

GIZELE SPIGOLON FIGUEIREDO

**ESPAÇAMENTO ENTRE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) EM LINHAS DE
PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO SISTEMA MEIOSI SOB APLICAÇÃO DO
REGULADOR VEGETAL ETEFON**

GIZELE SPIGOLON FIGUEIREDO

**ESPAÇAMENTO ENTRE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) EM LINHAS DE
PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO SISTEMA MEIOSI SOB APLICAÇÃO DO
REGULADOR VEGETAL ETEFON**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Agricultura).

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Silva

Botucatu

2022

F475e Figueiredo, Gizele Spigolon
Espaçamento entre mudas pré-brotadas (MPB) em linhas de plantio de cana-de-açúcar no sistema MEIOSI sob aplicação do regulador vegetal etefon / Gizele Spigolon Figueiredo. -- Botucatu, 2022
58 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Marcelo de Almeida Silva

1. Saccharum spp. 2. etefon. 3. espaçamento. 4. viveiro de mudas. 5. linha-mãe. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ESPAÇAMENTO ENTRE MUDAS PRÉ-BROTADAS (MPB) EM LINHAS DE PLANTIO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO SISTEMA MEIOSI SOB APLICAÇÃO DE ETEFON

AUTORA: GIZELE SPIGOLON FIGUEIREDO

ORIENTADOR: MARCELO DE ALMEIDA SILVA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCELO DE ALMEIDA SILVA (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP

Prof. Dr. CARLOS ALEXANDRE COSTA CRUSCIOL (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrômicas de Botucatu UNESP

Prof. Dr. ALEXANDRIUS DE MORAES BARBOSA (Participação Virtual)
Produção Vegetal / Universidade do Oeste Paulista

Botucatu, 02 de março de 2022

Aos meus amados pais,

Rogério e Margarida,

dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as coisas.

Aos meus pais por serem minha fortaleza e meu exemplo de vida, não me deixando fraquejar nos momentos de dificuldade.

Ao meu orientador Professor Dr. Marcelo de Almeida Silva pelo direcionamento.

Ao meu esposo Bruno pela paciência, amizade, companheirismo e por tanto incentivo.

Ao meu gestor Rômulo Toledo por ter me acolhido em sua equipe, pelas palavras amigas e por me incentivar nesta reta final por mais que a rotina do trabalho esteja árdua.

À minha amiga Dra. Carla Cachoni Pizzolante por ser meu exemplo de profissional e pela orientação durante minha trajetória.

À Raízen Energia S/A por conceder a área de instalação do projeto.

Aos colaboradores da Faculdade de Ciências Agronômicas em especial à Seção de Pós-graduação em Agricultura que sempre se mostraram dispostos quando recorridos.

RESUMO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo, e a cultura possui grande importância para o agronegócio nacional. O plantio é uma das primeiras operações no sistema de produção agrícola e afeta as operações subsequentes, bem como a produtividade da cultura. O uso de mudas pré brotadas (MPB) é considerado ainda uma tecnologia de plantio pouco disponível e que exige alto investimento. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de etefon em mudas de MPB e desdobra de mudas da variedade RB985476, e do espaçamento entre mudas na linha de plantio e a taxa de desdobra através da biometria e produtividade da cana-de-açúcar no sistema de MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente). Para tanto, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em um esquema fatorial 4X2 (espaçamento entre mudas X com e sem etefon) e quatro repetições. Os espaçamentos utilizados foram 0,20; 0,40; 0,60 e 0,80 metros entre mudas e o etefon foi aplicado nas doses 0 e 0,5 L ha⁻¹. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5%. As mudas foram plantadas manualmente e a aplicação do regulador foi feita via foliar nas mudas pré brotadas. Aos 270 DAP (dias após o plantio) foram feitas avaliações biométricas de número de perfilhos, comprimento e diâmetro de colmos, número de entrenós, número de gemas por metro, peso de 10 colmos e produtividade de colmos (TCH, toneladas de colmos por hectare). Após o plantio das mudas produzidas (operação de desdobra), houve avaliação de número de perfilhos e comprimento aos 90 dias. Não houve efeito significativo da aplicação de etefon nas MPB aos 270 DAP. O espaçamento de 0,80 m entre mudas não obteve o melhor resultado em produtividade (TCH), porém apresentou taxa de desdobra de 1:11 sem aplicação de etefon suficiente para o desdobramento da área para a variedade RB985476, o que resulta no espaçamento de maior viabilidade econômica por menor custo na aquisição de mudas. Os espaçamentos de 0,60 e 0,80 m apresentaram maior número de perfilhos por muda plantada com e sem etefon. Na desdobra, a avaliação aos 90 DAP não apresentou diferença significativa nas variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.; etefon; espaçamento; viveiro de mudas; linha-mãe.

ABSTRACT

Brazil is the largest sugarcane producer in the world, and the crop is of significant importance for national agribusiness. Planting is one of the first operations in the agricultural production system and affects both the subsequent operations and crop productivity. The use of pre-sprouted seedlings (MPB) is still considered a planting technology that is not very available and requires high investment. In this context, the objective of the paper was to assess the effect of applying Ethephon on MPB seedlings and on splitting of seedlings from the RB985476 variety, as well as of spacing between seedlings on the plantation line and on the splitting rate through sugarcane biometry and productivity in the Inter-rotational Method of Simultaneous Occurrence (MEIOSI) system. For this purpose, a randomized block design was used, in a 4X2 factorial scheme (spacing between X seedlings with and without Ethephon) and with four replications. The spacings used were 0.20, 0.40, 0.60 and 0.80 meters between seedlings and Ethephon was applied at doses of 0 and 0.5 L ha⁻¹. The data were submitted to analysis of variance and Tukey's test at 5%. The seedlings were planted manually, and the regulator was applied to the pre-sprouted seedlings via foliar. At 270 DAPs (Days After Planting) biometric evaluations were performed regarding the number of tillers, length and diameter of the stems, number of internodes, number of buds per meter, weight of 10 stalks and yield of the stems (TCH, tons per stalks per hectare). After planting the seedlings produced (splitting operation), the number of tillers and length were evaluated at 90 days. Applying Ethephon to the MPB seedlings exerted no significant effect at 270 DAPs. The spacing of 0.80 m between seedlings failed to obtain the best result in productivity (TCH), although it presented a 1:11 splitting rate without applying enough Ethephon to split the area for the RB985476 variety, which results in a spacing with higher economic viability due to the lower seedling acquisition cost. The spacings of 0.60 and 0.80 m presented a higher number of tillers per seedling planted with and without Ethephon. At splitting, the evaluation at 90 DAPs did not present a significant difference in the variables analyzed.

Keywords: *Saccharum* spp.; ethephon; spacing; seedling nursery; mother line.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	Cana-de-açúcar	18
2.2	Mudas pré-brotadas (MPB).....	19
2.3	Sistema MPB integrado à MEIOSI.....	21
2.4	Reguladores vegetais	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Localização do experimento	26
3.2	Delineamento experimental e tratamentos	28
3.3	Material vegetal RB985476	28
3.4	Instalação da área experimental e aplicações de manutenção.....	29
3.5	Avaliações	29
3.6	Comprimento de colmos	30
3.7	Diâmetro de colmos	30
3.8	Número de entrenós	30
3.9	Comprimento médio de entrenós	30
3.10	Gemas por metro.....	30
3.11	Peso de 10 colmos.....	31
3.12	Produtividade de colmos.....	31
3.13	Avaliação da desdobra	31
3.14	Produção de colmos por muda plantada.....	31
3.15	Gemas produzidas por hectare.....	31
3.16	Gemas produzidas por muda.....	32

3.17	Perfilhos produzidos por muda.....	32
3.18	Taxa de desdobra	32
3.19	Análise estatística	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	Biometria e produtividade de colmo das MPB.....	34
4.2	Biometria e estimativa de hectares plantados na desdobra.....	43
4.3	Taxa de desdobra	44
4.4	Correlação de Pearson.....	45
5	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Por ser a principal matéria-prima utilizada pela indústria sucroenergética, atualmente a cana-de-açúcar é uma das culturas mais importantes no cenário socioeconômico brasileiro na produção de açúcar, etanol e energia.

Para a maximização do potencial produtivo, as novas tecnologias são ferramentas importantes, permitindo a exploração, de maneira mais eficiente, dos recursos disponíveis, como água, fertilizantes e luz, havendo assim ganhos significativos em produtividade, com o mínimo dos custos de produção.

Dentre estas tecnologias existem, várias técnicas novas vêm sendo utilizadas na tentativa de aumentar tanto quantitativa quanto qualitativamente a produção de cana-de-açúcar, sendo uma delas a aplicação de reguladores vegetais. A utilização de reguladores sobre a cana-de-açúcar resulta em promoção do crescimento e do desenvolvimento das plantas, devido ao incremento da absorção de água e nutrientes (CASTRO; VIEIRA, 2001).

O uso de reguladores na agricultura é uma prática viável que objetiva explorar o potencial produtivo das culturas. Os reguladores atuam numa regulação ativa dos processos fisiológicos da planta, propiciando respostas viáveis economicamente (SILVA, 2010).

A aplicação de reguladores vegetais, originários de soluções simples ou compostas provenientes de hormônios vegetais naturais ou sintéticos, tem sido amplamente divulgada na agricultura para promover o melhor manejo das etapas de desenvolvimento das culturas, incrementando a produtividade quando há condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da planta. Os reguladores também são utilizados como estimulantes do enraizamento e controladores do alongamento celular, entre outras possíveis maneiras de interferir no processo de desenvolvimento dos vegetais.

Dos reguladores vegetais, o etefon (ácido 2-cloroetilfosfônico) é um exemplo, que estimula a produção endógena de etileno sem ruptura do meristema apical (JOHNSON, 1996). A produção de etileno varia de acordo com o tipo de tecido, espécie de planta e estágio de desenvolvimento da planta. A síntese de etileno ocorre no vacúolo e seu movimento ocorre por difusão gasosa através dos espaços

intercelulares e tecidos vasculares. Dentre os muitos efeitos fisiológicos, o etileno promove o crescimento de raízes grossas e finas, e inibe a ação e a translocação de auxinas na superfície dos tecidos vegetais. Desta maneira, o etileno altera o padrão de crescimento, reduzindo o alongamento celular (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além da aplicação de reguladores vegetais para atingir maior potencial produtivo da cana-de-açúcar, uma tecnologia que vem sendo empregada é a utilização de mudas pré brotadas (MPB) que visa além de um estande de plantas bem formado, um canavial com melhor sanidade e menor custo de produção.

As MPB estão sendo utilizadas em áreas de MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente), que consiste em intercalar lavouras de interesse econômico e agrônômico com o canavial para reduzir custos de implantação, melhorar o sistema de logística na distribuição dos colmos para o plantio e as condições químicas, físicas e biológicas do solo (SNA, 2016).

Apesar de toda a simplicidade do processo de produção, o uso de MPB introduz uma mudança de conceito em relação à operação de plantio. Ou seja, substitui-se a distribuição de gemas de forma aleatória nos sulcos por plantas, que originarão unidades biológicas ao final do ciclo de crescimento. Esse ajuste, aplicado na fase inicial do processo de produção agrícola abre a perspectiva de novos desdobramentos nos manejos culturais e consequente agregação de ganhos ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar.

Com essa tecnologia relativamente nova, estudos sobre espaçamento entre mudas no plantio e aplicação de compostos a fim de aumentar o perfilhamento e enraizamento tornam-se de grande importância no cenário canavieiro.

Com o alto custo da reforma e implantação do canavial devido ao custo da MPB (cerca de R\$1,50 por muda), torna-se de extrema importância a definição do espaçamento que melhor se ajusta na operação de multiplicação das mudas (desdobra da MEIOSI) em que não ocorram gastos desnecessários e proporcione a melhor taxa que possibilite bom rendimento operacional na desdobra, onde o ideal é que a quantidade de mudas da linha-mãe seja suficiente para o plantio visto que a sobra desta na linha também é prejudicial para as operações subsequentes.

