldo (%)	ATR (kg t ⁻¹)
Bloco	3	0,62 ^{ns}	4,45 ^{ns}	3,50 ^{ns}	5,96 ^{ns}	5,28 ^{ns}
Linhas (L)	1	0,97 ^{ns}	7,28 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Mudas (M)	2	0,01 ^{ns}	0,89 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,36 ^{ns}
L x M	2	4,65 ^{ns}	9,20*	0,87 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,66 ^{ns}
Erro 1	3	1,76	0,03	0,31	0,75	64,76
Erro 2	6	0,72	0,24	0,73	0,88	59,18
Erro 3	6	0,18	0,09	0,41	0,79	51,18
CV 1 (%)	-	10,36	1,38	6,36	5,59	6,19
CV 2 (%)	-	6,64	3,59	4,76	6,06	5,91
CV 3 (%)	-	3,33	2,19	3,54	5,75	5,50
Média	-	12,80	13,60	18,00	15,46	130,10

*, ^{ns}: (P≤0,05) significativo a 5% e não significativo, respectivamente. L x M: interação entre arranjo entre linhas e entre mudas e tipo de mudas. CV: coeficiente de variação.

O número de colmos por metro (NCM) foi influenciado significativamente pelo número de linhas (Tabela 8), o plantio em linhas duplas proporcionou maior NCM (Tabela 9). O menor número de colmos observado com uso de linhas triplas pode estar relacionado a redução do número de colmos nas linhas centrais. O fechamento do dossel em menos tempo em plantios

com maior número de linhas na faixa limita o perfilhamento nas linhas centrais nos primeiros ciclos (CUNHA JR, 2016).

O diâmetro do colmo (DC) foi influenciado significativamente pelo tipo de muda (Tabela 8), o plantio de mudas pré-brotadas à 0,5 m (MPB5) proporcionou maior DC (Tabela 10).

Tabela 9. Comparação de médias do número de colmos por metro linear (NCM), resposta ao arranjo de linhas. 5º corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2019.

Arranjo de linhas	NCM
Duplas	10,18 a
Triplas	9,17 b

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 10. Comparação de médias de diâmetro de colmo (DC), resposta ao tipo de muda. 5º corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2019.

Tipo de mudas	DC (cm)
MPB5	2.66 a
MPB7	2.37 b
Tolete	2.36 b

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A altura do colmo (AC) e a fibra da cana foram influenciados pela interação entre o número de linhas e tipo de mudas (Tabela 7). A muda pré-brotada à 0,5 m (MPB5) e à 0,75 m (MPB7) apresentaram maior AC utilizando linhas triplas (Tabela 11). Não houve diferença significativa da AC entre número de linhas para toletes. Com linhas duplas a AC foi maior utilizando toletes. Não foi observado diferença significativa na altura do colmo entre os tipos de mudas utilizando linhas triplas.

O ciclo para o 5º corte, altura de colmo e diâmetro de colmo mantiveram as relações observadas no corte anterior, maiores alturas nos arranjos mais adensados e maiores diâmetros nos arranjos com melhor distribuição espacial entre as mudas. Porém sem influenciar a produtividade por área.

Tabela 11. Desdobramento da interação arranjo de linhas x tipo de mudas obtidas para altura do colmo (AC) e fibra da cana, no quinto corte. 5º corte. Chapadão do Céu, GO, Brasil, 2019.

Arranjo de linhas	Tipo de muda		
	MPB5	MPB7	Tolete
	Altura de colmo (m)		
Duplas	3,17 Bb	3,03 Bb	3,42 Aa
Triplas	3,36 Aa	3,39 Aa	3,40 Aa
	Fibra da cana (%)		
Duplas	13,75 ABa	13,12 Bb	14,07 Aa
Triplas	13,39 Aa	13,62 Aa	13,32 Ab

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna não diferem estatisticamente umas das outras pelo teste de Tukey em 5%.

Arranjos de plantio e tipos de muda, influenciam os índices biométricos e a produtividade nos primeiros cortes (CUNHA JR, 2016), o que não foi observado neste estudo, onde a produtividade foi equilibrada entre os tratamentos. Possivelmente a variedade utilizada tem alguma plasticidade da arquitetura que proporciona altas produtividades mesmo com sucessão de ciclos. A alta produtividade observada no quinto ciclo de cultivo também pode ser justificada pela capacidade desta variedade de se ajustar ao ambiente de produção, buscando alcançar sua máxima capacidade produtiva.

De modo geral as variáveis biométricas foram pouco afetadas pelo arranjo de linhas e tipos de mudas na cana de 3º, 4º e 5º cortes. É esperado que plantio menos adensado leve mais tempo para fechar as entrelinhas, permitindo maior entrada de raios solares no extrato inferior do dossel, o que pode levar ao maior perfilhamento. Nesta condição a planta dedica-se ao crescimento vegetativo em detrimento ao acúmulo de açúcares (SILVA et al., 2015). Entretanto, os resultados obtidos neste trabalho demonstram que as alterações na altura do colmo, diâmetro do colmo, número de colmos e massa de colmos não afetaram necessariamente a produtividade por hectare. Em 2018 as características biométricas foram afetadas pelos tratamentos, ainda assim não o suficiente para afetar a produtividade por área. A ocorrência de efeito dos tratamentos sobre os índices biométricos pode estar relacionada a menor precipitação observada no ciclo hidrológico 2017/18 (Figura 1). Aproximadamente 14 % abaixo da média esperada para a região.

