UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

LUCAS APARECIDO MANZANI LISBOA

EFEITOS DO ETEFON ASSOCIADO À POSIÇÃO DE GEMAS NO COLMO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA

2016

LUCAS APARECIDO MANZANI LISBOA

EFEITOS DO ETEFON ASSOCIADO À POSIÇÃO DE GEMAS NO COLMO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Unesp - Câmpus de Ilha Solteira, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Edson Lazarini

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo

2016

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Lisboa, Lucas Aparecido Manzani.
L769e Efeitos do etefon associado à posição de gemas no colmo de cana-de-açúcar no desenvolvimento inicial da cultura / Lucas Aparecido Manzani Lisboa. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2016
80 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2016

Orientador: Edson Lazarini
Co-orientador: Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo
Inclui bibliografia

1. Hormônio. 2. Etileno. 3. Morfofisiologia. 4. Cana-de-açúcar. 5. Perfilhamento.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: EFEITOS DO ETEFON ASSOCIADO À POSIÇÃO DE GEMAS NO COLMO DE CANA-DE-AÇÚCAR NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA CULTURA

AUTOR: LUCAS APARECIDO MANZANI LISBOA
ORIENTADOR: EDSON LAZARINI
CO-ORIENTADOR: PAULO ALEXANDRE MONTEIRO DE FIGUEIREDO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA, especialidade: SISTEMAS DE PRODUÇÃO pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PAULO ALEXANDRE MONTEIRO DE FIGUEIREDO
Diretoria Geral da FCAT / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

Prof. Dr. RONALDO DA SILVA VIANA
Curso de Engenharia Agronômica / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena

Prof. Dr. ANDRÉ RODRIGUES DOS REIS
Coordenadoria de Curso de Engenharia de Biossistemas / Câmpus Experimental de Tupã

Prof. Dr. VAGNER AMADO BELO DE OLIVEIRA
Departamento de Agronomia / Faculdades Adamantinenses Integradas - FAI

Prof. Dr. TADEU ALCIDES MARQUES
Centro de Estudos Avançados em Bioenergia / Universidade do Oeste Paulista

Ilha Solteira, 05 de agosto de 2016

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

LUCAS APARECIDO MANZANI LISBOA – nascido aos 23 dias do mês de novembro de 1983, na cidade de Palmeira d´Oeste/SP. Concluiu o ensino fundamental na EEPSG Orestes Ferreira de Toledo em 1998, o ensino médio na ETEC – "Dr. José Luiz Viana Coutinho" na cidade de Jales/SP. Ingressou no Curso de Ciências Licenciatura Plena do Centro Universitário de Jales – SP, onde, em 2007, obteve o título de Licenciado em Ciências e Biologia. Em 2012, ingressou no curso de Pós-Graduação *stricto sensu* em Ciência e Tecnologia Animal, das unidades da UNESP de Ilha Solteira e Dracena, onde, em 2014, obteve o título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal. Em 2015, ingressou no curso de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sistemas de Produção, pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Unesp – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

OFEREÇO

À minha família e aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado.

DEDICO

Aos meus amados pais Anísio e Sueli e aos meus estimados avós José (*in memoriam)* e Ágata.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Engenharia do Câmpus de Ilha Solteira e a Faculdade Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, da UNESP Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, que possibilitaram a realização deste trabalho, assim como dos professores que contribuíram no acesso ao conhecimento.

Aos professores Dr. Edson Lazarini e Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo, pela oportunidade de aprendizado, pelas orientações, pelas dedicações e principalmente, pela amizade;

À banca de qualificação, composta pelos Professores Doutores Fernando Tadeu de Carvalho e Liliane Santos de Camargos;

Às empresas Bayer e Usina Rio Vermelho, por acreditarem neste projeto;

Aos alunos dos Cursos de Engenharia Agronômica e Zootecnia da Faculdade Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena;

Aos meus pais Anísio e Sueli que sempre estiveram ao meu lado e me apoiaram na busca de conhecimento;

A Deus, por fornecer força e saúde.

MUITO OBRIGADO

Não fosse pela sabedoria do mestre, o aprendiz não alcançaria o êxito na estrada do conhecimento.
Autor desconhecido

RESUMO

A cana-de-açúcar, pertencente à Família Poaceae, é uma importante cultura para a indústria sucroenergética brasileira. Os hormônios estão intimamente relacionados à emergência das gemas contidas nos minirrebolos de cana-de-açúcar, por ocasião do plantio dos colmos. Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do etefon associado à posição de gemas no colmo de cana-de-açúcar no desenvolvimento inicial da cultura. Em março de 2014, na Usina Rio Vermelho, localizada em Junqueirópolis, Estado de São Paulo, foi escolhido um canavial com cana planta, destinado para mudas com idade aproximada de 11 meses. Foram demarcadas duas áreas com dimensões de 20x20 metros. Em uma das áreas foi aplicado o Etefon. Quinze dias após a aplicação, foram coletados minirrebolos contendo 1 e 2 gemas para compor dois experimentos independentes. Da área onde não foi aplicado o produto, foram retirados minirrebolos para os tratamentos controle e aplicação do Etefon no sulco de plantio em vasos. As gemas foram encaminhadas para a Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – de Dracena, Estado de São Paulo. Os minirrebolos foram oriundos do ápice, meio e base dos colmos de cana-de-açúcar. Dessa maneira, o delineamento experimental foi em esquema fatorial 3x3, ou seja, posição dos minirrebolos nos colmos de cana-de-açúcar e os modos de aplicações do Etefon. Durante a condução dos experimentos, foram determinadas as seguintes características: índice de velocidade de emergência durante os 30 primeiros dias. Aos 30, 60 e 90 dias após a instalação do experimento, foram determinados: número de folhas; altura de plantas; número de perfilhos; diâmetro de perfilhos; peso da matéria seca de caule e folhas; peso da matéria seca de raiz; peso da matéria seca total; área foliar; índice de clorofila; condutância estomática; e características ultraestruturais foliares de cana-de-açúcar. O uso etefon na planta 15 dias antes do plantio, juntamente com minirrebolos oriundos do ápice dos colmos de cana-de-açúcar, apresentaram os melhores resultados para índice de velocidade de emergência; número de perfilhos; área foliar; peso de matéria seca de caule e folhas e área foliar. O uso do Etefon e posições dos minirrebolos nos colmos de cana-de-açúcar não influenciaram no índice de clorofila e condutância estomática. O uso Etefon na planta 15 dias antes do plantio, juntamente com minirrebolos oriundos do

ápice seguido do meio dos colmos de cana-de-açúcar, apresentaram melhores resultados para as características ultraestruturais foliares da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: Hormônio. Etileno. Morfofisiologia.

ABSTRACT

The sugarcane belonging to the family Poaceae is an important crop for the Brazilian sugarcane industry. The hormones are closely related to the emergence of buds contained in the small stalks of the stem of the sugarcane at planting the culms. This study aimed to evaluate the effects of Ethephon associated to the position of the buds in the culm of the sugarcane in the early development of the crop. In March 2014 in Rio Vermelho plant located in Junqueirópolis, State of São Paulo, it was chosen a sugarcane plantation destined to seed with approximate age of 11 months. There were marked two areas with dimensions of 20x20m. Ethephon was applied in one of the areas. On the 15 days after the applications, small stalks of the stem of the sugarcane were collected containing 1 and 2 buds to compose two independent experiments. From the area where the product was not applied, small stalks of the stem of the sugarcane were removed for treatments: control and aplication of Etephon in the planting furrows in vases. The buds were sent to the University of Agricultural Sciences and Technology of Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Dracena, State of Sao Paulo. The small stalks of the stem of the sugarcane were removed from the apex, middle and base of sugarcane culms. Thus the experimental design was a 3x3 factorial scheme, i.e. the position of the small stalks of the stem of the sugarcane and the forms of applying the Etephon. The folllowing characteristics were determined during the execution of the experiments: emergency speed index during the first 30 days. On the 30^{th}, 60^{th} and 90^{th} days after the installation of the experiment were determined: number of leaves; weight of the plant; number of culms; diameter of the culms; weight of the dry matter of the stem and leaves; weight of the dry matter of the root; weight of the total dry matter; leaf area; chlorophyll index; stomatal conductance; ultrastructural characteristics of leaves of the sugarcane. Ethephon used in the plant 15 days before planting with small stalks of the stem of the sugarcane from the apex of the plant showed the best results for emergency speed; number of culms; leaf area; weight of the dry matter of the stem and leaves; and leaf area. Ethephon used and the positions of small stalks in the sugarcane did not influence the chlorophyll content and stomatal conductance. Etephon used on the plant 15 days before the planting, along with small stalks of the apex of the plant

followed by the middle ones, showed better results for leaves ultrastructural characteristics of the sugarcane.

Keywords: Hormone. Ethylene. Morphophysiology.

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO**	13
2	**REVISÃO DE LITERATURA**	16
2.1	**Sistema de plantio e características dos minirrebolos**	16
2.2	**Perfilhamento e enraizamento da cana-de-açúcar**	18
2.3	**Etefon na fisiologia da cana-de-açúcar**	20
2.4	**Morfofisiologia da cana-de-açúcar**	22
3	**MATERIAL E MÉTODOS**	27
3.1	**Instalação e condução dos experimentos**	27
3.2	**Delineamento experimental e tratamentos**	30
3.3	**Avaliações**	31
3.3.1	***Avaliações não destrutivas***	31
3.3.2	***Avaliações destrutivas***	31
3.3.3	***Avaliação ultraestrutural foliar da cana-de-açúcar***	31
3.4	**Análises estatísticas**	34
4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	34
4.1	**Experimentos com 1 gema e 2 gemas**	34
5	**CONCLUSÕES**	71
	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é pertencente à Família Poaceae. Em diferentes partes do mundo, possui grande importância para o cultivo em escala comercial, com finalidade de uso na indústria sucroenergética. No Brasil, tem-se um destaque na produção canavieira devido a seu histórico de produção de mais de quatro séculos (MARTINS; CASTRO, 1999), que influencia diretamente a economia e nos aspectos sociais, atingindo uma área explorada aproximada de nove milhões de hectares (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGRICULTURA – AGRIANUAL, 2015). No Brasil, o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo, o Estado de São Paulo apresenta uma área expressiva e encontra-se em expansão, mesmo com a crise que o setor enfrenta no momento.