O espaçamento de plantio das MPB influencia no perfilhamento e produtividade do canavial e isto pode ser incrementado com a aplicação de etefon que nas mudas provenientes de colmo, é comum sua aplicação nas unidades produtoras de cana-de-açúcar, visto que ele proporciona o aumento do etileno nos tecidos fazendo com que ocorra uma queda na concentração de auxina devido a interrupção da dominância apical, que passa a estimular o perfilhamento das gemas laterais dos colmos (TAIZ; ZEIGER, 2013, ARAUJO, 2015).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de etefon em mudas de MPB e desdobra de mudas da variedade RB985476, e do espaçamento entre mudas na linha de plantio e a taxa de desdobra através da biometria e produtividade da cana-de-açúcar no sistema de MEIOSI.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma das culturas de maior importância socioeconômica para o Brasil, exerce função na produção de açúcar, etanol e energia ocupando na safra 21/22 área total de 9.648,3 mil hectares, destes 8.264,4 mil hectares destinados à colheita com produtividade média em torno de 68,78 t ha⁻¹, 1.182,3 mil hectares de plantio e 201,6 mil hectares de muda (CONAB, 2021). A produção açucareira fundamenta grande parte das divisas do país, colocando o Brasil como maior exportador mundial de açúcar, e a produção de álcool constitui alternativa nacional altamente viável à substituição de determinados derivados do petróleo, além de ser fonte renovável de combustível (SILVA et al., 2014).

A multiplicação da cana-de-açúcar é feita por meio de propagação vegetativa, utilizando-se colmos (rebolos), contendo gemas, que originarão os brotos. A área destinada para muda é expressiva devido o plantio comercial ser plantado via colmos com altos consumos de toneladas que poderiam ser destinadas para a moagem. A germinação da cana-de-açúcar depende de vários fatores, sendo que um dos principais é a reserva energética contida no colmo (LANDELL et al., 2012). Após o início da brotação da gema presente no tolete de cana-de-açúcar, a estrutura que surge é denominada de perfilho.

O perfilho é um colmo na fase “jovem”, que tem origem na ramificação da região basal da planta de cana-de-açúcar e com estruturas pouco definidas ou mesmo inexistente, tais como nós, entrenós, folhas e outras. Com o surgimento dessas ramificações de maneira sequencial, no final desse processo, ocorre a formação da touceira, que dará uma estimativa da população de colmos industrializáveis que irão ser colhidos (RIPOLI et al., 2006).

A grande procura por técnicas que proporcionam o máximo da produtividade e menor custo no cultivo de cana-de-açúcar indica a utilização de reguladores vegetais ou biorreguladores e diferentes sistemas de plantio objetivando o incremento quantitativo e qualitativo na produção da cana.

Segundo Jain et al. (2011), o uso do etefon nos sistemas de plantio de mudas de cana-de-açúcar proporciona o aumento no desenvolvimento inicial da cultura na fase de brotação, o que se torna uma nova alternativa nas regiões com clima subtropical. Essas respostas também foram observadas por Silva et al. (2007), quando houve a aplicação do etefon em planta com colmos desenvolvidos, que posteriormente à colheita, observaram aumento do número de perfilhos e a formação de colmos industrializáveis.

Aliado a isto uma das alternativas para redução do consumo de colmos para muda é a produção de MPB de cana-de-açúcar, a evolução de um método alternativo (LANDELL et al., 2012), para o aumento de taxas de multiplicação para reduzir a quantidade de mudas e melhorar a qualidade dos viveiros de mudas (GIROTTI et al., 2016).

2.2 Mudas pré-brotadas (MPB)

Atualmente existem alguns métodos de plantio de cana-de-açúcar, dentre eles estão o sistema convencional, realizado por meio de toletes, e o plantio de mudas pré-brotadas (MPB), tecnologia desenvolvida recentemente pelo Centro de Cana do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

O plantio convencional é realizado por meio do enterramento de toletes nos solos, que posteriormente darão origem a cana adulta. Para que o plantio convencional alcance os objetivos desejados, é necessário definir as áreas de reforma e de expansão, realizando todas as operações de maneira correta. No sistema de plantio convencional, pode-se utilizar o sistema de plantio mecanizado e semimecanizado (SILVA; SILVA, 2012).

O sistema de plantio de MPB é uma alternativa para redução dos problemas característicos de plantio convencional e amplificação na adoção de cultivares melhoradas. Esse plantio é realizado de modo mecanizado ou manual de mudas de cana-de-açúcar produzidas em viveiros e estufas, com variação de espaçamento de 50 a 75 cm entre mudas (LANDELL et al., 2012).

No plantio convencional, durante o início do período de crescimento, não há somente competição entre os perfilhos, mas também entre as touceiras de cana-de-açúcar, havendo também competição por luz, nutrientes e água. No sistema mais moderno de MPB, as touceiras expressam melhor seu potencial produtivo e podem dessa maneira apresentar menor competição nessa fase de crescimento (XAVIER et al., 2014). O cultivo através de MPB proporciona também redução nos riscos de disseminação de pragas, que é um fator de elevada importância, que deve ser cuidadosamente considerado na cultura da cana-de-açúcar (LANDELL et al., 2012 XAVIER et al., 2014)

O sistema MPB reduz a quantidade de mudas de 10 para 2 t ha⁻¹ (MAWLA et al., 2014), sendo extremamente dependente do controle da necessidade hídrica para a uniformidade do perfilhamento e, assim, do estande, e diminui o tempo de formação do canavial (LIBARDI et al., 2017), proporcionando ganhos de 18% na produtividade do canavial (MOHANTY et al., 2015).

Alves et al. (2021) analisaram o desenvolvimento da cana-de-açúcar sob três diferentes sistemas de plantio, e concluíram que o plantio pelo sistema de MPB não obteve ganhos de produtividade quando comparado a outros. Xavier et al. (2014), utilizando as cultivares IAC91-1099 e IACSP95-5000 e analisando o efeito do tipo de plantio na cultura da cana-de-açúcar, reportaram que, em relação ao perfilhamento e produtividade das cultivares citadas, o sistema de plantio não teve efeito significativo.

Campana et al. (2016) investigaram duas formas de plantio de cana-de-açúcar, sendo elas por toletes (convencional) e MPB, com espaçamentos diferentes, os autores concluíram que o plantio em MPB com espaçamento de 0,5 m entre mudas produziu quantidade semelhante de colmos por metro de sulcos em relação ao sistema de plantio convencional com 15 gemas por metro de sulco. Os pesquisadores também afirmaram que o plantio em toletes apresentou maior comprimento de colmos quando comparado ao MPB e que o tipo de plantio não modificou a produção de gemas por hectare.

O plantio de MPB agilizou o perfilhamento da variedade RB92579 em campo. Isto significa que perfilhos formados mais cedo permitem gerar colmos mais grossos e de maior densidade, ao passo que os formados mais tarde possuem a tendência de morrer ou permanecer curtos e imaturos (MANHÃES et al., 2015).

Na atualidade, um grande aliado à tecnologia MPB é o sistema de plantio de MEIOSI, onde o preparo de solo é feito apenas no local de transplante da linha mãe. O sistema MEIOSI aliado ao uso de mudas de cana-de-açúcar com qualidade genética, fisiológica e fitossanitária tem merecido atenção dos produtores, pois resulta em menor consumo de material propagativo na implantação dos canaviais. Desta forma, a produção de mudas MPB de cana-de-açúcar se intensificou nos últimos anos, garantindo mudas saudáveis e vigorosas para o plantio. Tal qualidade resulta em menor consumo de mudas na implantação de canaviais, seja no sistema de plantio mecanizado ou convencional, permitindo ganhos econômicos consideráveis (XAVIER et al., 2014).

2.3 Sistema MPB integrado à MEIOSI

A MEIOSI, consiste na produção de material de propagação da cana-de-açúcar (linha mãe), simultaneamente com as culturas utilizadas na reforma (soja, amendoim e leguminosas adubos verdes), visando a diminuição de custos de implantação e a melhoria da área de cultivo (BARCELOS, 1984). Além disso, contribui para melhorar as condições físicas e químicas do solo bem como o sistema de logística (SNA, 2016). Essa técnica foi criada no início de 1980, e por muitos anos teve sua adoção reprimida por não possibilitar um bom paralelismo entre os sulcos de plantio da cana-de-açúcar. Mas com o advento da tecnologia do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) nos tratores, é visível a expansão do uso da técnica, a qual representou 28% da nova implantação da cana-de-açúcar na safra 2019/20 (SNA, 2016).

Existem algumas vantagens para as lavouras de se utilizar este sistema integrado (MEIOSI + MPB): grande sanidade das mudas e aumento do vigor e produtividade; alta velocidade de crescimento e perfilhamento da cana; melhor conservação do solo e redução de riscos de erosão; ajuda no controle de doenças e pragas; redução do tráfego de tratores e veículos, evitando a compactação do solo; entre outras. Além disso, o sistema integrado pode acelerar a expansão e multiplicação de variedades novas, mais produtivas e modernas, obtendo-se melhores resultados (LANDELL, 2019).

Além disto, o sistema viabiliza a multiplicação e introdução de novas variedades mais rapidamente e reduz os custos relacionados às mudas (transporte e quantidade). O sistema proposto é o plantio de cana de ano e meio, com o início de uma parte do plantio em setembro/outubro, numa proporção, por exemplo, de 2:8, ou seja, o plantio de duas linhas de cana e um espaço intercalar equivalente a oito linhas, com o propósito de produzir, nessas duas linhas, mudas suficientes na própria área de renovação para o plantio do restante da área em março/abril. Nesse espaço intercalar, cria-se possibilidade da instalação de culturas que possam ser plantadas e colhidas durante o período do desenvolvimento da muda de cana-de-açúcar (BELLODI, 2018).

O plantio em área total com cana-de-açúcar é realizado tomando como referência as duas linhas-bases, que são cortadas e espalhadas nos sulcos adjacentes, operação também chamada de “desdobra” e ocorre entre março e abril. A vantagem mais interessante na utilização do método é a idade das mudas (seis a oito meses), que possuem maior vigor e, portanto, diminui o consumo de gemas para plantar um hectare, maior rendimento de corte e melhor sanidade. Pode-se destacar que na MEIOSI não há necessidade do carregamento e transporte de mudas, já que elas são produzidas na mesma área de renovação, reduzindo os custos e melhorando a logística de operação (OLIVEIRA et al., 2016).

A definição da taxa ideal de desdobra para o espaço intercalar é de grande importância, Martins (2020), em estudo de análise de falhas no plantio, observou que visualmente no centro da área intercalar é onde obteve-se a maior quantidade de falhas, pois o plantio dado à partir da fileira mãe é distribuído em média quatro linhas para a direita e quatro linhas para a esquerda e muitas das vezes faltam mudas para serem plantadas, onde apresentou uma faixa de solo exposto, maior que 0,5 m resultando em falhas.

Outro fator importante para o sucesso da implantação das linhas mães no sistema de MEIOSI é o enraizamento e a brotação das mudas que na MPB é considerada fator problemático e pode estar relacionado às características da planta e do ambiente. Por este motivo, há uma busca por técnicas auxiliares, como o uso de reguladores de crescimento, para propiciar maior enraizamento (BIASI, 1996), além de favorecer a brotação (ALBUQUERQUE et al., 2008).

2.4 Reguladores vegetais

Os reguladores vegetais são substâncias sintéticas com efeitos que se assemelham aos hormônios vegetais, sendo estes produzidos naturalmente nas plantas, porém em baixas concentrações. Tais compostos orgânicos podem acarretar modificações nos processos fisiológicos e morfológicos dos vegetais (CAPUTO et al., 2008).

Vários trabalhos foram desenvolvidos para verificar a eficácia dos reguladores vegetais, aplicados em pré (CASTRO et al., 2009; WIEDENFELD, 2003) ou pós-emergência (LUCCHESI et al., 1979; MILLHOLLON; LEGENDRE, 1995), na brotação e no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, propiciando maiores perfilhamentos e produtividade final. Algumas substâncias comumente utilizadas como maturadores podem ser consideradas eficazes no aumento da indução do perfilhamento da cana-de-açúcar também quando aplicadas em fases iniciais da cultura, dentre eles o ácido (2-cloroetil) fosfônico (etefon). Essa substância é conhecida como regulador de crescimento de plantas, com propriedades sistêmicas. Nos vegetais, o etefon sofre degradação rapidamente para ácido fosfórico, etileno e íons cloreto, tendo efeitos positivos sobre o processo de crescimento (ARALDI, 2010).

Em cana-planta, resultados de pesquisa provaram que a aplicação do etefon no sulco de plantio e na parte aérea pode aumentar a produtividade de colmos de 6 a 21%, sendo esta dependente da cultivar e do ambiente de produção. Diversas respostas, em diferentes fases de desenvolvimento da planta, têm sido acompanhadas, e observou-se que o principal componente responsável pelo aumento de produtividade é o aumento na população de colmos por metro, visto que o número de colmos é um dos componentes da produtividade, aliado ao comprimento, diâmetro e densidade (SILVA et al., 2010).