Os resultados de produtividade encontrados foram maiores que a média para a região Centro Oeste, 74,1, 74,0 e 76,0 Mg ha⁻¹ em 2017, 18 e 19, nas três safras avaliadas, (CONAB, 2017, 2018, 2019). A produtividade, nas três safras, não foi influenciada significativamente pelo espaçamento entre MPB, corroborando com Xavier et al. (2016) e Aferri et al. (2017), que observaram que o uso de MPB com 0,75 m entre mudas reduz o custo e não diminui significativamente a produtividade. A maior produtividade média observada ocorreu em 2019, 128,9 Mg ha⁻¹. Pode estar relacionada a maior precipitação acumulada no ciclo hidrológico 2018/19 (Figura 1).

As características tecnológicas em geral estão mais correlacionadas a variedade do que a distribuição das mudas. Segundo Silva et al. (2015) as características tecnológicas do caldo são pouco afetadas pelo arranjo ou quantidade de mudas. A ausência de efeito sobre as características tecnológicas observadas corrobora com o conceito de que a qualidade tecnológica pode ser mais relacionada às características varietais do que pelo arranjo espacial e tipo de muda utilizado

A redução do espaçamento entre linhas ainda é tema de muitas pesquisas, já que apesar de elevar a produtividade também incorre no maior tráfego de máquinas. A intensificação do tráfego de colhedoras e transbordos sobre os canaviais pode alterar as propriedades físico-hídricas e biológicas do solo e, conseqüentemente, prejudicar o desenvolvimento da planta e sua produtividade (CASIERO et al., 2014). Entretanto neste trabalho não foram observados decréscimos de produtividade em plantio com linha tripla.

CONCLUSÕES

O arranjo de plantas associado ao tipo de mudas não afetam a altura e diâmetro de colmo, número de colmos por metro linear e massa de colmos.

A tonelada de colmos por hectare e qualidade da cana soca de terceiro, quarto e quinto corte não foram influenciadas pelo arranjo de plantas e tipo de mudas.

REFERÊNCIAS

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar 2016/17. **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Brasília. N. 4. 2017.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar 2017/18. **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Brasília. N. 4. 2018.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar 2018/19. **COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Brasília. N. 4. 2019.

AFERRI, G., XAVIER, M. A., CAMPANA, M. P., PERECIN, D., LANDELL, M. G. A. Produtividade de cana-de-açúcar plantadas no sistema de mudas pré-brotadas em diferentes espaçamentos. **VIII Simpósio Tecnologia De Produção De Cana-De-Açúcar**. Piracicaba. 2017

BANERJEE, K.; PRAMANIK, B. R.; PUSTE, A. M. Effect of different row spacing on ratoonability of high sugar genotypes of sugarcane hybrids. **Journal of Crop and Weed**, v. 8, n. 2, p. 77-79, 2012.

BENEDINI, M.S.; CONDE, A.J. Espaçamento ideal de plantio para colheita mecanizada da cana-de-açúcar, **Revista Coplana**, Guariba, n.52, p. 26-28, 2008.

BHERING, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17, p. 187-190, 2017.

BRAUNACK, M. V.; ARVIDSSON, J.; HÅKANSSON, I. Effect of harvest traffic position on soil conditions and sugarcane (*Saccharum officinarum*) response to environmental conditions in Queensland, **Australian Soil Tillage Research.**, v.89, n. 1, p.103-121, 2006.

CASIERO, D. P. Efeito do tráfego agrícola na produtividade da cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) nos espaçamentos 1,4 e 1,5m. Dissertação – Faculdade de Ciências Agrônômicas, **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**, Botucatu. 2014.

CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar, Álcool do Estado de São Paulo. Manual de instruções. 5.ed. Piracicaba: **CONSECANA**, p. 111, 2006.

CUNHA JR, E. A da. Efeito do arranjo de plantio convencional e com mudas pré-brotadas (mpb) em cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) – Faculdade de agronomia, **Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul**. Chapadão do sul. 2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 306 p. 2013.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; FIGUEIREDO, P. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. **Instituto Agrônomo de Campinas**, 2012.

MAPA. **MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal>>. Acesso em 10/04/2020.

NALAWADE, S. M., MEHTA, A. K., SHARMA, A. K. Sugarcane planting techniques: a review. In: **Special Issue: National Seminar “Recent Trends in Plant Sciences and Agricultural Research**, p. 98–104, 2018.

RAIJ, B. V., CANTARELA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Boletim técnico, 100. Campinas: **Instituto Agronômico e Fundação IAC**, 285 p. 1996.

RIPOLI, T. C. C., RIPOLI, M. L. C., CASAGRANDE, D. V., IDE, B. Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Edição dos autores, 198 p. 2007.

SILVA, F. C. da, ANTONIOLLI, A., FREITAS, P. L. de., ZOTELLI, H. B., DONAGEMMA, G. K., MAMEDE, R de Q., PIRES, R. F., CARVALHO, J. R. P. de, SCHIAVINATO, S. R. Avaliação da produtividade agrícola da cana-planta e cana-soca sob diferentes espaçamentos entre plantas para produção de açúcar e etanol. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 40. **Embrapa Informática Agropecuária**. Campinas. 2015

SINGELS A. & SMIT M. A. Sugarcane response to row spacing-induced competition for light. **Field Crop Resource**, v. 113, p. 149-155. 2009.

TULLBERG, J. N.; ZIEBARTH, P. J.; LI YUXIA. Tillage and traffic effects on runoff. **Australian Journal. Soil Research.**, v.39, n. 2, p. 249-257, 2001.

XAVIER, M. A., LANDELL, M. G. A., AFERRI G.; BIDOIA M. A. P., PETRI, R. H., CARREGARI, H. R., SILVA, D. N., TEIXEIRA, L. G., PERECIN, D. Mudanças pré-brotadas (MPB) e produtividade de cana-de-açúcar. **10º Congresso Nacional dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil**. Ribeirão Preto. 2016