Na produtividade de sacarose da cana-de-açúcar, um fator mais importantes é o número de colmos por unidade de área na colheita. Para garantir o número máximo de colmos industriáveis por área, sempre que possível, é recomendado à indução das ramificações ou perfilhos. Esse processo deve ser intensificado durante as fases iniciais de desenvolvimento da planta, no final, garante uma boa estruturação das touceiras. Os perfilhos são estruturas originadas na base da planta ou da região axilar da folha basal, sendo estruturas características das poaceas ou gramíneas (RODRIGUES, 1995).

A intensidade do perfilhamento é variável entre as diferentes cultivares de cana-de-açúcar, podendo ocorrer até quatro meses após o plantio. Na fase vegetativa da cultura, ocorre decréscimo no número de brotações, devido à competição natural por luz, água e nutrientes entre os perfilhos. No caso da cana-de-açúcar, ocorre a ramificação subsuperficial de maneira limitada, que proporciona à formação de inúmeras hastes eretas, caracterizando um conjunto de plantas individuais, que são chamados de touceiras, que passa a ser uma característica das poaceas (DILLEWIJN, 1952).

Para ocorrer o crescimento da planta, ela necessita de luz, dióxido de carbono, água e sais minerais em quantidades suficientes, que garantem o aumento de sua massa e volume. Um fenômeno que está aliado ao crescimento é a diferenciação de tecidos, que consiste no desenvolvimento e mudança de formas particulares a partir da interação de inúmeros fatores internos e externos ao vegetal. Dentre muitos fatores extremamente importantes, destaque-se a temperatura e

tempo de exposição do vegetal a luz, juntamente com os hormônios vegetais (PEREIRA et al., 2010).

Hormônios, que também são chamados de reguladores de crescimento, são compostos de origem orgânica produzidos em diversas partes do indivíduo, que atuam de maneira natural e não desempenhando função de nutriente. Suas estruturas moleculares são pequenas, facilitando a entrada nas células, promovendo, inibindo ou modificando a fisiologia e, consequentemente, atuando nos processos morfológicos internos dos tecidos dos organismos (WEKESA et al., 2015).

Os hormônios estão diretamente ligados ao processo de emergência dos primeiros perfilhos originados das gemas presentes nos minirrebolos de cana-de-açúcar por ocasião do plantio da cultura, pois o plantio e com condições ambientais favoráveis, as gemas passam do estado latente para o ativo, desencadeados por um complexo de alterações morfofisiológicas, que consomem as reservas presentes nos minitoletes, principalmente através de ações hormonais e enzimáticas (AUDE, 1993).

Todos os processos ocorridos no início da brotação dos perfilhos promovem alterações morfológicas dos tecidos. As diferentes condições ambientais a que estão sujeitas as espécies cultivadas podem promover modificações na anatomia e na fisiologia de diferentes órgãos, como folhas e raízes (PEREIRA et al., 2008; SOUZA et al., 2009; PEREIRA et al., 2010; SOUZA et al., 2010). A observação da morfologia interna do vegetal vem se tornando uma ferramenta importante na avaliação dessas alterações e seus respectivos efeitos nas condições de cultivo das plantas (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009). Essa morfologia interna da cana-de-açúcar pode sofrer modificações na presença de fitorreguladores, que podem promover modificações nas células epidérmicas, nos feixes vasculares e nas fibras de esclerênquima em folhas e caules (MARTINS; CASTRO, 1999).

O uso de fitorregulares na agricultura vem se tornando um processo cada vez mais comum no início no século XXI. O ácido 2-cloroetil-fosfônico, ou etefon, é uma substância classificada como regulador de crescimento com atuação sistêmica nos vegetais. No organismo vegetal, o etefon sofre rapidamente uma degradação, sendo reduzido em ácido fosfórico, íons de cloreto e etileno, que passam atuar sobre o processo de crescimento .

Após o desenvolvimento completo do vegetal e já na fase adulta ou colheita, as observações dos atributos de produção determinantes para a formação do potencial agrícola são: altura de colmo, número de perfilhos e diâmetro de colmos.

Vários trabalhos já foram desenvolvidos para caracterizar o efeito de reguladores de crescimento aplicados em pré ou em pós-emergência, ou mesmo na brotação e no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar, buscando melhor perfilhamento e produção final de colmos (CASTRO et al., 1981; CASTRO; CHRISTOFFOLETI, 2005; SILVA et al., 2007). No entanto, são escassas as informações encontradas na literatura a respeito dos efeitos da aplicação de etileno sobre a morfologia foliar ou de outros órgãos da cana-de-açúcar.

Esse trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do etefon associado à posição de gemas no colmo de cana-de-açúcar no desenvolvimento inicial da cultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistema de plantio e características dos minirrebolos

O plantio da cana-de-açúcar nas unidades produtoras é feito por propagação com minirrebolos ou mudas (MASUDA et al., 1981). A escolha do sistema de plantio é de suma importância para garantir boa produtividade (ARAUJO, 2015). Seus resultados podem ser observados na fase de perfilhamento e também no estabelecimento da cultura, devido aos reflexos das decisões tomadas que afetarão o ciclo do canavial por até cinco anos, que garante o prolongamento de mais cortes (BEAUCLAIR; SCARPARI, 2006). A escolha de um adequado sistema de plantio garante economia no manejo da cultura durante seu desenvolvimento, principalmente na redução de pragas, doenças e perda da camada fértil do solo devido a erosões (SILVA et al., 2007).

No sistema de plantio manual é utilizada uma grande quantidade de colmos de cana-de-açúcar para obtenção de mudas. Muito desse material desperdiçado poderia ser utilizado no processo industrial na obtenção do álcool e açúcar (WIEDENFELD, 2003).

Nos dias atuais, existem diversificados métodos de plantio, que passaram a utilizar tecnologias mais avançadas na área da mecânica e agronômica. As novas tecnologias mecanizadas vêm se tornando uma realidade brasileira e o seu uso nos sistemas de plantio, com finalidade de redução de custos de produção, tem garantindo uma matéria prima de qualidade (FLORES et al. 2012; ARAUJO, 2015).

Segundo Oliveira (2012), no sistema de plantio mecanizado, utiliza-se aproximadamente de 20 toneladas de colmos por hectare, no qual o mesmo autor destaca que são valores muito elevados em se tratando do plantio, o que já não ocorre no sistema semi-mecanizado, que apresenta uma redução de 8 a 12 toneladas por hectare. Da mesma maneira, Beauclair e Scarpari (2006) observaram valores semelhantes no gasto de toneladas de cana-de-açúcar por hectare. Os mesmos destacam que são recomendadas aproximadamente 12 gemas viáveis por metro linear de sulco de plantio para garantir um canavial próspero.

Na década de 80, foi desenvolvido o sistema de plantio chamado de Método Interocupacional Ocorrendo Simultaneamente, ou MEIOSI, realizado na estação experimental do Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar –

PLANASUCAR, na cidade de Uberlândia/MG (ARAUJO, 2015). O sistema constituía no aproveitamento das áreas de plantio, sendo ocupadas por culturas temporárias, com finalidade de garantir alternativa econômica ou cultura para adubação verde. Eram plantadas apenas duas linhas de cana-de-açúcar com minirrebolos oriundos de colmos com 5 a 6 meses, por apresentarem maior vigor. Após o crescimento da planta, as duas linhas eram cortadas e os colmos desenvolvidos serviam como novas mudas e espalhadas em oito sulcos adjacentes (NOGUEIRA, 2006).

Com o decorrer do tempo e aperfeiçoamento das técnicas de plantio, surge um novo sistema criado pelo Instituto Agronômico de Campinas – IAC, sistema chamado de Mudas Pré-Brotadas (MPB), que se trata de mudas originárias de pequenos minirrebolos contendo uma gema de cana-de-açúcar plantada em tubetes com substrato de origem vegetal e acondicionada em casa de vegetação (ARAUJO, 2015). Após 21 dias, as mudas vão a pleno sol com finalidade de aclimatação final, ficando prontas para o plantio. Vale destacar que, as mudas do sistema MPB podem ser plantadas manualmente ou de maneira mecanizada, com 2 a 3 gemas por metro linear respectivamente. Esse sistema de plantio tem por finalidade garantir maior eficiência no desenvolvimento inicial da planta e, principalmente, no replantio de áreas comerciais, possibilitando renovação e expansão das áreas plantadas. (LANDELL et al., 2012).

Outro sistema de plantio ou obtenção de mudas de cana-de-açúcar é o Plene, que teve início no ano de 2008 e foi patenteado pela empresa Syngenta®. Bertolino e Alves (2014) afirmam que consiste em uma nova tecnologia de plantio de cana-de-açúcar que simplifica e agiliza o sistema, por ser um processo totalmente mecanizado que utiliza equipamentos leves, que ocorre o plantio de minirrebolos contendo uma única gema que passou por tratamentos fitossanitários, garantindo maior vigor e saúde da planta (ARAUJO, 20015).

Mesmo com o lançamento do plene, essa tecnologia não teve boa aceitação pelas unidades produtoras, o que obrigou novamente uma reformulação no sistema Plene, que passa a serem chamados de Plene Envolve e Plene PB, métodos semelhantes ao MPB. Somente no ano de 2014, novamente a empresa Syngenta® lança as mudas com tecnologia CEEDS, que passam a utilizar tecidos meristemáticos de gemas de cana-de-açúcar desenvolvidos em ambientes controlados e recebem uma cápsula biodegradável com finalidade de proteção para as gemas (SYNGENTA, 2014).

2.2 Perfilhamento e enraizamento da cana-de-açúcar

Após o início da brotação da gema presente no minitolete de cana-de-açúcar, a estrutura que surge é denominado de perfilho. Esse perfilho é um colmo na fase “jovem”, originário de ramificação da região basal da planta de cana-de-açúcar e com estruturas pouco definidas ou mesmo ausentes, tais como nós, entre nós, folhas e outras. Com o surgimento dessas ramificações de maneira sequencial, no final desse processo, há a formação da touceira de cana-de-açúcar, que passa a ter uma estimativa da população de colmos industriáveis que possarão ser colhidos (RIPOLI; RIPOLI; CASAGRANDI, 2006).