A maior quantidade de colmos na colheita é resultado da aplicação de reguladores em termos de maior brotação inicial das gemas, refletindo em menor número de falhas e, portanto, melhor competição com ervas daninhas no início do desenvolvimento, e como consequência, levando ao maior perfilhamento durante todo o desenvolvimento do canavial. Em plantios mecanizados também tem ocorrido maior brotação, reduzindo as falhas (SILVA et al., 2008).

Outro fator favorável ao incremento de produtividade de colmos é o maior crescimento radicular ocasionado pelos reguladores vegetais. O maior sistema radicular proporciona o melhor aproveitamento dos fertilizantes e leva à maior tolerância à deficiência hídrica (SILVA et al., 2010).

A combinação de todos esses fatores proporciona um canavial mais homogêneo, com colmos de uniformidade em comprimento e maior diâmetro, contribuindo para a colheita mecânica e o maior rendimento da colhedora. Em cana-planta constatou-se o aumento na produtividade de açúcar, em cerca de 1,3 a 3,4 toneladas de açúcar por hectare (ALVES et al., 2021). Tal aumento na produtividade é conferida ao incremento do número de colmos, onde está a sacarose.

Em cana-soca, os incrementos em produtividade de colmos com a aplicação de regulador em fase de perfilhamento da soqueira variam de 8 a 25%, portanto as respostas variam de acordo com a cultivar e o ambiente de produção. Neste contexto, a produtividade de açúcar aumentou de 0,9 a 3,8 toneladas de açúcar por hectare (SILVA et al., 2007).

O etefon é classificado como regulador de crescimento utilizado para conter o crescimento em cereais e induzir frutos e a cana-de-açúcar à maturação (MAPA, 2020). A molécula possui elevada solubilidade em água (1.000.000 ppm), baixo coeficiente de partição octanol-água (k_{ow} 0,0129), constante de dissociação (pK_a 2,82) e caráter químico ácido PPDB. Após sua absorção pelas plantas, o etefon quando em contato com o pH do citosol celular ($pH \sim 4$) é convertido em etileno gasoso (CASTRO et al., 2001).

Segundo Jain, Solomon e Chandra (2011), o uso do etefon nas fases iniciais na cultura da cana-de-açúcar proporciona maior desenvolvimento inicial, tornando uma alternativa na indução do perfilhamento em regiões subtropicais. Shetiya e Dendsay (1991), ao estudarem variedades de cana-de-açúcar, relataram que aplicando o etefon quatro semanas após a emergência, aumentou o número de folhas nos colmos.

Segundo Li e Solomon (2003), o etileno ocasionou uma diferenciação nas células do mesofilo com dose de 100 mg L^{-1} , que proporcionou um aumento na superfície exterior das células e permitiu melhor distribuição e aumento dos cloroplastos. Ainda os autores relataram que essas mudanças trouxeram um

significativo aumento da área fotossintética total no mesofilo celular das folhas de cana-de-açúcar.

Os vasos xilemáticos desempenham a função da translocação da seiva não metabolizada rica em água e sais minerais das raízes para as folhas dos vegetais (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009). Devido a essa propriedade de transporte das raízes para folhas, o efeito do etefon não influenciou seu diâmetro, uma vez que o etefon foi pulverizado nas folhas.

Segundo Li et al. (2002), a aplicação do etileno proporcionou uma aceleração na diferenciação e um aumento do número de vasos floemáticos e xilemáticos, o que proporcionou maior eficiência no transporte das seivas na cana-de-açúcar.

Li e Solomon (2003) constataram que houve perfilhamento mais uniforme da soqueira e aumento no número de colmos da cultura com a aplicação do etefon na dose de 50, 100 e 200 mg L⁻¹ aos vinte dias antes do corte das mudas para o plantio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi instalado em área comercial de cana-de-açúcar no município de Brotas – SP, situada nas coordenadas geográficas 22° 22' 06" S e 48° 00' 01" O, e altitude de 712 m acima do nível do mar com clima subtropical úmido (Classificação climática de Köppen-Geiger: Cfa). O plantio foi realizado no dia 13 de julho de 2020 (safra 2020/2021). O solo da área é classificado como Latossolo médio arenoso (Tabela 1 e 2) e ambiente de produção classificado C (DEMATTE; DEMATTE, 2009).

Tabela 1. Análise química de solo da área experimental.

Profundidade	M.O.	pH CaCl ₂	P Resina	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
0-20	13	4,9	16	0,3	13	5
20-40	12	4,6	9	<0,2	7	3

Profundidade	Al ³⁺	H+Al	S SO ₄ ⁻²	SB	CTC	V%
0-20	3	24	2	18,3	42,3	43,3
20-40	6	25	3	10,2	35,2	29

Profundidade	B	Cu	Mn	Fe	Zn	m%
0-20	0,14	0,9	1,6	68	0,6	13,7
20-40	0,17	0,8	1,4	58	0,4	36,6

M.O=matéria orgânica; P=fosforo; K=potássio; Ca=cálcio; Mg=magnésio; Al=alumínio; H+Al=hidrogênio + alumínio; S=enxofre; SB=soma de bases; CTC=capacidade de troca de cátions; V%=percentual da CTC ocupada pela SB; B=boro; Cu=cobre; Mn=manganês; Fe=ferro; Zn=zinco; m%=percentual da CTC ocupada por alumínio.

Tabela 2. Análise física do solo da área experimental.

Profundidade	Areia Fina	Areia Grossa	Areia Total	Argila	Limo	Classe Textural
0-20	410	432	842	96	62	Areia franca
20-40	438	420	858	60	82	Areia franca

Os dados climatológicos, precipitação e precipitação acumulada, e temperatura e umidade do ar, do período de julho de 2020 a novembro de 2021, estão descritos, respectivamente, nas Figuras 2 e 3.

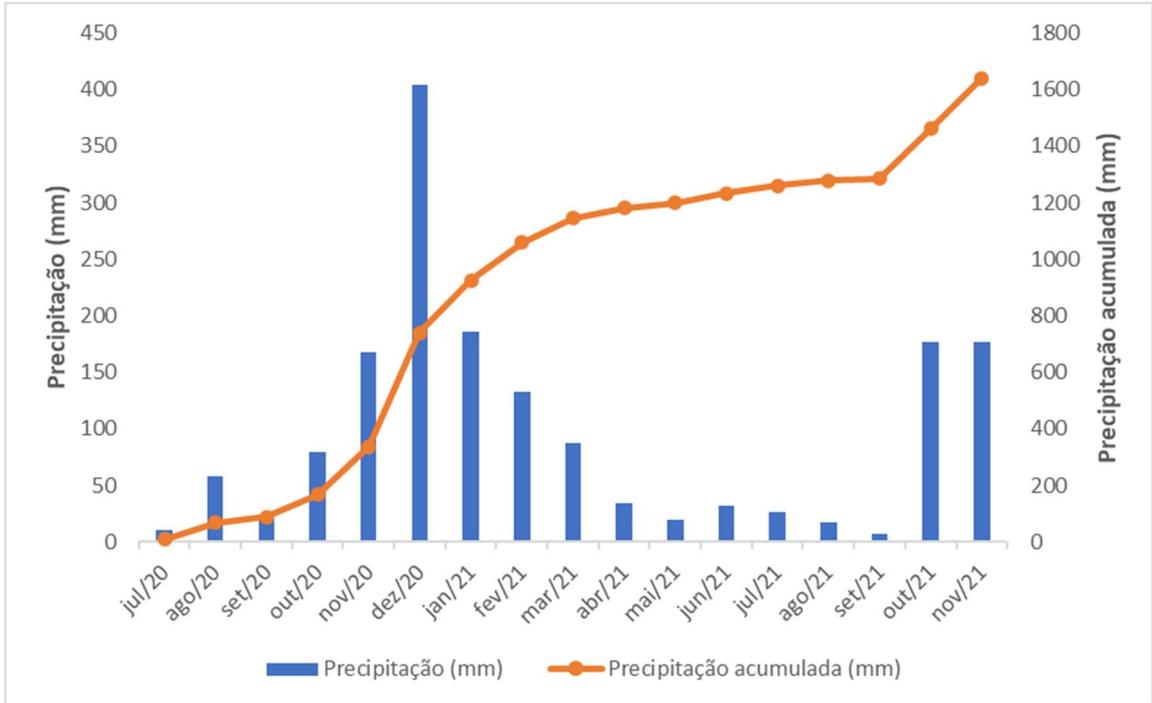


Figura 2. Precipitação e precipitação acumulada da área experimental no período de julho de 2020 a novembro de 2021.

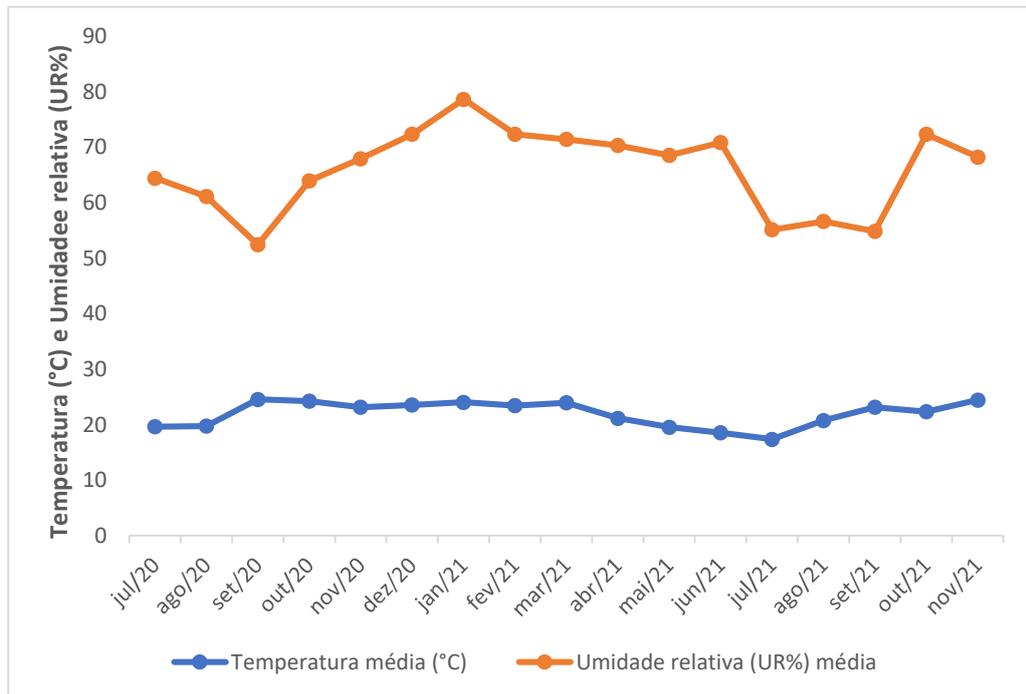


Figura 3. Temperatura média e umidade relativa média do ar da área experimental no período de julho de 2020 a novembro de 2021.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro espaçamentos entre as mudas na linha de plantio (0,20; 0,40; 0,60 e 0,80 m) e dois tratamentos com regulador vegetal Etefon (sem e com aplicação). Cada tratamento tinha 4 repetições, e cada parcela possuía 10 m de comprimento com 2 linhas duplas (0,90 x 1,50 m).

O regulador vegetal comercial utilizado foi Ethrel (720 i.a L⁻¹ de ácido 2-cloroetil fosfônico, Bayer S.A.) aplicado nas doses 0 e 0,5 L ha⁻¹. A aplicação foi via foliar utilizando pulverizador terrestre, com volume de 150 litros de calda por hectare com bico de pulverização TTI03 com 2 bar de pressão.

Aos 21 dias após o plantio (DAP) foi feita a aplicação do regulador nas parcelas com o tratamento de etefon, e nas parcelas testemunha foi aplicado apenas água. No mesmo dia foi aplicado o herbicida pré emergente Thebutiuron 2 L ha⁻¹ + Diuron 2,5 Lha⁻¹.

3.3 Material vegetal RB985476

Foi utilizada a cultivar RB985476 de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). Esta cultivar apresenta ótima brotação em colheita mecanizada, ótimo perfilhamento em cana-planta e cana-soca, com excelente fechamento de entrelinhas. Possui alta produtividade, teor de fibra médio, PUI médio, maturação média, elevada estabilidade de produção e é resistente às principais doenças (Figura 1). Recomenda-se o plantio em ambientes de médio a alto potencial produtivo e colheita no meio de safra (RIDESA, 2018).

As MPB foram doadas ao Grupo Raízen pela empresa BASF S/A, provenientes de viveiro certificado da cidade de Santo Antônio de Posse – SP.



Figura 1. Variedade RB985476 em início de perfilhamento.