Com desenvolvimento total do perfilho, esse passa a ser considerado como uma planta independente, com estruturas bem definidas, com sistema radicular próprio, colmo propriamente dito e folhas totalmente expandidas e desenvolvidas. Mesmo com a presença de colmos desenvolvidos nas touceiras, alguns perfilhos, ainda na fase inicial de desenvolvimento necessitam de nutrientes e água dos colmos primários que deram sua origem, que podem ser influenciados por fatores ambientais e de manejo (CEBIM, 2007).

Para garantir uma boa produção de colmos industriáveis de cana-de-açúcar por área cultivada, o perfilhamento na fase inicial da cultura, passa a ser um fator limitante para garantir um estande adequado de perfilhos. Silva et al. (2007) observaram que é necessária uma maior indução do perfilhamento na formação do canavial, o que pode proporcionar maior produtividade.

Além dos fatores citados anteriormente, o material genético utilizado no plantio também influencia no perfilhamento, devido às características específicas de cada variedade. A fase de perfilhamento da cana-de-açúcar se mantém até ao quarto mês após o início da brotação inicial, que no final pode conter de 10 a 20 perfilhos bem definidos em cada touceira. Na fase de estabelecimento da cultura, ocorre a morte e queda no número de perfilhos, que ocasiona um decréscimo no número de brotações. Essa redução no número de perfilhos está diretamente ligada à competição por luz, água e nutrientes (CASTRO; CHRISTOFFOLETI, 2005), o que exige folhas fotossinteticamente ativas e um sistema radicular bem desenvolvido e presente nas camadas mais profundas do solo.

Andrade e Coelho Júnior (2015) afirmam que plantas mais altas na fase de perfilhamento da cultura podem garantir um canavial vantajoso economicamente e tornar um parâmetro para seleção de genótipos de cana-de-açúcar.

Segundo Pedrozo (2006), dentre as características de seleção, o que se mostrou mais próspero a ser considerado na seleção de genótipos foi à altura de planta (AP), por apresentar as maiores estimativas de parâmetros genéticos. Segundo Bressiani (2001), é pertinente considerar como um método para eliminar os indivíduos que fossem realmente desfavorável na avaliação visual na fase T1 "*seedlings*" realizada para caracteres secundários (altura média do colmo, diâmetro do colmo, número de colmo e número de perfilho, pois estão correlacionados à produção final de colmos industrializáveis (ANDRADE; COELHO JÚNIOR, 2015)).

O sistema radicular da cana-de-açúcar é classificado como fasciculado, que continua se desenvolvendo, mesmo após a colheita dos colmos. O sistema radicular pode ser dividido em raízes superficiais, que desempenham a função de absorver água e nutrientes na camada superficial do solo; raízes de suporte, que possuem a capacidade de dar estabilidade da planta no seu substrato e raízes cordão, que possuem o comprimento variável entre 3 a 6 metros, que vão até as camadas mais profundas do solo, importante para absorção de água nas épocas de seca (JAMES, 2004; MACIEL et al., 2015).

Após o corte dos colmos, ocorre uma alta disponibilidade de nutrientes e água com origem radicular para as gemas basais dos colmos, facilitando uma rebrota mais rápida e dando origem a um novo perfilho. Os perfilhos originados subsequentes à colheita passam a ser chamados de soqueiras, que apresenta uma tendência na diminuição na produtividade com cortes subsequentes. Essa queda na produtividade é potencializada devido a alguns fatores, tais como: intensa atividade mecanizada na área, o que leva a uma compactação do solo; surgimento de plantas invasoras, pragas e doenças; e de maneira natural ocorre uma queda na viabilidade das gemas basais que darão origem a futuros perfilhos (ARAUJO, 2015).

O estudo do sistema radicular e o mecanismo de perfilhamento da cana-de-açúcar são de grande importância, devido ao uso de técnicas agronômicas adequadas nos sistemas de plantio, que passam a considerar o espaçamento da cultura, a adubação e o local exatos de aplicação dos fertilizantes, a drenagem do solo, os sistemas de irrigação e uso de culturas intercalares (CASAGRANDE, 1991; ARAUJO, 2015).

O melhor enraizamento da cana-de-açúcar é fundamental para a perenidade do canavial nos ambientes de produção dentro das unidades produtoras. É importante apontar o papel das raízes como uma característica isolada e sua interação na formação do sistema radicular, que passa a desempenhar funções na absorção e sustentação da planta (COSTA; MAZZA; VITTI, 2012). Segundo Maciel et al. (2015), a característica de raízes de diferentes variedade de cana-de-açúcar constatou que o fator genótipo da planta influenciou no desenvolvimento morfológico interno das raízes, fator que pode está associado à resistência do estresse hídrico da planta.

2.3 Etefon na fisiologia da cana-de-açúcar

O ácido 2-cloroetil-fosfônico, ou etefon, é uma substância classificada como regulador de crescimento com atuação sistêmica nos vegetais (RODRIGUES, 1995). No organismo vegetal, o etefon sofre rapidamente uma degradação, e reduzindo em ácido fosfórico, íons de cloreto e etileno, que passam atuar sobre o processo de crescimento (ARAUJO, 2015).

O etefon é muito utilizado na inibição do processo de floração da cana-de-açúcar, o qual demanda grande quantidade de energia da planta para ocorrer, sendo que a mesma passa a utilizar a sacarose (glicose + frutose) armazenada em seus colmos para ser convertida em energia. Também é possível observar que a morfologia do colmo sofre algumas alterações principalmente no seu comprimento devido à redução dos entrenós, o que leva a antecipação da colheita (ARAUJO, 2015).

Quando o etefon é aplicado sobre as folhas, o composto é rapidamente absorvido pela planta via estômatos. O metabolismo do etileno não está bem definido, principalmente quando são consideradas suas vias metabólicas, conforme descrito no esquema proposto por Wang et al. (2002), mostrando o não conhecimento dos inibidores específicos e suas ações enzimáticas. O etileno pode melhorar a atividade enzimática no interior das células (CHANG e WILLIANS, 2016). Pode agir na degradação da parede celular e da lamela média de plantas na região de abscisão foliar, provocando uma acentuada queda de folhas (GAO et al. 2015).

Martins e Castro (1999) estudaram os efeitos de giberelina e etefon na anatomia de plantas de cana-de-açúcar e constataram a diminuição de lignina nos colmos, tornando favorável o acúmulo do açúcar nos tecidos internos.

Para Li e Solomon (2003) a ação do etefon trouxe melhorias nas ações enzimáticas, principalmente da ATPase que pode ser potencializada com o uso de doses aproximadas de 50 a 100 mg L^{-1} na fase de perfilhamento, juntamente com promotores de reações do Mg^{2+} e Ca^{2+} nas folhas de cana-de-açúcar. Os autores ainda relatam que essas mesmas doses de etefon às ações da peroxidase, invertase, polifenol-oxidade e a catalase foram aumentadas. Li et al. (2002) relataram que o uso de uma concentração adequada de etefon promoveu a atividade de Ca^{2+}-ATPase nas paredes e citoplasma das células e o Mg^{2+}-ATPase no citoplasma, a partir do início a fase de crescimento da planta.

A intensidade de luz e os estados de hidratação da folha atuam diretamente no processo de abertura e fechamento dos estômatos. Dessa maneira, a funcionabilidade estomática e a área foliar influenciam a produtividade do vegetal, associado à absorção de CO_2 e a interceptação de energia luminosa que será convertida em energia química (COSTA; MARENCO, 2007).

Uma parte da transpiração foliar vem da condutância da epiderme, que possui os estômatos, que quando abertos proporcionam maior perda de água pela cavidade chamada de ostíolo. Dessa maneira, a condutância estomática está diretamente ligada ao número e tamanho dos estômatos; e, principalmente, pelo diâmetro da abertura dessa cavidade. A condutância é dependente de outros fatores relacionados ao ambiente onde a planta se desenvolve (BRODRIBB e HOLBROOK, 2003; TORRES et al., 2012).

Faria et al. (2014), quando estudaram as características fisiológicas da cana-de-açúcar causadas pela aplicação do trinexapac-ethyl, concluíram que esse composto afeta o CO_2 consumido, a concentração de CO_2 interno nas folhas, a taxa transpiratória, a condutância estomática e a taxa fotossintética da cana-de-açúcar.

O mecanismo de conversão de energia luminosa em química necessita de uma concentração de CO_2 nas células do mesófilo, que permite às plantas C4 promover o fechamento parcial dos estômatos. Dessa maneira, reduz a condutância estomática e a transpiração e eleva as concentrações de CO_2 internamente, tornando mais eficiente o processo fotossintético (MARIN; NASSIF, 2013).

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 um aumento do número de perfilhos e a formação de colmos industrializáveis.

Para Naiwal et al. (2004), a ação do etefon no tratamento de minirrebolos na cana-de-açúcar proporciona o aumento do etileno, 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).

Dessa maneira, o emprego do etefon via foliar vem se tornando uma prática comum nas unidades produtoras de cana-de-açúcar. Li e Solomon (2003) constataram que com a aplicação do etefon aos vinte dias antes do corte das mudas para o plantio, houve um perfilhamento mais uniforme da soqueira e também um aumento no número de colmos da cultura.

2.4 Morfofisiologia da cana-de-açúcar

Segundo Segato et al. (2006), a cana-de-açúcar possui a capacidade de formar touceira, que consiste em um conjunto de colmos oriundos dos perfilhos totalmente desenvolvidos, que possuem folhas, inflorescências e frutos. Uma parte subterrânea é composta por raízes e rizoma, que desempenham a função no perfilhamento inicial da cultura.

Os colmos de cana-de-açúcar são divididos em nós e entrenós. Os nós possuem uma gema com tecidos meristemáticos, distribuídos de maneira alternada pelo colmo, com tamanhos e com idade fenológica diferentes. Devido ao crescimento contínuo e longitudinal do ápice caulinar, ou seja, gemas da base dos colmos são mais velhas em relação às do ápice. Esse crescimento pode ser influenciado por características edafoclimáticas e nutricional (ARAUJO, 2015).

Para ocorrer a brotação inicial, o perfilho necessita de condições favoráveis para seu desenvolvimento, principalmente umidade e temperatura. Essas condições possibilitam o início do metabolismo enzimático e hormonal dos tecidos

meristemáticos presentes nas gemas, fazendo com que ocorra a brotação. O processo de brotação na fase inicial da cultura tem duração aproximada de 21 dias e é determinante na formação de um canavial rentável, pois garante a população ideal de plantas no campo (AUDE, 1993).

Após o inicio da brotação ou perfilhamento, surgem às primeiras folhas, órgão responsável pela maior parte do processo fotossintético na planta, processo responsável pela conversão da energia luminosa em energia química, e principalmente, pelo acúmulo de carbono na sua matéria seca.

A cana-de-açúcar é classificada como uma planta C4, devido à utilização de quatro carbonos na formação de seus compostos, característica que torna o vegetal mais eficiente na utilização e captura de CO_2 atmosférico, reações realizadas pelas células da bainha dos feixes vasculares (TAIZ; ZEIGER, 2013; CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Mattiello et al. (2015) relatam que a resposta fotossintética para o CO_2 está diretamente ligada à atividade da PEPcase e apresentam níveis diferentes de carbono em segmentos diferentes ao longo do comprimento da folha. O índice de clorofila é determinado pela emissão de um comprimento de onda de λ=650nm. Esse valor está próximo dos comprimentos de ondas que estimulam a atividade da clorofila, enquanto que a emissão do comprimento de onda de λ =940nm atua como referência interna no limbo foliar do vegetal na compensação das diferenças na espessura ou no conteúdo hídrico da folha (MARKWELL et al., 1995).

A eficiência fotossintética pode ser estimada através da concentração de pigmentos clorofilianos presente nas folhas, tornando-se uma ferramenta para a recomendação real da necessidade de adubação (CAPUANI, et al., 2011). Para a determinação do potencial fotossintético nas folhas, podem ser utilizados os valores dos teores de clorofila e carotenoides, que atuam diretamente ligada à absorção e transferência de energia luminosa e ao desenvolvimento e adaptação a diversos ambientes (REGO; POSSAMAI, 2006; ZHANG et al., 2015).

Dessa maneira, as folhas são órgãos responsáveis por 90% da massa seca acumulada na cana-de-açúcar, resultante da atividade fotossintética (CASTRO, et al. 2002; ZHANG et al., 2015). Em função disso, as modificações macro e micromorfológicas de cada cultivar, assim como os efeitos provocados por elas, devem ser cada vez mais estudadas, a fim de melhorar o entendimento e direcionamento das pesquisas pertinentes ao tema (LISBOA et al., 2013).

A sintomatologia é muito utilizada para avaliação dos danos causados por fatores bióticos ou abióticos (MOREIRA; ISAIAS, 2008). Nesse caso, aspectos estruturais auxiliam na compreensão dos mecanismos que provocam as injúrias. No entanto, é importante salientar que as alterações visíveis a olho nu são derivadas de modificações das estruturas dos tecidos dérmicos, fundamentais ou vasculares das plantas, tornando-se necessário o conhecimento aprofundado dessas transformações motivadas pelas variações do meio (CASTRO, 2002; LISBOA, 2014).

Segundo Silva Júnior et al. (2012), a morfofisiologia das plantas não depende somente da presença da luz, mas também da atenuação e a qualidade luminosa, além da disponibilidade de nutrientes presentes no solo que influenciam no processo de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (DURU; DUCROCQ, 2000; ZHANG et al., 2015). Para Pincelli e Silva (2012), estudando alterações morfológicas foliares em cultivares de cana-de-açúcar em resposta à deficiência hídrica destacam que algumas variedades apresentam maior resistência ao estresse hídrico, pois apresentaram maiores médias de matéria seca.

Gonçalves et al. (2010), quando submeteram quatro variedades de cana-de-açúcar a estresse hídrico moderado (40 a 60% da CAD) e severo (0 a 20% da CAD) observaram redução na condutância estomática, transpiração e fotossíntese, assim como na eficiência do uso da água, independentemente da variedade. Segundo Sales et al., 2012 ao estudarem o estresse hídrico em cana-de-açúcar relataram que os sinais fisiológicos que ocorreram durante o estresse hídrico e a baixa temperatura radicular provocam a redução da condutância estomática devido a sinais transmitidos pelas raízes.

Exemplos demonstram a importância do conhecimento morfofisiológico e funcional das plantas. Medeiros et al. (2011) constataram aumentos significativos no diâmetro polar estomático quando da aplicação de nitrogênio, que propicia trocas gasosas e controle da transpiração mais eficiente. Estudos realizados por Wang (2002), observaram modificações estomática nas folhas de roseiras com a utilização do etileno.

Ao passar por condições restritivas de crescimento como baixa temperatura e seca, a planta armazena sacarose nos vacúolos centrais das células parenquimáticas dos colmos; e passa pelo processo de maturação (RODRIGUES, 1995). O conhecimento do estado nutricional da cultura através da diagnose foliar é

uma ferramenta eficiente, pois a planta é o próprio extrator de nutrientes do solo, possibilitando um diagnóstico nutricional direto e preciso (SOUZA et al., 2011). Segundo Li e Solomon (2003), o uso de baixas concentrações de etefon proporcionou na fase de perfilhamento da cultura uma diminuição momentânea no comprimento e largura das folhas, mas promoveu diferenciação dos feixes vasculares nas folhas, o que proporcionou maior eficiência no transporte de seiva.

A região do limbo foliar é composta pelas epidermes adaxial e abaxial e pelo mesofilo (GLORIA; GUERREIRO, 2012). Hirner et al. (2006) ao estudarem transportadores de membrana em *Arabidopsis thaliana* relatam que a região do limbo foliar mostra-se que a ampla especificidade e alta afinidade do transportador de aminoácidos lisina histidina transporter1 (LHT1), compostos que farão parte de importantes proteínas para o vegetal (CHANG e WILLIANS, 2016). Kana e Edwards (1973) encontraram as enzimas ribulose 1,5-difosfato carboxilase, phosphoribulokirase e a NADP-gliceraldeído 3-fosfato desidrogenase em células da bainha do feixe vascular que atuam no metabolismo fotossintético das células do mesofilo foliar do milho.

Na região do mesofilo ocorrem as reações fotoquímicas mais importantes para os vegetais. Outros fatores podem influenciar o desenvolvimento dessa região da folha, tais como: climáticos, profundidade de plantio (AUDE, 1993; TOBIN, 1992) e, também dentre elas, a variedade (RAMOS et al. 2014). Ma et al. (2008) ao estudarem roseiras relatam que o etileno alteram a morfologia interna das pétalas das flores devido a expressão dos genes Rh-PIP2 e 1.

Segundo Li e Solomon (2003), o etileno ocasionou uma diferenciação nas células do mesofilo com doses de 100 mg L^{-1} que proporcionou um aumento na superfície exterior das células e permitindo um melhor distribuição dos cloroplastos. Houve um aumento no número de cloroplastos. Ainda os autores relatam 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.

Hirner et al. (2006) relatam que grandes quantidades de aminoácidos encontrados na seiva do xilema altera a sua concentração na seiva do floema, indicando que os aminoácidos podem ser trocados entre xilema e floema, por vias simplasto ou apoplasto.

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.

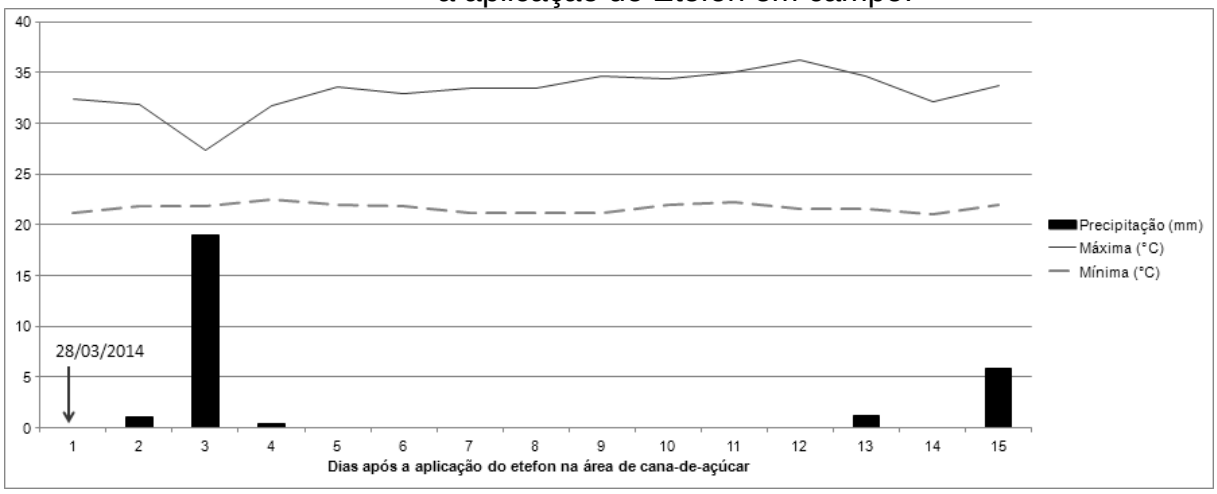
Conhecer a morfologia foliar, as funções dos tecidos vegetais e suas possíveis modificações frente aos danos causados pela ausência ou presença de nutrientes e hormônios podem ser determinante na tomada de decisão quanto ao manejo adequado a ser empregado na cultura da cana-de-açúcar, assim como predizer os prejuízos estimados pelo não conhecimento desses efeitos (LISBOA, 2014; PINCELLI; SILVA, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Instalação e condução do experimento

No dia 28 março de 2014 foi escolhida uma área que continha um canavial em estágio de cana planta com aproximadamente 11 meses de idade; destinado para muda que apresentava uma homogeneidade de plantas. O cultivar de cana-de-açúcar escolhido para a instalação do experimento foi o RB966928. A área escolhida pertencia a Unidade Produtora Agroindustrial da Usina Rio Vermelho, localizada em Junqueirópolis, Estado de São Paulo, com coordenadas geográficas 21º29’35,34”S e 51º16’13,60”W e altitude 416 m. O clima da região se caracteriza como Cwa segundo Köppen, mesotérmico, com verões chuvosos. A temperatura média da região é de 24ºC, apresentando máxima de 31ºC e mínima de 19ºC (Figura 1).