3.4 Instalação da área experimental e aplicações de manutenção

O preparo do solo foi feito de forma convencional na linha de plantio, composto por uma subsolagem e duas gradagens. O sistema de plantio das MPB foi em MEIOSI para realização futura da operação de quebra e plantio das mudas (desdobra).

A sulcação foi realizada com sulcador manual aplicando adubo formulado 10-30-20 na dose de 500 kg ha⁻¹ e torta de filtro 25 t ha⁻¹. A recomendação de adubação seguiu instruções do Boletim 100 para cana-de-açúcar (IAC, 1996), com base na análise de solo da área do experimento (Tabela 1 e 2). Posteriormente foi feito o plantio manual das MPB com auxílio de uma matraca e gabarito para os diferentes espaçamentos.

Todos os tratos culturais e operações de manutenção da cana-de-açúcar foram realizados conforme as recomendações preconizadas para a cultura para esta região e seguindo as premissas das boas práticas agrícolas.

3.5 Avaliações

Todas as avaliações biométricas foram feitas aos 270 DAP em 5 metros centrais das parcelas.

Nesta ocasião houve o corte da cana-de-açúcar com finalidade de mudas e plantio delas nas linhas subsequentes (operação de desdobra).

3.6 Comprimento de colmos

Foi determinado o comprimento de 10 colmos dentro dos 5 metros centrais da parcela. Os colmos foram cortados e retirados das parcelas para as medições necessárias. Tal variável biométrica foi medida por meio de uma trena graduada da superfície do solo a primeira folha totalmente expandida e com lígula aparente (folha +1).

3.7 Diâmetro de colmos

Nas mesmas 10 plantas retiradas para a medição de comprimento também foi determinado o diâmetro de colmo. Medido a 5 cm do comprimento em relação à base do colmo com paquímetro analógico.

3.8 Número de entrenós

Os entrenós foram contados visualmente nos 10 colmos coletados para as demais aferições.

3.9 Comprimento médio de entrenós

O comprimento médio de entrenós foi calculado dividindo-se o comprimento de colmos por número de entrenós.

3.10 Gemas por metro

O número de gemas por metro foi calculado multiplicando o número de entrenós por metro e o número de perfilhos por metro.

3.11 Peso de 10 colmos

O peso de 10 colmos foi feito por meio de uma balança digital portátil com gancho em escala de 50 kg.

3.12 Produtividade de colmos

A produtividade de colmos, expressa em toneladas de colmos por hectare (TCH), foi estimada pela metodologia proposta por Landell e Silva (2004), utilizando-se a equação 1:

$$TCH^* = (0,007854 \times d^2 \times h \times C) E^{-1} \quad (1)$$

Em que:

TCH: produtividade de colmos

d: diâmetro de colmos (m)

h: comprimento de colmo (m)

C: número de perfilhos (m^{-1}) E: espaçamento entre linhas de plantio (m)

(*Considerando a densidade do colmo igual a 1,0).

3.13 Avaliação da desdobra

Após a desdobra da linha mãe (plantio das mudas provenientes do experimento com e sem aplicação de etefon em MPB e espaçamentos diferentes) houve a determinação do número de perfilhos e comprimento de colmos (10 colmos) aos 90 dias após a desdobra.

3.14 Produção de colmos por muda plantada

O peso de colmos (kg) por muda plantada foi calculado dividindo o TCH pelo número de mudas utilizadas em um hectare.

3.15 Gemas produzidas por hectare

O número de gemas por hectare foi calculado utilizando gemas por metro extrapolado para hectares (espaçamento 0,90 x 1,5 m).

3.16 Gemas produzidas por muda

O número de gemas por muda foi calculado com os dados de gemas por metro dividido por número de mudas utilizadas por metro.

3.17 Perfilhos produzidos por muda

O número de perfilhos por muda foi calculado com os dados de perfilhos por metro dividido por número de mudas utilizadas por metro.

3.18 Taxa de desdobra

A taxa de multiplicação para plantio manual da MEIOSI foi determinada de acordo com os fatores de desenvolvimento: número de gemas por colmos ou altura de colmos de acordo com perfilhos por metro conforme recomendação descrita no Manual técnico de plantio de cana-de-açúcar em MEIOSI (CTC, 2019).

3.19 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e, quando significativas, as diferenças entre as médias (teste de F) foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR.

Também foi realizada a análise de regressão para as variáveis que apresentaram linearidade.

Foi realizada análise de coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis biométricas e a produtividade utilizando a equação 2:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2\right] \left[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right]}} \quad (2)$$

sendo: r = coeficiente de correlação de Pearson; x_i – valores das variáveis “a”; \bar{x} - média dos valores das variáveis “a” y_i - valores das variáveis “b”, \bar{y} - média dos valores das variáveis “b”.

Com os valores da correlação de Pearson foi realizado a classificação de cada valor, atribuindo uma interpretação específica (Tabela 3).

Tabela 3. Interpretação do coeficiente de correlação.

Valor de r (+ ou -)	Interpretação
0,0 a 0,19	Correlação bem fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Biometria e produtividade de colmo das MPB

A análise de variância indicou que só houve interação entre regulador vegetal e espaçamento para a variável TCH, para as demais variáveis não houve interação entre as causas de variação (Tabela 4).

A causa de variação regulador vegetal não promoveu efeito significativo nas variáveis analisadas. E a causa de variação espaçamento influenciou em número de perfilhos, número de gemas por metro e TCH.

Tabela 4. Resumo da análise de variância do número de perfilhos (NP), altura (A), diâmetro (D), número de entrenós (NE), número de gemas por metro (NG), massa de 10 colmos (M10) e TCH em cana-de-açúcar sob efeito de etefon e espaçamento de plantio entre mudas.

Fonte de variação	Variáveis						
	NP	A (m)	D (cm)	NE	NG	M10 (kg)	TCH
Probabilidade ($P > F$)							
Regulador vegetal (R)	0,983	0,119	1,909	0,270	0,894	0,04	0,202
Espaçamento entre mudas (E)	13,41**	0,567	0,319	0,866	10,842**	0,676	7,670**
Interação R x E	1,18	0,711	0,439	0,137	0,417	0,236	2,030*
CV%	9,28	9,42	2,91	8,57	14,4	17,86	13,91

* significativo ($P < 0,05$); **: significativo ($P < 0,01$); C.V.: coeficiente de variação.

O número de perfilhos por metro não diferiu estatisticamente entre os tratamentos com e sem aplicação de etefon, porém o espaçamento de 0,80 m apresentou menor número de perfilhos por metro (Tabela 5 e Figura 4). Tal espaçamento diminuiu cerca de 29% e 18% nos tratamentos com e sem aplicação etefon respectivamente, comparados ao tratamento de menor espaçamento (0,20 m).

Os resultados se assemelham aos obtidos por Silva et al. (2002), avaliando densidade de plantio na cultura de meristema, verificaram que os espaçamentos entre 10 e 80 cm entre plantas obtiveram maior número de perfilhos por metro aos 270 dias após o plantio.

Em outros estudos também já se verificou que genótipos de cana-de-açúcar respondem diferentemente ao etefon quanto ao aumento de perfilhamento no início do desenvolvimento. Millhollon e Legendre (1995) observaram, em seis genótipos avaliados, que as respostas variam tanto na intensidade do perfilhamento quanto na época e na duração da ocorrência.

Wiedenfeld (2003) observou aumento do perfilhamento em três de cinco genótipos estudados, e argumentou que quando são observadas respostas diferentes de genótipos aos reguladores de crescimento, faz-se necessário uma calibração de dose e época de aplicação baseada na resposta desejada para cada genótipo.

Diferente do observado neste trabalho, Silva et al. (2008) observaram incremento no número de perfilhos iniciais, associando o fato com o uso de bioestimulantes enraizadores que estimularam o desenvolvimento de perfilhos no início do desenvolvimento.

Silva et al. (2002) verificaram que os espaçamentos entre 10 a 90 cm obtiveram menores valores em diâmetro de colmos de cana-de-açúcar em trabalho com viveiro de mudas com cultura de meristema.

Tabela 5. Número de perfilhos com e sem aplicação de etefon em diferentes espaçamentos entre mudas.

Aplicação de etefon	Espaçamento de plantio				Média
	0,20 m	0,40 m	0,60 m	0,80 m	
Com	12,9 Aa	12,6 Aa	12,2 Aa	9,1 Ab	11,70
Sem	12,9 Aa	12,0 Aa	12,9 Aa	10,5 Ab	12,08
Média	12,9	12,3	12,6	9,8	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Estudando sistemas de plantio e espaçamento entre mudas de cana-de-açúcar, Silva et al. (2017) encontraram nos subtratamentos com as menores distâncias entre mudas (0,40 a 0,55 m), os de maiores valores em perfilhamento, em comparação a maiores distâncias entre as plantas (0,70 e 0,85 m) contrariando o resultado determinado neste trabalho. Silva et al. (2002) verificaram que o espaçamento de 10 a 80 cm promoveram maiores valores de número de perfilhos quando se trata de produtividade de mudas em diferentes espaçamentos na cultura de meristemas. Os mesmos autores verificaram que quanto maior o espaçamento menor a redução do perfilhamento ao longo do tempo, cerca de 18,2%.

A regressão não linear (Figura 4) sugere que com a aplicação de etefon houve uma queda do número de perfilhos no espaçamento de 0,80 m. O modelo da regressão sem aplicação de etefon não deu ajuste para a representação.

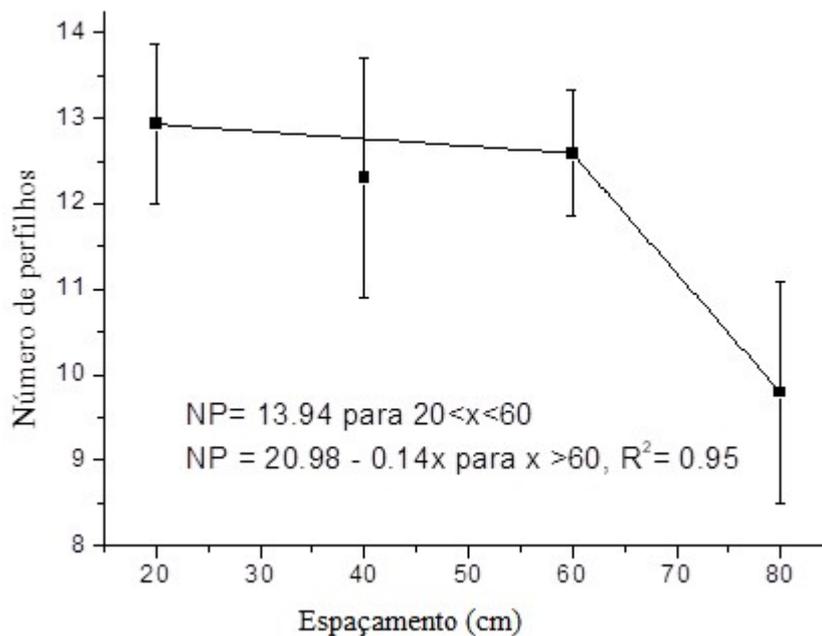


Figura 4. Número de perfilhos da cana-de-açúcar com aplicação de etefon em diferentes espaçamentos entre mudas.

Kimura e Beauclair (2009) e Sousa e Korndörfer (2010), avaliando diferentes reguladores sobre a brotação da cana, aplicados diretamente nos sulcos de plantio, não constataram efeitos significativos da aplicação no perfilhamento da cana-de-

açúcar. Silva (2018) constatou que não houve diferenças significativas quanto à média de brotação de perfilhos nos tratamentos com e sem uso de reguladores vegetais. Os resultados encontrados por Giolo et al. (2021), que utilizaram diferentes doses dos reguladores vegetais Dormex® e Ethrel® em minirebolos de cana-de-açúcar, demonstraram que não houve diferença entre os tratamentos em relação à testemunha, estando em consonância com os encontrados neste experimento.

Apesar de neste trabalho não foram observados aumentos no perfilhamento, existem relatos contrários na literatura. Para Silva et al. (2007), o uso de regulador apresentou-se como potencializador do perfilhamento, pois funcionou como ativador do metabolismo das células, influenciando nos processos fisiológicos nas diferentes fases de desenvolvimento, revigorando o sistema imunológico. Já para Chandra (2011), o uso do etefon nas fases iniciais na cultura da cana-de-açúcar proporciona maior desenvolvimento inicial, tornando uma alternativa na indução do perfilhamento em regiões subtropicais. Medeiros (2019) testou doses de adubação mineral nas concentrações de 0, 60, 80, 100 e 120% do recomendado para a cultura, com e sem o uso de reguladores vegetais, e constatou que os tratamentos com uso do regulador proporcionaram aumento do número de perfilhos, porém não contribuíram para o desenvolvimento inicial da cultura da cana-de-açúcar quanto a incrementos em diâmetro. Em teoria, a redução na concentração da auxina faz com que haja quebra da dominância apical e, portanto, estimula-se a produção de novas ramificações (perfilhos), sendo este mais um dos efeitos ocasionados pela ação dos reguladores (NAILWAL et al., 2004).

Para cana-de-açúcar diferenças de produtividade são encontradas em função do espaçamento de plantio utilizado, e a produtividade de algumas variedades é favorecida com espaçamento de plantio adensado, como se observa amplamente na literatura (BELL; GARSIDE, 2005), porém tal variável não é a única a ser levada em consideração.

O número de gemas produzidas por metro com aplicação de etefon teve decréscimo no espaçamento de 0,80 m cerca de 28% comparado ao menor espaçamento (0,20 m). Já sem aplicação do regulador vegetal não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Número de gemas produzidas por metro com e sem aplicação de etefon em diferentes espaçamentos entre mudas.

Aplicação de etefon	Espaçamento de plantio				Média
	0,20 m	0,40 m	0,60 m	0,80 m	
Com	174,6Aa	161,7Aab	165,9Aab	125,0Ab	156,8
Sem	181,3Aa	156,2Aa	179,6Aa	141,1Aa	164,6
Média	178,0	159,0	172,8	133,1	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A massa de 10 colmos constitui outro importante componente da produtividade, portanto não houve diferença entre os tratamentos seguindo a tendência dos dados do trabalho não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, mostrando que a aplicação do etefon e o espaçamento de plantio entre mudas não influencia nesta variável (Tabela 7). Cunha Junior (2016), trabalhando com espaçamento entre mudas, também obteve resultados semelhantes não havendo diferença entre os espaçamentos estudados pelo autor.

Tabela 7. Massa de 10 colmos com e sem aplicação de etefon em diferentes espaçamentos de plantio de mudas.

Aplicação de etefon	Espaçamento de plantio				Média
	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm	
Com	12,9 Aa	12,04 Aa	12,9 Aa	12,6 Aa	12,61
Sem	14,2 Aa	11,9 Aa	12,6 Aa	12,4 Aa	12,78
Média	13,6	12,0	12,8	12,5	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Para a TCH a aplicação de etefon não interferiu nos resultados, porém o espaçamento de 80 cm diminuiu a TCH em cerca de 33% e 22% com e sem aplicação de etefon respectivamente, valores comparados ao resultado obtido no espaçamento de 0,20 m entre as mudas (Tabela 8). Tal fato ocorreu devido ao menor número de plantas na parcela causado pelo maior espaçamento.

Apesar de não haver diferença estatística significativa entre os espaçamentos, aos 0,60 m sem aplicação de etefon houve incremento de cerca de 6,21 toneladas de

cana por hectare comparado ao menor espaçamento (0,20 m), tal resultado, na prática significa uma boa quantidade de mudas para a desdobra.

Confirmando o resultado desse trabalho, Silva et al. (2017) encontraram ao final do ciclo da cana-de-açúcar que os tratamentos que obtiveram os maiores números de perfilhos e produtividade de colmos foram os de espaçamento de 0,55 e 0,70 m entre mudas pré brotadas.

Barbieri et al. (1981) estudaram os efeitos da densidade de plantio na produtividade da cana-de-açúcar, plantada em sulcos espaçados de 1,50 m. Foram utilizadas cinco variedades e quatro densidades de plantio sendo: 6, 12, 18 e 21 gemas por metro de sulco. As avaliações dos efeitos dos tratamentos foram feitas para dois ciclos da cultura: cana-planta e primeira soca. As análises estatísticas permitiram concluir que não houve diferença significativamente na produtividade agrícola para as densidades estudadas, indicando que esse fator independe da densidade de plantio quando são utilizadas mudas de boa qualidade.

Tabela 8. Tonelada de cana por hectare (TCH) com e sem aplicação de etefon em diferentes espaçamentos de plantio de mudas.

Aplicação de etefon	Espaçamento entre mudas				Média
	0,20 m	0,40 m	0,60 m	0,80 m	
Com	127,14 Aa	124,93Aa	113,03Aab	85,60 Ab	112,68
Sem	125,03 Aa	107,14 Aa	131,24 Aa	97,38 Ab	115,2
Média	126,09	116,04	122,14	91,49	-

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Os valores de TCH com a aplicação de etefon tiveram o mesmo comportamento que o número de perfilhos, ou seja, uma queda no espaçamento de 0,80 cm (Figura 5). Isto significa menor quantidade de mudas para o plantio na desdobra, alterando os custos de produção. O modelo da regressão sem aplicação de etefon não deu ajuste para a representação.

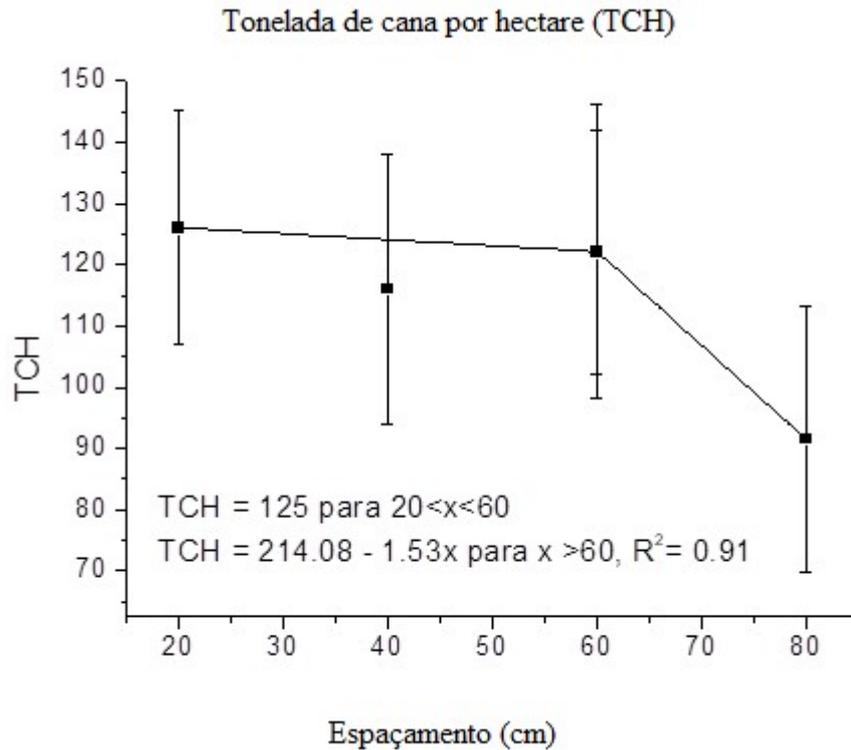


Figura 5. Tonelada de cana por hectare (TCH) com aplicação de etefon em diferentes espaçamentos de plantio de mudas.

Silva et al. (2010), estudando alguns genótipos de cana-de-açúcar sob aplicação de reguladores vegetais e fertilizantes líquidos, não observaram diferenças estatísticas significativas nos valores de TCH, mostrando que tais reguladores, entre eles o etefon, não tiveram influência na produtividade da cana.

Alguns trabalhos com aplicação de etefon em pré emergência (MILLHOLLON; LEGENDRE, 1995 e WIEDENFELD, 2003), observaram que a população de colmos aumentou até 270 e 120 dias, respectivamente, após a emergência dos perfilhos no tratamento com etefon. Contudo, esse efeito tendeu a desaparecer no decorrer do tempo, não sendo encontrada diferença entre testemunha e etefon para população de colmos durante a colheita. Dessa forma, sendo a população de colmos diretamente relacionada com a produção, os autores ponderaram que o etefon tem um potencial limitado para ser usado como um promotor de aumento da produção de cana-de-açúcar, entretanto, seu uso foi promissor quando se utilizou o espaçamento de linhas duplas ou se reduziu a quantidade de muda recomendada no plantio.

Resultados parecidos com deste trabalho, foram observados por Silva et al. (2002), em que houve decréscimo do TCH em espaçamento de 100 cm e não diferiu entre os espaçamentos de 10 a 90 cm em trabalho com cultura de meristema de cana-de-açúcar.

A causa de variação espaçamento entre mudas (E) teve diferença estatística significativa para as variáveis relação de kg de colmos produzidos por muda, número de gemas produzidas por hectare, número de gemas por muda e número de perfilhos por muda (Tabela 9).

Diferente dos resultados de número de perfilhos por metro apresentados anteriormente quando se avalia o número de perfilhos por muda plantada têm-se diferença significativa para os espaçamentos de 0,80 e 0,60 m que apresentam o maior número de perfilhos por muda (TABELA 10). PRADO (1988) observou o mesmo resultado trabalhando com diferentes densidades de gemas por metro de sulco apresentando maior perfilhamento por touceiras quanto menor o número de gemas plantadas.

Sem aplicação de etefon, a relação de kg de colmo produzido por muda, número de gemas por muda e número de perfilhos por muda obtiveram menor valor nos menores espaçamentos (0,20 e 0,40 m) entre mudas (Tabela 10). A quantidade de gemas produzidas por hectare não teve diferença estatística significativa nos espaçamentos avaliados.

Já com aplicação do etefon, a relação de kg de colmos produzidos por muda, número de gemas por muda e número de perfilhos por muda tiveram valores menores com espaçamento de 0,20 m (Tabela 10). O número de gemas produzidas por hectare teve acréscimo menor espaçamento (0,20 m).

No espaçamento de 0,60 m entre mudas, como não houve diferença dos espaçamentos menores (0,20 e 0,40 m) quanto a número de gemas produzidas por hectare, e por se utilizar cerca de 6.944,5 e 27.777,9 a menos de mudas comparando-se nos espaçamentos de 0,40 e 0,20 m, respectivamente, este espaçamento (60 cm) proporciona uma grande economia para as usinas.

Tabela 9. Resumo da análise de variância de mudas utilizadas por hectare conforme o espaçamento entre plantas, relação de kg de colmos produzidos por muda, número de gemas produzidas por hectare, número de gemas produzidas por muda, número de perfilhos produzidos por muda e análise de variância.

Fonte de variação	Variáveis			
	kg colmo muda ⁻¹	Gemas ha ⁻¹ (mil)	Gemas muda ⁻¹	Nº perfilhos por muda plantada
	Probabilidade (<i>P>F</i>)			
Regulador vegetal (R)	0,913	1,09	1,7	2,4
Espaçamento entre mudas (E)	48,29**	7,3**	76,9**	137,4**
Interação R x E	1,61	0,42	0,76	1,9
CV%	17,37	13,08	14,19	10.41

* significativo ($P<0,05$); **: significativo ($P<0,01$); C.V.: coeficiente de variação.

Tabela 10. Valores das médias de mudas utilizadas por hectare conforme o espaçamento entre plantas, relação de kg de colmos produzidos por muda, número de gemas produzidas por hectare, número de gemas produzidas por muda e análise de variância.

Tratamento	Mudas ha ⁻¹	kg colmo muda ⁻¹	Gemas ha ⁻¹ (mil)	Gemas muda ⁻¹	Nº perfilhos por muda plantada
Sem etefon					
0,20 m	41667	3,00b	1510,87 a	36,26 b	2,59c
0,40 m	20833	5,14 b	1301,83 a	62,48 b	4,80b
0,60 m	13889	9,35 a	1497,02 a	107,82 a	7,77a
0,80 m	10417	11,69 a	1175,94 a	112,89 a	8,38a
Com etefon					
0,20 m	41667	3,05 b	1455,04 a	34,92 c	2,58c
0,40 m	20833	5,99 a	1347,37 ab	64,67 b	5,04b
0,60 m	13889	8,14 a	1382,92 ab	99,61 a	7,33a
0,80 m	10417	8,21 a	1041,64 b	100,00 a	7,28a

Silva et al. (2002), avaliando a produtividade de mudas em diferentes espaçamentos na cultura de meristema, observaram que a relação de kg de colmos produzidos por muda teve os maiores valores nos espaçamentos entre 70 a 100 cm e

os menores em 10 e 20 cm. E em gemas por hectare observaram que de 10 a 90 cm produziram mais e 100 cm tiveram valores menores para esta variável.

4.2 Biometria e estimativa de hectares plantados na desdobra

Em relação à avaliação da desdobra das mudas 90 dias após o plantio, constatou-se por meio da análise de variância que as causas de variação etefon e espaçamento, assim como a interação, não tiveram efeito significativo para comprimento de colmos e número de perfilhos (Tabela 11).