Figura 1 – Precipitação e temperaturas máximas e mínimas durante os 15 dias após a aplicação do Etefon em campo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

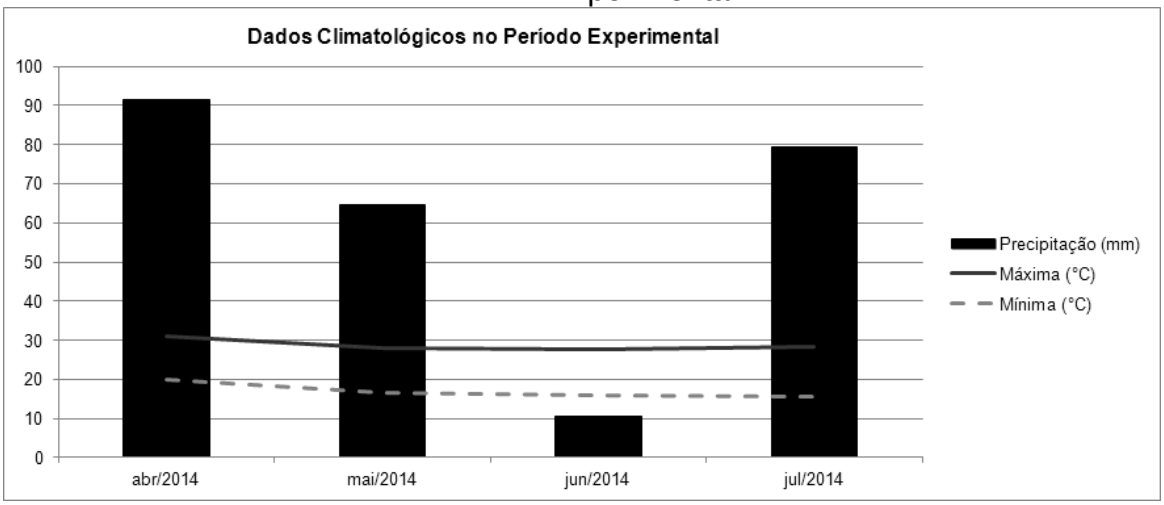
A área teve aproximadamente 20 m de largura por 40 metros de comprimento, que foi dividida em duas áreas distintas com as mesmas metragens de 20x20m, uma adjacente a outra, com intuito de garantir uma homogeneidade de aplicação da calda e a fim de garantir um menor efeito de borda.

Em uma das áreas demarcadas, em condições de campo, foi aplicado o etefon com o uso de um pulverizador costal pressurizado com CO_2, com barra de 6 m de comprimento, em forma de T, com 6 bicos AXI 11002 com jato plano espaçados em 0,5 m, possibilitando a aplicação simultânea em duas linhas, os bicos

ficaram aproximadamente a 0,5 m do alvo com uma pressão de aplicação de 40 libras pol^{-2}, na dosagem de 482,4 g ha^{-1} de ingrediente ativo do produto, com volume de calda de 150 L ha^{-1} e foi utilizado ácido clorídrico para ajustar o pH para 2,8±2. Simultaneamente, uma área semelhante e contígua recebeu apenas água como controle. No momento da aplicação, a velocidade do vento estava em aproximadamente 2,9 km h^{-1}, umidade relativa do ar em 77,6% e 25 ºC, determinados através de leitura direta no anemômetro Kestrel® modelo 3000.

Quinze dias após a aplicação do etefon na área em campo, foram iniciados os experimentos em ambiente externo não protegido nas dependências da FCAT – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", localizada na cidade de Dracena, Estado de São Paulo, com coordenadas geográficas 21°46'04"S e 51°55'41"W e altitude 396 m. Durante o período experimental as temperaturas e precipitações médias ocorridas estão demonstradas na Figura 2.

Figura 2 – Precipitação e temperaturas máximas e mínimas no Período Experimental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O solo utilizado nos experimentos foi classificado como Argissolo Vermelho amarelo distrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2006) com boa drenagem. Por ocasião da instalação do experimento em abril de 2014, foi realizada amostragem de solo na profundidade de 20 – 40 cm para a realização de sua análise física e química. Foi escolhido um solo mais profundo a fim de evitar a incidência de sementes de plantas invasoras e uma homogeneidade nos seus atributos químicos e físicos.

O solo foi analisado no Laboratório Pirasolo Agrotécnico da cidade de Piracicaba, Estado de São Paulo. As determinações da composição química do solo foram: P, K, Ca, e Mg, utilizando-se o método da resina trocadora de íons, S (SO_4^{-2}) por turbimetria extraído com fosfato de cálcio, pH em $CaCl_2$; matéria orgânica por colorimetria; H + Al com solução tampão SMP; Al em KCl. Em relação aos micronutrientes, o boro foi extraído via água quente e Cu, Fe, Mn e Zn em DTPA TEA pH 7,3 (RAIJ et al., 2001).

Também foram avaliados os atributos físicos do solo tais como: areia, silte e argila, segundo metodologia preconizada pela EMBRAPA (2006). Os resultados da análise química e física do solo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Atributos químicos e físicos do solo por ocasião da instalação do experimento em março de 2014.

	Profundidade
	20 – 40 cm
pH $CaCl_2$	5,0
MO g dm^{-3}	14
P mg dm^{-3} (resina)	8
K $mmol_c$ dm^{-3} (resina)	2,3
Ca $mmol_c$ dm^{-3} (resina)	7
Mg $mmol_c$ dm^{-3} (resina)	5
H + Al $mmol_c$ dm^{-3}	20
Al $mmol_c$ dm^{-3}	0
Soma de bases $mmol_c$ dm^{-3}	14,3
CTC $mmol_c$ dm^{-3}	34,3
Saturação por bases (V%)	42
Saturação Al (m%)	0
S (SO_4^{-2}) mg dm^{-3}	3
Cu mg dm^{-3} (DTPA)	2,8
Fe mg dm^{-3} (DTPA)	19
Zn mg dm^{-3} (DTPA)	1,3
Mn mg dm^{-3} (DTPA)	16,5
B mg dm^{-3} (Água quente)	0,14
Argila g kg^{-1}	75
Silte g kg^{-1}	33
Areia total g kg^{-1}	893

Fonte: elaborado pelo autor.

Foram realizadas todas as correções do solo, de acordo Raij et al. (1996) e Sousa, Lobato e Rein (2004). Nessa ocasião, em vasos de 45 dm^3 contendo solo peneirado foram plantados minirrebolos de cana-de-açúcar em duas situações, contendo 1 (uma) e 2 (duas) gemas, compondo dessa maniera, 2 (dois) experimentos independentes.

Durante a realização dos experimentos, foram realizados todos os tratos culturais necessários tais como: controle fitossanitário, eliminação das plantas invasoras e adubação de cobertura.

Os vasos foram mantidos irrigados sempre que necessário de modo a atender a capacidade de campo.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

Cada experimento independente foi baseado no número de 1 (uma) ou 2 (duas) gemas por minirrebolos de cana-de-açúcar. O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial 3x3 com 5 (cinco) repetições, totalizando 45 parcelas ou vasos arranjados na área externa de maneira casualizada. Os fatores pertinentes aos tratamentos, assim como os respectivos níveis foram: posição das gemas no colmo – região apical; região mediana e região basal e a forma de aplicação do etefon – controle (sem etefon); aplicação de etefon na planta com quinze dias antes do plantio e aplicação de etefon no sulco/vasos no momento do plantio.

Para determinar as posições das gemas nos colmos, foram contados todos os nós do colmo e dividindo-o por três. Dessa maneira, foram obtidas as três partes do colmo, sendo uma região apical; mediana e basal. Para os colmos que apresentaram números impares de nós, foi considerado o terço basal com o maior número.

Para o tratamento no sulco do vaso, a dosagem de etefon ocorreu de acordo a recomendação técnica do produto, que prevê a dosagem de 360 g ha^{-1} de ingrediente ativo do produto no sulco de plantio, com taxa de aplicação de 150 L ha^{-1}. Essa aplicação foi realizada com o uso de um pulverizador costal pressurizado com CO_2 conforme a metodologia que ocorreu a aplicação no canavial aos 15 dias antes do plantio dos minirrebolos.

Entre os vasos ou parcelas, houve uma distância de um metro, de modo a facilitar os trabalhos pertinentes à instalação, condução, tratos culturais, avaliação e coleta de dados dos experimentos.

3.3 Avaliações

3.3.1 Avaliações não destrutivas

Durante os 30 dias iniciais após a instalação do experimento, foi avaliado o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), conforme descrito por Maguire (1962).

Aos 30, 60 e aos 90 dias após a instalação do experimento foram avaliadas as seguintes características não destrutivas: número de folhas determinada através da contagem direta na planta; altura de plantas medida com uma régua graduada em milímetros a partir do nível do solo; número de perfilhos determinado através de contagem direta; e diâmetro dos perfilhos determinado com o uso de um paquímetro graduado em milímetros a ±1 centímetro acima do nível do solo.

Aos 90 dias da instalação do experimento, foi determinado o Índice de Clorofila por meio do uso do aparelho medidor modelo OSI CCM-200 através de leitura direta.

A condutância estomática foi determinada com o uso do aparelho porômetro modelo AP-4 também através de leitura direta. As leituras foram realizadas no limbo foliar localizado região mediana da folha+1 do colmo principal da cana-de-açúcar. As leituras foram realizadas entre às 10h00 – 14h00 com presença de sol pleno.

3.3.2 Avaliações destrutivas

Por ocasião da coleta final do material, ou seja, 90 dias após o plantio, foram avaliadas as seguintes características destrutivas: peso de matéria seca de caule e folhas; peso de matéria seca da raiz determinada após a secagem em estufa com circulação e renovação de ar em temperatura de 65ºC até atingir peso constante em gramas; peso de matéria seca total da planta obtido pela soma das matérias secas de caule, folha e raiz.

Para a determinação da área foliar em cm² foi realizada conforme a metodologia descrita por Hermann e Câmara (1999).

3.3.3 Avaliação ultraestrutural foliar da cana-de-açúcar

Aos 90 dias após o plantio, foram avaliadas características ultraestruturais foliares da cana-de-açúcar. Na ocasião, foi retirado 01 (um) fragmento da folha+1 por planta do colmo principal. Cada fragmento possuía 5 (cinco) cm de comprimento extraídos da parte central do limbo.

As amostras foram enviadas para o Laboratório de Morfofisiologia Vegetal e Forragicultura da FCAT – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”. Todo material coletado foi fixado em solução F.A.A. 70 (formaldeído 37%, ácido acético e etanol 70% na proporção de 1,0:1,0:18,0 – V/V).

Após 24 horas, os fragmentos foram lavados e armazenados em etanol 70% até a data de realização das análises, conforme descrito por Kraus e Arduim (1997). Todos os fragmentos de tecidos vegetais receberam os procedimentos pertinentes à desidratação, diafanização, inclusão e emblocagem. Com auxílio de um micrótomo de mesa Leica contendo lâmina de aço, foram realizadas secções transversais de 8 µm em cada fragmento foliar emblocado.

Para a montagem das lâminas histológicas, foram escolhidas as primeiras secções transversais que apresentaram o material mais preservado, ou seja, sem danos ou injúrias provocados pelo corte nos tecidos vegetais. Todas as secções escolhidas foram fixadas com adesivo (albumina) coradas com safranina a 1% e montadas em lâminas e lamínulas com adesivo Entellan® (KRAUS E ARDUIM, 1997).

Todas as lâminas foram observadas em microscópio óptico Olympus modelo BX 43, com uma câmera acoplada para realização das fotografias dos cortes no aumento de 50x. As fotos foram utilizadas para as medições dos parâmetros anatômicos por meio do programa de análise de imagens cellSens Standard, calibrado com régua microscópica no mesmos aumento, segundo metodologia descrita por Pereira et al. (2008).

Nos cortes transversais, foram observadas na região da nervura central das folhas as seguintes características morfoanatômicas: espessura do limbo (EL); espessura da epiderme da face inferior ou abaxial (EEAB); espessura da epiderme da face superior ou adaxial (EEAD); espessura do mesofilo (EM); diâmetro dos vasos floemáticos (DVF); diâmetro dos vasos metaxilemáticos (DVMX); espessura da cutícula abaxial (CTAB); espessura da cutícula adaxial (CTAD); diâmetro das

células da bainha (DCB) e distância entre os feixes vasculares no limbo foliar (DFVLF), segundo Castro; Pereira e Paiva (2009).

Nos fragmentos coletados, também foi realizada a impressão nas faces epidérmicas utilizando éster de cianoacrilato (CEOLIN; RÜCKER; KRAY, 2007), onde foram observadas as seguintes características: número de estômatos por mm2 na face inferior ou abaxial (NEAB); número de estômatos por mm^2 na face superior ou adaxial (NEAB); número de células epidérmicas abaxiais por mm^2 (NCEAB); número de células epidérmicas adaxiais por mm^2 (NCEAD); funcionalidade estomática ou relação da face inferior ou abaxial (FUNEAB); funcionalidade estomática ou relação da face superior ou adaxial (FUNEAD); índice estomático da face inferior ou abaxial (IEAB) e índice estomático da face superior ou adaxial (IEAD) de acordo com (CARLQUIST, 1975; SEGATTO et al., 2004; CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Para todas as características foram realizadas 5 (cinco) medições por lâmina. As parcelas foram representadas pelo valor médio obtido das medições de cada característica.

3.4 Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos à análise de variância (p≤0,05), de acordo com o modelo estatístico:

$$y_{ijk} = m + a_i + b_k + ab_{ik} + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

y_{ijk}: valor observado na parcela que recebeu o nível i do fator a, o nível k do fator b, na repetição j;

m: média geral;

a_i: efeito do nível i do fator a (posição da gema);

b_k: efeito do nível k do fator b (modo de aplicação do etefon);

ab_{ik}: efeito da interação entre os níveis i do fator a e do nível k do fator b;

e_{ikj}: efeito do erro experimental associado a parcela que recebeu o nível i do fator a, o nível k do fator b, na repetição j.

A análise de variância está descrita na Tabela 2 e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, de acordo com Gomes (2000).

Tabela 2: Quadro de análise de variância.

FV	GL	SQ	QM	F
Fator a	i -1	SQ a	QM a	QM a / QM erro
Fator b	k -1	SQ b	QM b	QM b / QM erro
Int. axb	(i -1) (k -1)	SQ ab	QM ab	QM ab / QM erro
Erro	(ik -1) (j -1)	SQ Erro	QM erro	
Total	ikj -1	SQTotal		

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimentos com 1 gema e 2 gemas

Nas Tabelas 3 e 4, estão apresentados os valores médios do Índice de Velocidade de Emergência (IVE); número de folhas; altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 30 dias após instalação do experimento.

Tabela 3: Valores médios do Índice de Velocidade de Emergência (IVE); número de folhas, altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos do experimento com 1 gema aos 30 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		IVE		
Ápice	0,0776	0,0784	0,0733	0,0764 a
Meio	0,0601	0,0725	0,0659	0,0661 b
Base	0,0528	0,0616	0,0494	0,0546 c
MFA(F2)	0,0635 B	0,0708 A	0,0628 B	
CV (%)		10,13		
DMS F1**e F2**		0,0059		
DMS F1xF2		-		
		Número de folhas		
Ápice	5,40	6,20	5,40	5,66 a
Meio	4,75	5,20	5,20	5,05 a
Base	4,25	4,25	4,40	4,30 b
MFA(F2)	4,80 A	5,25 A	5,00 A	
CV (%)		16,40		
DMS F1** e F2		0,73		
DMS F1xF2		-		
		Altura de plantas (cm)		
Ápice	38,60 aA	41,20 aA	28,80 aB	36,20 a
Meio	30,00 bA	34,80 aA	30,80 aA	31,86 b
Base	23,50 bB	36,75 aA	21,60 bB	27,28 c
MFA(F2)	30,70 B	37,58 A	27,06 B	
CV (%)		14,37		
DMS F1**e F2**		4,07		
DMS F1xF2*		7,05		
		Número de perfilhos		
Ápice	1,00	1,00	1,00	1,00 a
Meio	1,00	1,00	1,00	1,00 a
Base	1,00	1,00	1,00	1,00 a
MFA(F2)	1,00 A	1,00 A	1,00 A	
CV (%)		-		
DMS F1 e F2		-		
DMS F1xF2		-		
		Diâmetro de perfilhos (mm)		
Ápice	6,80 aB	8,60 aA	7,00 aB	7,46 a
Meio	5,75 aB	8,20 aA	7,40 aA	7,11 a
Base	5,75 aA	5,50 bA	5,00 bA	5,41 b
MFA(F2)	6,10 B	7,43 A	6,46 B	
CV (%)		13,35		
DMS F1**e F2**		0,79		
DMS F1xF2**		1,37		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4: Valores médios do Índice de Velocidade de Emergência (IVE); número de folhas, altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos do experimento com 2 gemas aos 30 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		IVE		
Ápice	0,1244	0,1580	0,1245	0,1356 a
Meio	0,1032	0,1349	0,1099	0,1160 a
Base	0,0624	0,1035	0,1034	0,0897 b
MFA(F2)	0,0966 B	0,1321 A	0,1125 AB	
CV (%)		19,42		
DMS F1**e F2**		0,0197		
DMS F1xF2		-		
		Número de folhas		
Ápice	5,60	6,90	6,50	6,33 a
Meio	5,40	5,20	4,90	5,16 b
Base	4,00	4,80	4,87	4,55 b
MFA(F2)	5,00 A	5,63 A	5,42 A	
CV (%)		14,63		
DMS F1** e F2		0,69		
DMS F1xF2		-		
		Altura de plantas (cm)		
Ápice	43,76	44,59	38,12	42,15 a
Meio	45,92	37,35	37,28	40,18 ab
Base	35,08	30,00	36,13	33,73 b
MFA(F2)	41,58 A	37,31 A	37,17 A	
CV (%)		20,61		
DMS F1*e F2		7,11		
DMS F1xF2		-		
		Número de perfilhos		
Ápice	1,00	1,00	1,00	1,00 a
Meio	1,00	1,00	1,00	1,00 a
Base	1,00	1,00	1,00	1,00 a
MFA(F2)	1,00 A	1,00 A	1,00 A	
CV (%)		-		
DMS F1 e F2		-		
DMS F1xF2		-		
		Diâmetro de perfilhos (mm)		
Ápice	7,50	10,40	9,40	9,10 a
Meio	9,20	8,50	8,40	8,70 a
Base	6,90	6,90	7,60	7,13 b
MFA(F2)	7,86 A	8,60 A	8,46 A	
CV (%)		19,29		
DMS F1**e F2		1,42		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi encontrado um efeito significativo para a característica Índice de Velocidade de Emergência nos experimentos com 1 e 2 gemas aos 30 dias após o plantio. Os tratamentos com gemas oriundas do ápice dos colmos e etefon aplicado na planta antes do plantio das gemas apresentaram melhores índices.

Esse fato pode ser explicado por Aude (1993) , o qual relata que as gemas do ápice dos colmos são mais novas e com maior concentração de glicose, nitrogênio e principalmente água, o que favorece a emergência do perfilho primário, devido à disponibilidade imediata de glicose e do nitrogênio na divisão celular do tecido latente, por tanto esses efeitos foram possivelmente potencializados pelo uso do etefon aplicado na cana-de-açúcar quinze dias antes do plantio das mudas.

O efeito da posição da gema no colmo de cana-de-açúcar influenciou significativamente na característica número de folhas nos experimentos com 1 e 2 gemas aos 30 dias após o plantio, o que não ocorreu com o fator de aplicação de etefon. Observa-se que gemas no ápice apresentaram maiores números de folha nos dois experimentos 5,66 e 6,33 respectivamente. O número de folhas é um fator limitante para o desenvolvimento do vegetal, que mostra uma razão no maior número de folhas com o maior crescimento e principalmente na altura da planta.

Esse resultado pode ser explicado devido à ação do etefon, que proporciona ações enzimáticas na região de abscisão foliar da cana-de-açúcar, o que pode levar a uma acentuada queda desse órgão da planta (GAO et al. 2015). As folhas desempenham função primordial no processo fotossintético da planta, que eleva a produção de açúcares e, consequentemente, maior desenvolvimento vegetal (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009; LI; SOLOMON, 2003). Os valores observados são semelhantes aos encontrados por Araujo (2015), quando estudaram a ação do etefon associada à posição das gemas no colmo de cana-de-açúcar.