Tabela 11. Resumo da análise de variância do comprimento de colmos (A) e número de perfilhos (NP) sob efeito de etefon e espaçamentos na desdobra das mudas.

Fonte de variação	Variáveis	
	A	NP
	Probabilidade ($P>F$)	
Regulador vegetal (R)	0,617ns	3,01ns
Espaçamento entre mudas (E)	0,44ns	0,172ns
Interação R x E	1,676ns	1,452ns
CV%	17,86	7,34

ns: não significativo; * significativo ($P<0,05$); **: significativo ($P<0,01$); C.V.: coeficiente de variação.

Leite (2011) e Deuber e Irvine (1987) afirmaram que a aplicação de etefon não afetou o perfilhamento da soqueira, por outro lado, Silva et al. (2010) relataram maior perfilhamento da soqueira de algumas variedades de cana-de-açúcar após a aplicação deste agente químico.

Silva et al. (2007), ao analisar o efeito dos reguladores de crescimento aplicados 126 dias antes do corte da cana-de-açúcar no perfilhamento da cana-soca subsequente, verificam diferentes respostas entre genótipos e produtos. Os autores notaram incremento no perfilhamento do genótipo IAC87-3396, cuja aplicação tanto de etefon, quanto de sulfometuron methyl, no entanto, após 6 meses tal aumento não se manteve.

4.3 Taxa de desdobra

Avaliando os espaçamentos com e sem aplicação de etefon de acordo com o número de gemas por colmo e número de perfilhos por metro obtém-se taxa de desdobra para o plantio de 1:10 e 1:11 no maior espaçamento respectivamente e 1:15 nos menores espaçamentos com atenção para o espaçamento de 0,60 m sem etefon destacando-se com o resultado de 1:15 conforme Manual técnico de plantio de cana-de-açúcar em MEIOSI (CTC, 2019), (TABELA 12).

Como já mencionado o objetivo do sistema MEIOSI é implantar um viveiro na própria área de reforma que antecede ao plantio comercial. Portanto, as duas linhas implantadas devem ser suficientes para preencher o espaço intercalar (SILVA et al., 2020). As taxas de desdobra mais comumente utilizadas são de 1:8 à 1:12 porém não existem estudos para dimensionar qual a faixa ideal por variedade.

Tabela 12 Valores das médias de número de gemas por colmo e perfilhos por metro conforme o espaçamento entre plantas e taxa de multiplicação conforme Manual técnico de plantio de cana-de-açúcar em MEIOSI (CTC, 2019).

Aplicação de etefon	Espaçamento de plantio							
	0,20 m	Taxa	0,40 m	Taxa	0,60 m	Taxa	0,80 m	Taxa
Com								
nº gemas	13,53		12,83		13,60		13,74	
perfilhos (m)	12,90	01:15	12,60	01:14	12,20	01:13	9,10	01:10
Sem								
nº gemas	14,05		13,02		13,92		13,44	
perfilhos (m)	12,90	01:15	12,00	01:13	12,90	01:15	10,50	01:11

Neste trabalho utilizou-se a taxa de 1:8 e de acordo com as taxas apresentadas na Tabela 12, observa-se que todos os espaçamentos foram suficientes e resultaram na sobra de muda nas linhas-mãe, o que também é prejudicial para o rendimento operacional da mão de obra e para as operações subsequentes ao plantio.

Desta forma a viabilidade econômica por menor custo na aquisição de mudas e que proporcionou a taxa de desdobra suficiente para a variedade RB985476 se deu no espaçamento de 0,80 m.

4.4 Correlação de Pearson

A matriz de correlação demonstrou que há influência positiva forte ou muito forte com aplicação de etefon, independente do espaçamento entre mudas, entre gemas ha^{-1} , número de gemas por metro número de perfilhos e altura de colmos sobre a TCH (Figura 6). Assim, ganhos obtidos nessas variáveis com aplicação de etefon sobre a MPB refletem em ganhos na produção de mudas para o próximo plantio. Por outro lado, a relação de produção de colmos por muda plantada tem correlação negativa muito forte com número de mudas por metro e número de mudas por hectare.

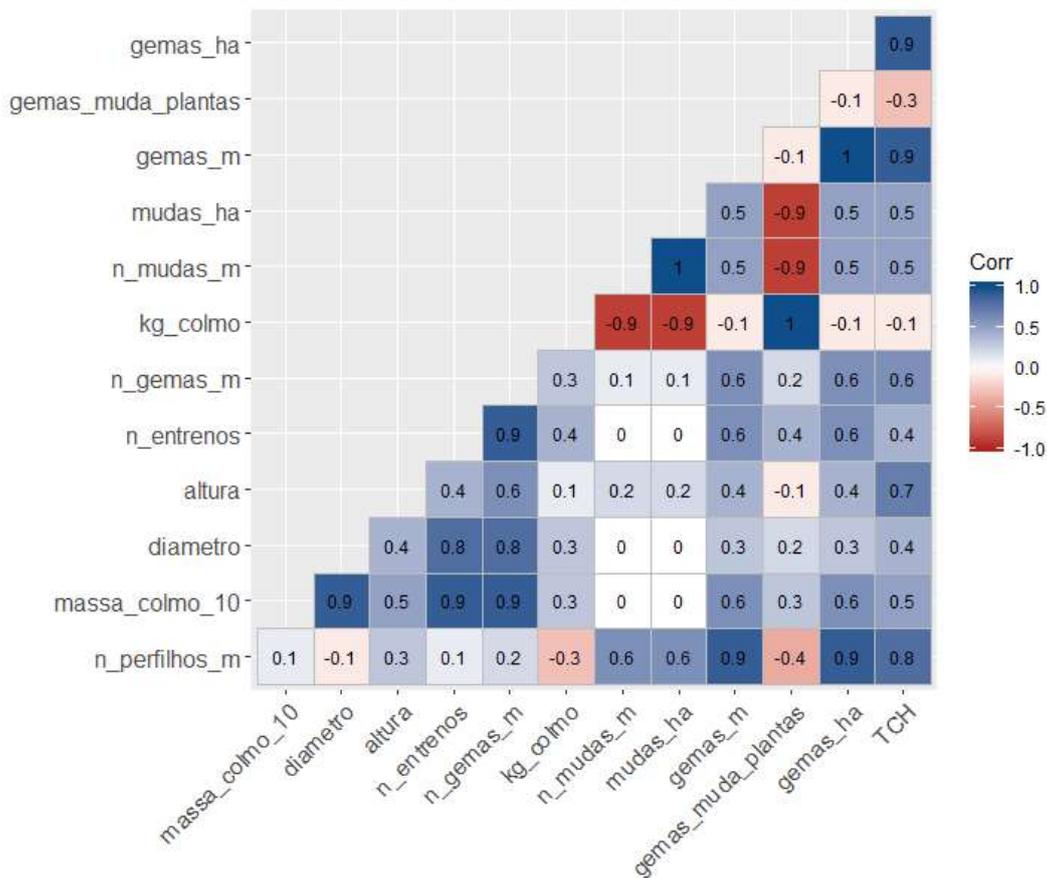


Figura 6. Matriz de correlação de Pearson envolvendo todas variáveis (massa de 10 colmos, diâmetro de colmos, altura de colmos, número de entrenós, mudas utilizadas por hectare, toneladas de cana por hectare (TCH), produção de colmos por muda plantada ($\text{kg colmos muda}^{-1}$), número de gemas por metro, número de gemas produzidas por hectare, número de gemas produzidas por muda) no tratamento com aplicação de etefon independente do espaçamento entre mudas.

Já sem aplicação de etefon, a matriz de correlação dos dados mostrou que as gemas produzidas por hectare, número de gemas por metro, altura de colmos, diâmetro de colmos e massa de 10 colmos possuem correlação positiva de forte a muito forte com a TCH (Figura 7). O que demonstra que sem aplicação do regulador vegetal, um número maior de variáveis tem efeito sobre a produção de colmos para muda, assim o etefon limita ganhos em diâmetro e massa de 10 colmos. Em contrapartida, sem a aplicação de etefon, a relação de produção de colmos por muda tem correlação negativa forte com número de mudas por metro e número de mudas por hectare, ou seja, mantendo o mesmo observado com a aplicação de etefon.

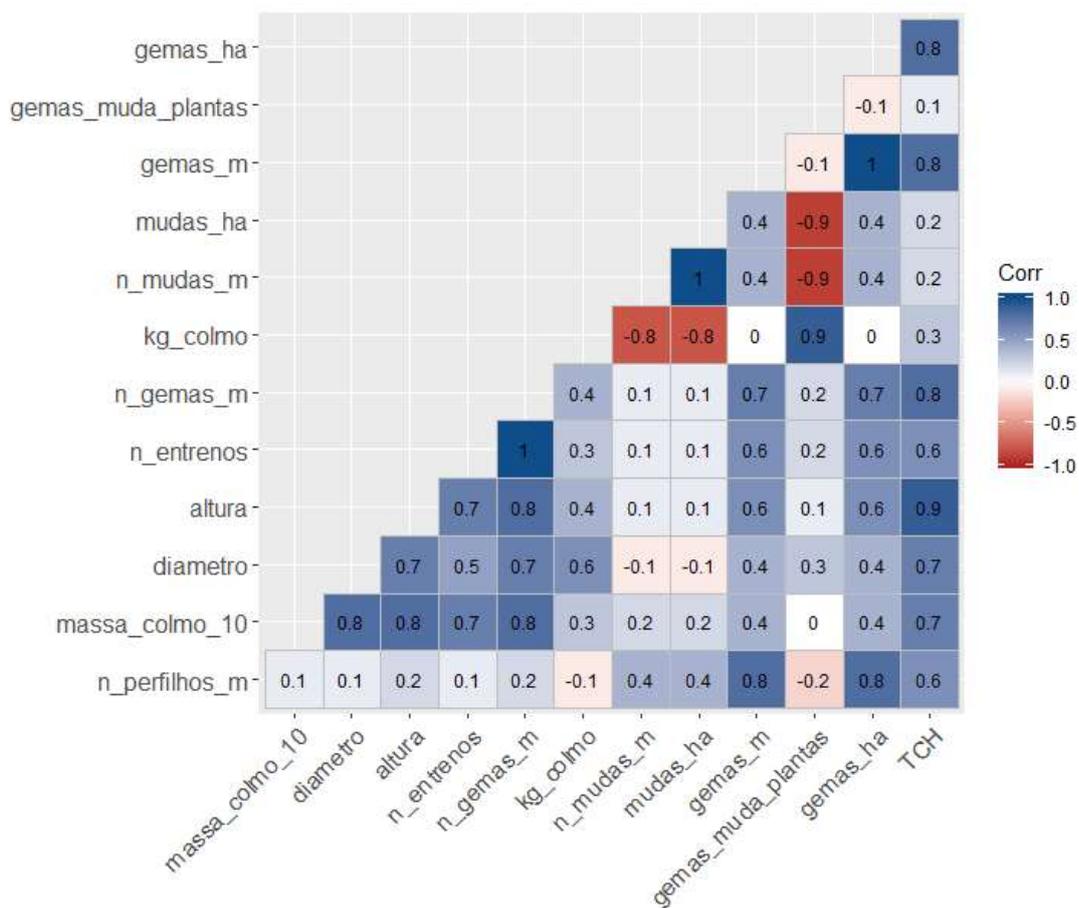


Figura 7. Matriz de correlação de Pearson envolvendo todas variáveis (massa de 10 colmos, diâmetro de colmos, altura de colmos, número de entrenós, mudas utilizadas por hectare, toneladas de cana por hectare (TCH), produção de colmos por muda plantada (kg colmos muda⁻¹), número de gemas por metro, número de gemas produzidas por hectare, número de gemas produzidas por muda) no tratamento sem aplicação de etefon independente do espaçamento entre mudas.

Os dados da matriz de correlação no espaçamento de 0,20 m entre mudas indicam que o diâmetro de colmos é a única variável que não influencia na produtividade, visto que este tem correlação positiva muito fraca com a TCH (Figura 8). As demais variáveis apresentam correlação positiva forte ou muito forte com a TCH. A análise de correlação possibilitou visualizar que com exceção de diâmetro, todas as variáveis são influenciadas ou influenciam umas às outras.

De acordo com Landell e Silva (1995), a produtividade agrícola pode ser estimada por parâmetros biométricos. Os autores consideram como componentes da produtividade da cana-de-açúcar o diâmetro e altura dos colmos, o número de colmos por área - adjunto à capacidade de perfilhamento, e a densidade do colmo. Esta teoria não se aplica a este trabalho no espaçamento de 0,20 m, visto que o diâmetro não teve correlação com as demais variáveis componentes da produtividade.

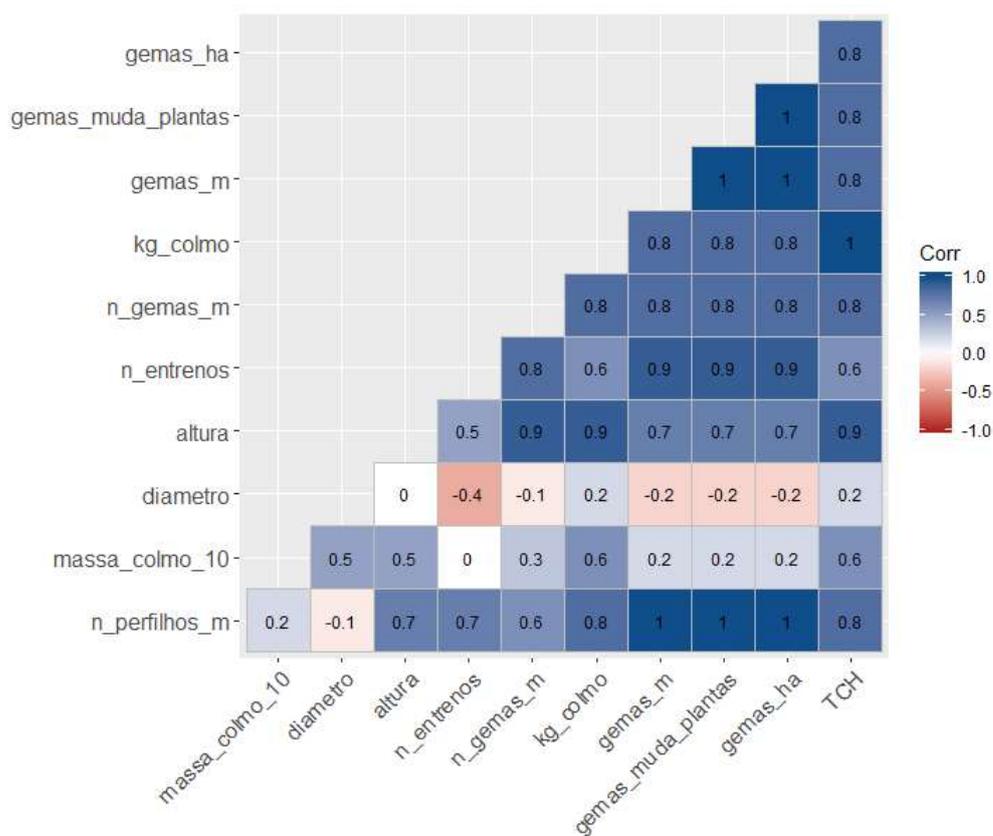


Figura 8. Matriz de correlação de Pearson envolvendo todas variáveis (massa de 10 colmos, diâmetro de colmos, altura de colmos, número de entrenós, mudas utilizadas por hectare, toneladas de cana por hectare (TCH), produção de colmos por muda plantada ($\text{kg colmos muda}^{-1}$), número de gemas por metro, número de gemas

produzidas por hectare, número de gemas produzidas por muda) no tratamento de espaçamento de 0,20 m entre mudas independente da aplicação de regulador vegetal.

No espaçamento de 0,40 m entre mudas, todas as variáveis analisadas tem correlação positiva de moderada a muito forte com a TCH. A matriz de correlação indica que a altura de colmos tem efeito positivo fraco ou muito fraco sobre as demais variáveis, mostrando não ter influência nestas (Figura 9).

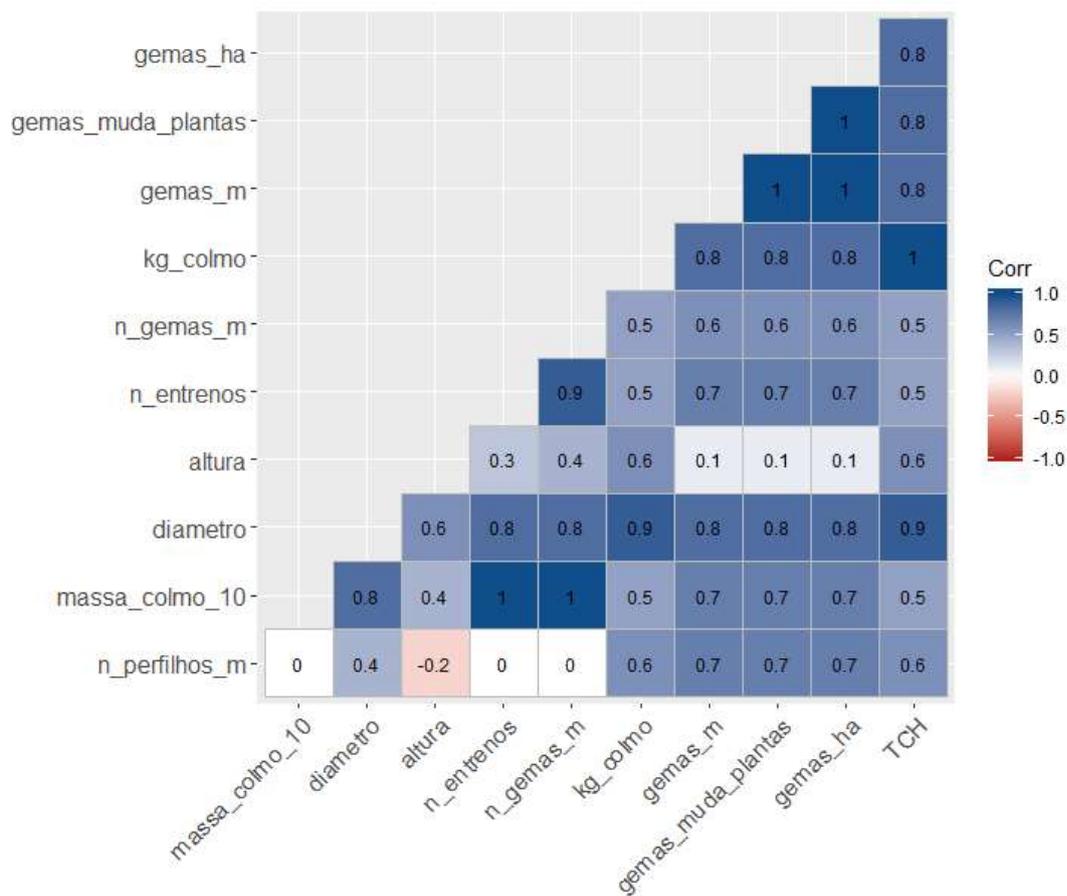


Figura 9. Matriz de correlação de Pearson envolvendo todas variáveis (massa de 10 colmos, diâmetro de colmos, altura de colmos, número de entrenós, mudas utilizadas por hectare, toneladas de cana por hectare (TCH), produção de colmos por muda plantada ($\text{kg colmos muda}^{-1}$), número de gemas por metro, número de gemas produzidas por hectare, número de gemas produzidas por muda) no tratamento de espaçamento de 0,40 m entre mudas independente da aplicação de regulador vegetal.

A matriz de correlação do espaçamento de 0,60 m entre mudas indicou correlação positiva forte a muito forte das variáveis com TCH (Figura 10). A matriz de correlação também indica que, no geral, todas as variáveis estão relacionadas por meio de correlação positiva de moderada a muito forte, interferindo umas nas outras.

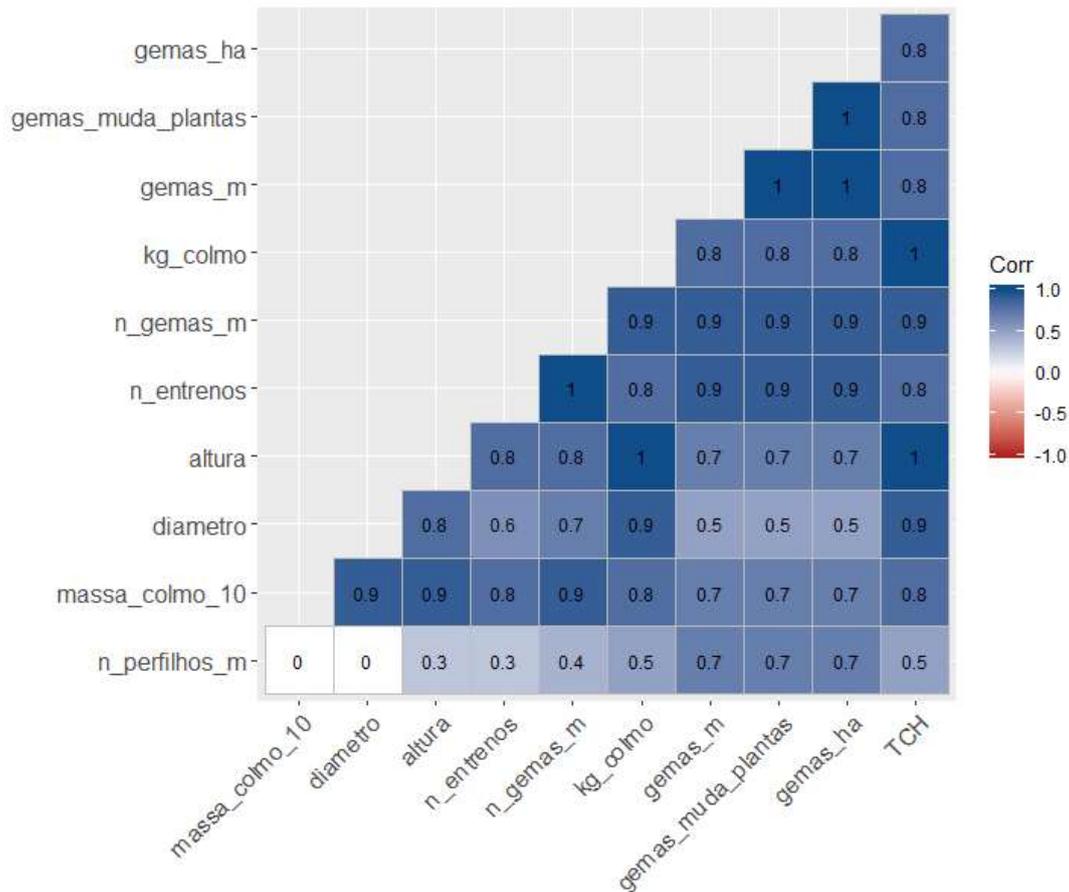


Figura 10. Matriz de correlação de Pearson envolvendo todas variáveis (massa de 10 colmos, diâmetro de colmos, altura de colmos, número de entrenós, mudas utilizadas por hectare, toneladas de cana por hectare (TCH), produção de colmos por muda plantada ($\text{kg colmos muda}^{-1}$), número de gemas por metro, número de gemas produzidas por hectare, número de gemas produzidas por muda) no tratamento de espaçamento de 0,60 m entre mudas independente da aplicação de regulador vegetal.

No espaçamento de 0,80 m entre mudas, a correlação da TCH com as demais variáveis foi positiva de moderada a muito forte (Figura 11). Outra informação relevante é que número de gemas por metro, gemas por hectare e gemas por muda são mais influenciadas por número de perfilhos por metro e produção de colmos por muda plantada.

5 CONCLUSÕES

O tratamento com aplicação de etefon nas mudas pré brotadas aos 21 DAP de cana-de-açúcar não promoveu efeito nas variáveis biométricas analisadas aos 270 dias após o plantio das linhas-mãe.

O espaçamento de 0,80 m não obteve a melhor produtividade (TCH), porém apresentou taxa de desdobra de 1:11 sem aplicação de etefon suficiente para o desdobramento da área para a variedade RB985476, o que resulta no espaçamento de maior viabilidade econômica por menor custo na aquisição de mudas.

Os espaçamentos de 0,60 e 0,80 m apresentaram maior número de perfilhos por muda plantada com e sem etefon.