Essa potencialização do crescimento inicial da cana-de-açúcar acarretou um efeito significativo na característica altura de planta no experimento com apenas 1 gema aos 30 dias após o plantio, mostrando uma interação entres os fatores.

Quando isolados, o fator posição da gema no colmo, ou seja, gemas do ápice do colmo juntamente com o controle ou com aplicação do etefon na planta aos 15 dias após o plantio apresentaram plantas mais altas; nas gemas oriundas do meio do colmo, esse efeito de aplicação não foi encontrado; porém, na gema da base, é encontrado um efeito significativo com aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio, no qual é possível observar plantas mais altas.

Com a aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio o fator posição da gema não se diferiu estatisticamente, o que ocorreu com a aplicação do etefon no sulco de plantio mostrou plantas mais altas quando foi utilizado gemas do ápice e do meio do colmo de cana-de-açúcar.

De maneira geral, esses resultados mostraram que gemas oriundas do ápice dos colmos de cana-de-açúcar que foram tratados com etefon 15 dias antes do plantio apresentaram maiores valores (Tabela 3). 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. Esse efeito de interação entre os fatores não foi encontrado no experimento com 2 gemas aos 30 dias após o plantio, mas apresentou efeito significativo apenas no fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar, reforçando que a posição da gema no colmo é um fator limitante para o desenvolvimento da cana-de-açúcar nas fases iniciais.

Para a característica número de perfilhos aos trinta dias, não foi encontrado efeito significativo pelos fatores nos experimentos com 1 e 2 gemas aos 30 dias após o plantio. Esse resultado era esperado devido ao pouco tempo de desenvolvimento do vegetal, pois o perfilhamento mais acentuado da cana-de-açúcar ocorre aos 30 a 35 dias após o plantio (MANHÃES et al. 2015). Para Schenato et al. (2007), relatam que o etefon tem sido utilizado para aumentar a brotação em videira em regiões tropicais, por se tratar de uma planta C3 não foi verificado o mesmo comportamento.

Na Tabela 3, é possível observar uma interação significativa na característica diâmetro de perfilhos no experimento com 1 gema aos 30 dias após o plantio. Quando foi utilizada gema do ápice do colmo juntamente com a aplicação do etefon na planta aos 15 dias após o plantio, ocorreu o maior desenvolvimento do diâmetro do colmo da cana-de-açúcar; porém, as gema do meio do colmo com aplicação do etefon na planta e no sulco de plantio apresentaram maiores diâmetros de colmo; mas não foi encontrado efeito quanto ao uso ou não do etefon nas gemas da base do colmo de cana-de-açúcar. De maneira geral, os fatores posição da gema no colmo juntamente com a aplicação de etefon na planta antes do plantio das gemas apresentaram maiores médias.

Esse efeito significativo de interação entre os fatores não foi encontrado no experimento com 2 gemas aos 30 dias após o plantio, mas foi possível observar um efeito significativo apenas no fator posição da gema no colmo da cana-de-açúcar (Tabela 4), onde gemas oriundas do ápice e meio apresentaram maiores médias.

Os maiores diâmetros de colmo na fase inicial podem proporcionar um elevado acúmulo de sacarose juntamente com o maior volume de tecidos

desenvolvidos, fato esse que pode ser explicado por Simões Neto (1986) afirmando que a emergência do primeiro perfilho e seu desenvolvimento no diâmetro está relacionado com o tamanho do tolete e espessura do colmo de origem. Estudos realizados em videiras por Fracaro e Pereira (2004) observaram que o uso do etefon aplicado via foliar vem se tornando eficaz no crescimento e aumento no diâmetro de ramos.

Nas Tabelas 5 e 6, são encontrados os valores médios do número de folhas, altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 60 dias após instalação do experimento.

Tabela 5: Valores médios do número de folhas, altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos do experimento com 1 gema aos 60 dias após instalação do experimento.

	Controle	**Planta/15DAP**	**Sulco/vasos**	**MFP(F1)**
		Número de folhas		
Ápice	20,80	23,40	24,40	22,86 a
Meio	15,00	22,20	21,80	19,66 b
Base	14,50	15,25	15,20	14,98 c
MFA(F2)	16,76 B	20,28 A	20,46 A	
CV (%)		16,71		
DMS F1**e F2**		2,85		
DMS F1xF2		-		
		Altura de plantas (cm)		
Ápice	73,00	80,80	69,80	74,53 a
Meio	62,00	73,60	75,00	70,20 a
Base	53,25	61,75	53,60	56,20 b
MFA(F2)	62,75 A	72,05 A	66,13 A	
CV (%)		18,06		
DMS F1** e F2		10,78		
DMS F1xF2		-		
		Número de perfilhos		
Ápice	4,80	5,20	5,20	5,06 a
Meio	4,00	5,40	5,20	4,86 a
Base	4,25	4,00	4,80	4,35 a
MFA(F2)	4,35 A	4,86 A	5,06 A	
CV (%)		17,83		
DMS F1 e F2		0,75		
DMS F1xF2		-		
		Diâmetro de perfilhos (mm)		
Ápice	6,39	6,82	5,84	6,35 a
Meio	5,60	5,63	5,93	5,72 a
Base	4,65	5,90	4,37	4,97 b
MFA(F2)	5,54 A	6,11 A	5,38 A	
CV (%)		14,57		
DMS F1** e F2		0,73		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6: Valores médios do número de folhas, altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos do experimento com 2 gemas aos 60 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		Número de folhas		
Ápice	14,60	26,40	21,90	20,96 a
Meio	14,80	19,50	19,40	17,90 a
Base	14,10	18,20	20,68	17,66 a
MFA(F2)	14,50 B	21,36 A	20,66 A	
CV (%)		26,36		
DMS F1e F2**		4,42		
DMS F1xF2		-		
		Altura de plantas (cm)		
Ápice	74,30	77,70	76,10	76,03 a
Meio	65,70	71,80	70,70	69,40 a
Base	70,20	67,50	75,29	70,99 a
MFA(F2)	70,06 A	72,33 A	74,03 A	
CV (%)		14,88		
DMS F1 e F2		9,57		
DMS F1xF2		-		
		Número de perfilhos		
Ápice	3,40	5,10	4,90	4,46 a
Meio	3,30	4,20	4,60	4,03 a
Base	3,60	4,10	4,72	4,14 a
MFA(F2)	3,43 B	4,46 A	4,74 A	
CV (%)		26,40		
DMS F1 e F2**		0,99		
DMS F1xF2		-		
		Diâmetro de perfilhos (mm)		
Ápice	7,27	6,60	5,85	6,57 a
Meio	8,00	5,83	6,26	6,69 a
Base	6,94	5,47	6,22	6,21 a
MFA(F2)	7,40 A	5,97 B	6,11 B	
CV (%)		21,98		
DMS F1 e F2*		1,27		
DMS F1xF2		-		

Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a característica número de folhas no experimento com 1 gema aos 60 dias após o plantio, foi encontrado efeito significativo. Mostrou que gemas oriundas do ápice do colmo de cana-de-açúcar juntamente com a aplicação do etefon na planta 15 dias antes do plantio e no sulco apresentaram maior número folhas (Tabela 5), porém somente o efeito da utilização do etefon proporcionou efeito significativo no experimento com 2 gemas aos 60 dias após o plantio.

Um maior número de folhas aos 60 dias após o plantio é uma característica importante no estabelecimento da cana-de-açúcar no seu substrato, garantindo maior desenvolvimento das touceiras dessa gramínea. Estudos realizados por

Araujo (2015) utilizando doses de etefon na produção de mudas de cana-de-açúcar encontraram resultados diferentes. A utilização desse fitorreguladores não alterou o crescimento das folhas, colmos e raízes, ainda destaca que o uso de doses superiores ao recomendado prejudica o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar.

Na Tabela 5, é possível observar um efeito significativo para a característica altura de planta no experimento com 1 gema aos 60 dias após o plantio, efeito esse encontrado somente no fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. Gemas com origem na parte basal dos colmos apresentaram menores valores médios, esse fato pode ser explicado devido à idade da gema e maior presença de sacarose e sais minerais, em que a planta necessita de maior tempo para reduzir a sacarose em glicose + frutose. Dessa maneira passa a ficar disponível para o desenvolvimento celular (AUDE, 1993). Esse efeito significativo não foi encontrado no experimento com 2 gemas (Tabela 6).

Para a característica número de perfilhos aos 60 dias após o plantio não foi encontrado efeito significativo com os tratamentos estudados no experimento com 1 gema, mas foi encontrado um efeito significativo apenas para o fator aplicação de etefon no experimento com 2 gemas, mostrando que a utilização do etefon proporcionou maior número de perfilhos de cana-de-açúcar na fase inicial, tanto na aplicação na planta e no sulco corroboram com os estudos realizados por Araujo (2015) e Simões Neto (1986).

Na Tabela 5, é possível observar um efeito significativo para a característica diâmetro de perfilhos no experimento com 1 gema, que apresentou maiores médias quando utilizado gemas provenientes do ápice e região mediana dos colmos da planta. No experimento com 2 gemas, não foi encontrado esse mesmo efeito quanto a posição da gema, mas foi encontrado um efeito significativo quanto a não utilização do etefon, esses resultados não foram esperados pois a utilização proporcionou melhor desenvolvimento em outros trabalhos como de Araujo (2015) e Mendes (2010).