Tanto os espaçamentos entre MPB quanto a aplicação de etefon não interferiram no número de perfilhos e no comprimento de colmos após 90 dias após o plantio da desdobra.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T. C. S.; RODRIGUES, F. M.; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. Efeito de bioestimulantes na brotação e enraizamento de estacas do porta-enxerto SO 4 (*Vitis berlandieri* X *Vitis riparia*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008.
- ALMEIDA, J. C. V.; LEITE, C. R. F.; SOUZA, J. R. P. Efeito de maturadores nas características tecnológicas da cana-de-açúcar com e sem estresse hídrico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, out./dez. 2005.
- ALVES, E. A. C. et al. Perdas de solo e distribuição do tamanho das partículas do material transportado por erosão hídrica sob cultivo de cana-de-açúcar e pastagem. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 19, n. 3, p. 109-126, 2021.
- ARALDI, R. et al. Florescimento em cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, v. 40, p. 694-702, 2010.
- ARAUJO, R. B. de. **Avaliação de diferentes tipos de propágulos no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- BARBIERI, v. et al. Espaçamento em cana-de-açúcar. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Tecnocologistas Açucareiros do Brasil. 2. 1981, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro, 1981. P. 512-522.
- BARBOSA, M. H. P.; BASTOS, I. T.; SILVEIRA, L. C. I.; OLIVEIRA, M. W. Análise de causa e efeito para produção de colmos e seus componentes na seleção de famílias de cana-de-açúcar. In: 8º CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2002, Recife - Pernambuco. **Anais...**, 2002. p.366-370.
- BARROS, ESC et al. Bioestimulante e o cultivo da cana de açúcar em condições Semiáridas. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 25., 2015, São Cristóvão Agricultura irrigada no Semiárido brasileiro: anais. São Cristóvão: ABID: Universidade Federal de Sergipe, 2015., 2015.
- BELL, M.J.; GARSIDE, A.L. Shoot and stalk dynamics and the yield of sugarcane crops in tropical and subtropical Queensland, Australia. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 231-248, 2005.
- BELLODI, G. D. **Método Meiosi: potencial taxa de multiplicação em reformas de canaviais**. 2018.
- BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, v. 26, p. 309-314, 1996.

CAPUTO, M. M. et al. Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais. **Interciencia**, Caracas, v. 32, n. 12, p. 834-840, 2007.

CAPUTO, M. M. et al. Respostas de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 15-23, 2008.

CASTRO, E.M.; PEREIRA, F.J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: UFLA, 2009. 234 p.

CASTRO, P. R. C. et al. Efeito do Etefon na maturação e produtividade da cana-de-açúcar. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 76, n. 2, p. 277-290, 2001.

CASTRO, P. R. C.; MIYASAKI, J. M.; BEMARDI, M.; MARENGO, D.; NOGUEIRA, M. C. S. Efeito do Etefon na maturação e produtividade da cana-de-açúcar. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 76, n. 2, p. 277-290, 2001.

CASTRO, P. R. C.; ZAMBON, S.; SANSÍDOLO, M. A.; BELTRAME, J. A.; NOGUEIRA, M. C. S. Ação comparada de Ethrel, Fuzilade e Glifosato, em duas épocas de aplicação, na maturação e produtividade da cana-de-açúcar, variedade SP 70-1143. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 1, p. 23-38, 2002.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132p.

CENTRO DE TECNOLOGIA CANAVIEIRA. **Manual técnico de plantio de cana-de-açúcar em MEIOSI (Método Interrotacional Ocorrendo Simultaneamente)**. 1 ed. 2019. 13 p. Disponível em: <https://ctc.com.br/produtos/wp-content/uploads/2018/09/Manual-de-Boas-Pr%C3%A1ticas-Meiosi-FEV2019-V5.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2022.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim técnico de cana-de-açúcar**, safra 2020/2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

CUNHA JUNIOR, E. A. **Efeito do arranjo de plantio convencional e com mudas pré-brotadas (MPB) em cana-de-açúcar**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2016.

Demattê, J.L.I., & J.A.M. Demattê. 2009. **Ambientes de produção como estratégia de manejo na cultura da cana-de-açúcar**. *Informações Agronômicas* 127:10-18.

DEUBER, R.; IRVINE, J. E. Controle do florescimento da cana-de-açúcar com aplicação de Etefon. **Boletim Técnico Copersucar**, Piracicaba, v. 36, n. 84, p. 16-24, 1987.

FERRIANI, A. P. et al. Propagação vegetativa de estaquia de azaléia arbórea. Semina: **Ciências agrárias**, Londrina, v. 27, n. 1, p. 35-42, 2006.

GIOLO, R. et al. O uso de estimulante afeta ou não o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar?. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 3, p. 46-52, 2021.

GIROTTI, L. E.; et al. Inoculação de *Azospirillum brasilense* na produção de mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. **STAB**, v. p188-205, 2016.

IAC. **Boletim Técnico 100**: Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, SP. 1996. 285p.

JAIN, R.; SOLOMON, S.; CHANDRA, A. Some discernible physio-biochemical changes associated with improved sprouting of sugarcane setts treated with ethephon. **Sugar Tech**, New Dehli, v. 13, n. 2, p. 123-128, 2011.

JOHNSON, F. **The use of chemicals to control root growth in container stock, a literature review**. Ontario, CA: 1996. 20p. (Northeast Science Technologie Rpt. Tech., n. 26)

KIMURA, W.J.; BEAUCLAIR, E.G.F. **Resposta da brotação a diferentes bioestimulantes na cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba; ESALQ, 2009. 2p.

LANDELL, M. G. A. Tecnologia da cana com novas cultivares e MPB+ MEIOSI entrevistado pela Equipe da Redação-Agroanalysis]. **AgroANALYSIS**, v. 39, n. 10, p. 7-9, 2019.

LANDELL, M. G. A.; et al. Sistema de multiplicação de cana-de-açúcar com uso de mudas pré-brotadas (MPB), oriundas de gemas individualizadas. Ribeirão Preto: **Instituto Agrônomo de Campinas**, 2012. 17p. (IAC. Documentos, 109).

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. As estratégias de seleção da cana em desenvolvimento no Brasil. **Visão agrícola**. n1. p.1. 2004.

LANDELL, M.G.A.; SILVA, M.A. Manual do experimentador: melhoramento da cana-de-açúcar. In: **Metodologia de Experimentação: ensaios de competição em cana-de-açúcar**. Pindorama: Instituto Agrônomo, 1995, p.3-9

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 995-1001, 2008.

LEITE, G. P. et al. Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio de safra. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 129-138, 2011.

LI, Y. R.; SOLOMON, S. Ethephon: a versatile growth regulator for sugar cane industry. **Sugar Technology**, Dordrecht, v. 5, n. 4, p. 213-223, 2003.

LÍ, Y.J.; YANG, L.T.; LI, Y.R.; YE, Y.P. Influence of ethephon sprayed at different stages on growth, agronomic traits and drought resistance of sugarcane. **Sugarcane**, Quezon City Mm, v. 9, n.1, p. 12-18, 2002.

LIBARDI, L. G. P. et al. Lisímetros de pesagem de precisão para medidas de evapotranspiração em mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 2, 2017.

LISBOA, L. A. M. **Efeitos do etefon associado à posição de gemas no colmo de cana-de-açúcar no desenvolvimento inicial da cultura**. 2016. 101 f. Tese (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

LUCCHESI, A. A.; FLORENCIO, A.C.; GODOY, O.P.; STUPIELLO, J.P. Influência do ácido 2-cloroetil fosfônico na indução de perfilhamento em cana-de-açúcar

(*Saccharum* spp.) – Variedade NA 56-79. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 93, n.4, p.19-27, 1979.

MANHÃES, C.M.C. et al. Fatores que afetam a brotação e o perfilhamento da cana-de-açúcar. **Vértices**, v.17, p. 163-181, 2015.

MARTINS, Rafaela Souza. **Avaliação do potencial de imagens para detecção de falhas de plantio na cultura da cana-de-açúcar**. 2020. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2020.

MAWLA, H.A.; HEMIDA, B.; MAHMOUD, W.A. Study on the mechanization of sugar cane transplanting. **International Journal of Engineering and Technical Research**, v. 2, n.8, p.237-241 2014.

MEDEIROS, M. H. **Desenvolvimento Inicial da cana-de-açúcar fertilizada com organomineral à base de lodo de esgoto com e sem bioestimulante**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia, apresentado a Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2019.

MILLHOLLON, R.W.; LEGENDRE, B.L. Influence of ethephon on plant population and yield of sugarcane (*Saccharum* spp. hybrids). **Plant Growth Regulation Society of America Quarterly**, LaGrange, v.23, n.1, p.17- 30, 1995.

MIOCQUE, J. Avaliação de crescimento e de produtividade de matéria verde da cana-de-açúcar na região de Araraquara – SP. Revista da **STAB**, Piracicaba, v.17, n.4, p.45-47, 1999.

MOHANTY, M. et al. Introducing SSI (Sustainable Sugarcane Initiative) technology for enhanced cane production and economic returns in real farming situations under east coast climatic conditions of India. **Sugar Tech**, v. 17, n. 2, p. 116-120, 2015.

NAILWAL, T.K.; GUPTA, V.K.; SAND, N.K.; PANT, R.C. Role of ethylene in tillering of sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Physiology and Molecular Biology of Plants**, Nova Delhi, v. 10, n. 1, p. 127-130, 2004

OLIVEIRA, M. W.; OLIVEIRA, T. B. A.; CORDEIRO, J. D. **Adubação nitrogenada na produção de mudas de cana-de-açúcar pelo sistema de meiosi**. 2016.

PARANHOS, S. B. **Espaçamentos e densidades de plantio em cana-de-açúcar**. 1972. 109p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

PORTO, A.C.F. et al. Production of Healthy Cane Seedlings in Northeast Brazil. In: Tiwari, A.K. (eds) **Advances in Seed Production and Management**. Springer, Singapore, 2020. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4198-8>

PRADO, A.P.A. **Perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em função da densidade de plantio**. 1988. 69p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

RIBEIRO, M. N. O. et al. Efeitos do AIB e GA3 na micropropagação de *Zantedeschia aethiopica*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 309, p. 568-573, 2006.

RIPOLI, T. C. C. et al. **Produção de cana-de-açúcar: estado da arte**. Piracicaba: Ed. dos autores, 2006. 2016 p.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista, 1995. 99p. (Apostila)

SHETIYA, H. L.; DENDSAY, J. P. S. Morpho-physiological and quality traits in sugarcane in response to post emergence treatment with 2-chloroethyl-phosphonic acid. **Indian Sugar**, Nova Delhi, v. 41, n. 1, p. 37-40, 1991.

SILVA, D. Z. F. G. da. et al. Imersão de Raízes de Mudas Pré-Brotadas de Cana-de-Açúcar (Mpb) em Solução Nutritiva Organo-Mineral Classe A. **Stab: TECNOLOGIA | PESQUISA**, [s. l], v. 38, p. 40-44, 2020. Trimestral.

SILVA, F. C. et al. Influência na produtividade agrotecnológica da cana-de-açúcar da arquitetura do dossel, espaçamento entre linhas e distância entre Mudas Pré-Brotadas (MPB), em Lençóis Paulista - SP. **Anais e Proceedings de eventos**. Embrapa Agricultura Digital. 2017.

SILVA, I. D. N. D. **Resposta da cana-de-açúcar ao uso de bioestimulante sob diferentes densidades de plantio**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Agronomia, apresentado a Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2018.

SILVA, J.P.N.; SILVA, M.N.; **Noções da Cultura da Cana-de-Açúcar**. Rede e-Tec Brasil, 106p, 2012.

SILVA, M. A. et al. Produtividade de mudas sob diferentes densidades de plantio, em viveiro oriundo de cultura de meristema. In: **Congresso nacional da sociedade dos técnicos açucareiros e alcooleiros do Brasil-STAB**. 2002. p. 538-543.

SILVA, M.A. et al. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-soca. **Bragantia**, v.66, n. 4, p.545-552, 2007.

SILVA, M. A. et al. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p.979-986, 2008.

SILVA, M. A. Biorreguladores: Nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial. **Pesquisa e Tecnologia**. São Paulo; v. 7, n. 2, jul-dez, 2010.

SILVA, M. A. et al. Potencial produtivo da cana-de-açúcar sob irrigação por gotejamento em função de variedades e ciclos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 241-249, 2014.

SNA – Sociedade Nacional da Agricultura. **MEIOSI: sistema antigo volta a ser opção para aumentar produtividade da cana**. Rio de Janeiro: SNA, 2016.

SOUSA, R.T.X.; KORNDÖRFER, G.H. Uso de micronutrientes e estimulantes de crescimento na produtividade e parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar. In: FERTBIO 2010, Guarapari, 2010. **Anais...** Guarapari: SBCS, 2010, 4p.

STOLF, R.; TOKESHI, H. A ratoon transplanting technique for renewing sugarcane fields. **Sugarcane**, n. 2, p. 6-9, 1990.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 918 p.

WIEDENFELD, B. Enhanced sugarcane establishment using plant growth regulators. **Journal American Society of Sugarcane Technologists**, Canal Point, v.23, p.48-61, 2003.

XAVIER, M.A. et al. Sistema de multiplicação MPB e integração com o setor sucroenergético. **O Agrônomo**, Campinas, v.64-66, p.32-41, 2014.