Nas Tabelas 7 e 8, estão apresentados os valores médios de número de folhas, altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

Tabela 7: Valores médios do número de folhas, altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos do experimento com 1 gema aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		Número de folhas		
Ápice	44,80	47,00	55,60	49,13 a
Meio	39,25	44,40	47,60	43,75 b
Base	44,75	45,00	41,60	43,78 ab
MFA(F2)	42,93 A	45,46 A	48,26 A	
CV (%)		13,20		
DMS F1* e F2		5,36		
DMS F1xF2		-		
		Altura de plantas (cm)		
Ápice	103,40	111,20	105,00	106,53 a
Meio	99,00	104,80	110,40	104,73 a
Base	92,75	105,25	99,20	99,06 a
MFA(F2)	98,38 A	107,08 A	104,86 A	
CV (%)		9,59		
DMS F1 e F2		8,84		
DMS F1xF2		-		
		Número de perfilhos		
Ápice	6,80	7,40	9,20	7,80 a
Meio	5,50	7,40	8,00	6,96 ab
Base	5,50	6,50	7,60	6,53 b
MFA(F2)	5,93 C	7,10 B	8,26 A	
CV (%)		17,91		
DMS F1* e F2**		1,13		
DMS F1xF2		-		
		Diâmetro de perfilhos (mm)		
Ápice	9,34	10,49	8,06	9,30 a
Meio	10,41	9,49	8,94	9,61 a
Base	9,14	8,57	8,25	8,65 a
MFA(F2)	9,63 A	9,52 A	8,42 A	
CV (%)		17,30		
DMS F1 e F2		1,41		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8: Valores médios do número de folhas, altura de plantas; número de perfilhos e diâmetro de perfilhos do experimento com 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
Número de folhas				
Ápice	25,30	36,30	32,60	31,40 a
Meio	26,62	31,30	30,87	29,60 a
Base	30,50	31,00	30,95	30,81 a
MFA(F2)	27,47 B	32,86 A	31,47 AB	
CV (%)		15,12		
DMS F1e F2**		4,12		
DMS F1xF2		-		
Altura de plantas				
Ápice	96,10	96,90	90,92	94,64 a
Meio	99,25	95,40	99,57	98,07 a
Base	95,25	94,30	99,29	96,28 a
MFA(F2)	96,86 A	95,53 A	96,59 A	
CV (%)		8,43		
DMS F1 e F2		7,24		
DMS F1xF2		-		
Número de perfilhos				
Ápice	4,20	6,00	5,60	5,26 a
Meio	4,76	5,50	5,20	5,15 a
Base	5,41	5,50	5,87	5,59 a
MFA(F2)	4,79 B	5,66 A	5,55 A	
CV (%)		12,74		
DMS F1 e F2**		0,60		
DMS F1xF2		-		
Diâmetro de perfilhos (mm)				
Ápice	8,83 aA	8,45 aA	8,23 aA	8,50 ab
Meio	9,89 aA	7,84 aB	8,36 aB	8,70 a
Base	7,40 bA	7,55 aA	8,39 aA	7,78 b
MFA(F2)	8,71 A	7,95 A	8,33 A	
CV (%)		10,64		
DMS F1* e F2		0,79		
DMS F1xF2*		1,36		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a característica número de folhas aos 90 dias após o plantio, foi encontrado efeito significativo somente no fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar, mostrou que gemas originárias do ápice proporcionaram maior número de folhas no experimento com 1 gema.

O efeito significativo do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar não foi encontrado no experimento com 2 gemas, mas foi encontrado efeito significativo quanto ao método utilizado na aplicação do etefon, mostrou que a aplicação do etefon na cana-de-açúcar 15 dias antes do plantio das gemas

apresentou maior número de folhas. Shetiya e Dendsay (1991), ao estudarem variedades de cana-de-açúcar, relataram que aplicando o etefon quatro semanas após a emergência, aumentaram o número de folhas nos colmos.

Não foi encontrado efeito significativo para a característica altura de planta aos 90 dias após o plantio das gemas de cana-de-açúcar, nos experimentos com 1 e 2 gemas. Os valores médios de altura de planta no mesmo período desse trabalho foram inferiores aos encontrados por Mendes (2010) quando estudou as ações de doses de giberelina e do etefon na no desenvolvimento inicial da cultura.

O efeito do etefon foi observado até aos 45 dias após o início da brotação no trabalho de Mendes (2010), resultados corroboram com os encontrados nesse trabalho, no qual esse efeito significativo apareceu até os 30 dias após o início da brotação (Tabela 3), o que já não ocorreu aos 60 dias (Tabela 5).

Na Tabela 7, é possível observar no experimento com 1 gema, um efeito significativo para a característica número de perfilhos aos 90 dias após o plantio mostrando que gemas oriundas do ápice e aplicação do etefon no sulco de plantio apresentaram maior número médio de colmo. Na Tabela 8, não foi encontrado efeito significativo para o fator posição da gema, mas é possível observar para o método de aplicação do etefon, destacando os tratamentos com aplicação na planta aos 15 dias antes do plantio das gemas e aplicação no sulco, que pode tornar-se uma alternativa para os sistemas de plantio, devido à facilidade de aplicação e sua ação favorável ao perfilhamento da cana-de-açúcar (MARTINS; CASTRO, 1999).

Para a característica diâmetro de perfilhos aos 90 dias após o plantio no experimento com 1 gema, não foi encontrado efeito significativo, porém, no experimento com 2 gemas foi encontrado uma interação significativa entre os fatores, mostrando que gemas procedentes do ápice dos colmos juntamente com o uso da aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio da gema e aplicado no sulco, apresentaram colmos mais espessos, resultados semelhantes aos encontrados por Araujo (2015).

Essa característica está diretamente relacionada do acúmulo de sacarose pelo vegetal, pois maiores diâmetros pode armazenar maior quantidade de açúcar. Pesquisas com o melhoramento da cana-de-açúcar têm buscado nas variedades cultivadas colmos com menores diâmetros e com maiores teores de sacarose, que torna mais eficiente o método de colheita mecanizada, realizada pelo setor sucroenergético (RIPOLI; RIPOLI; CASAGRANDI, 2006).

Nas Tabelas 9 e 10, estão apresentados os valores médios do peso de matéria seca de caule e folhas; peso de matéria seca da raiz; peso de matéria seca total e área foliar dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

Tabela 9: Valores médios do peso de matéria seca de caule e folhas; peso de matéria seca da raiz; peso de matéria seca total e área foliar do experimento com 1 gema aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	**Planta/15DAP**	**Sulco/vasos**	**MFP(F1)**
	Peso de matéria seca de caule e folhas (g)			
Ápice	41,64	46,85	44,71	44,40 a
Meio	34,95	40,53	38,33	37,94 b
Base	26,36	39,62	31,23	32,40 c
MFA(F2)	34,31 B	42,33 A	38,09 AB	
CV (%)		15,67		
DMS F1** e F2**		5,34		
DMS F1xF2		-		
	Peso de matéria seca da raiz (g)			
Ápice	28,04 aA	32,09 aA	33,95 aA	31,36 a
Meio	19,35 bB	26,09 aAB	26,68 bA	24,04 b
Base	16,40 bB	29,86 aA	17,47 cB	21,24 b
MFA(F2)	21,26 B	29,34 A	26,04 A	
CV (%)		18,10		
DMS F1** e F2**		4,12		
DMS F1xF2*		7,14		
	Peso de matéria seca total da planta (g)			
Ápice	69,69	78,95	78,67	75,77 a
Meio	54,30	66,63	65,02	61,98 b
Base	42,76	69,48	48,71	53,65 c
MFA(F2)	55,58 B	71,68 A	64,13 A	
CV (%)		13,87		
DMS F1**e F2**		7,89		
DMS F1xF2		-		
	Área foliar (cm^2)			
Ápice	88653,02	100593,90	105681,60	98309,49 a
Meio	84389,97	99229,97	93243,71	92287,88 a
Base	73286,62	82770,07	89130,63	81729,11 a
MFA(F2)	82109,87 A	94197,96 A	96018,65 A	
CV (%)		20,83		
DMS F e F2		16862,40		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10: Valores médios do peso de matéria seca de caule e folhas; peso de matéria seca da raiz; peso de matéria seca total e área foliar do experimento com 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
	Peso de matéria seca de caule e folhas (g)			
Ápice	58,40	65,32	57,26	60,33 a
Meio	53,92	54,92	53,80	54,22 ab
Base	48,17	57,45	55,57	53,73 b
MFA(F2)	53,50 A	59,23 A	55,54 A	
CV (%)		12,35		
DMS F1* e F2		6,17		
DMS F1xF2		-		
	Peso de matéria seca da raiz (g)			
Ápice	49,78	59,19	54,25	54,41 a
Meio	46,94	50,93	43,17	47,01 ab
Base	39,72	43,67	48,28	43,89 b
MFA(F2)	45,48 A	51,26 A	48,57 A	
CV (%)		23,36		
DMS F1* e F2		10,08		
DMS F1xF2		-		
	Peso de matéria seca (g)			
Ápice	108,18	124,52	111,51	114,74 a
Meio	100,87	105,85	96,97	101,23 b
Base	87,90	101,12	103,85	97,62 b
MFA(F2)	98,98 A	110,50 A	104,11 A	
CV (%)		13,63		
DMS F1**e F2		12,70		
DMS F1xF2		-		
	Área foliar (cm^2)			
Ápice	108693,90	123371,90	113196,70	115087,50 a
Meio	101779,70	122708,50	106769,90	110419,30 a
Base	98650,87	113662,10	136894.90	116402,60 a
MFA(F2)	103041,50 B	119914,10 A	118953,80 AB	
CV (%)		16,03		
DMS F1e F2*		16284,93		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi encontrado efeito significativo para a característica peso de matéria seca de caule e folhas aos 90 dias após o plantio das gemas de cana-de-açúcar (Tabela 9). É possível observar que gemas oriundas do ápice e aplicação do etefon na planta 15 dias antes do plantio apresentaram maior produção de matéria seca de caule e folhas no experimento com 1 gema. Porém, não foi encontrado o mesmo efeito significativo no experimento com 2 gemas para o uso do etefon, esse resultado corrobora aos encontrados por Araujo (2015) quando utilizou o biorregulador cianamida. É possível observar um efeito significativo para o peso de matéria seca de caule e folhas quando gema natural do ápice e meio dos colmos de

cana-de-açúcar apresentou maiores médias. É provável que o etefon tenha induzido o peso de matéria seca.

Esse resultado de peso de matéria seca de caule e folhas está diretamente ligado á produção da cana-de-açúcar nos sistemas de produção, corroborando com Câmara (1993), que cita que esses sistemas buscam alta produtividade; com maior produção de fitomassa por área plantada. Dessa maneira, proporciona maior rendimento agrícola da cultura. Schenato et al. (2007) relatam que esse aumento da matéria seca pode estar associada à maior translocação de nutrientes e carboidratos das folhas para outros órgãos, como ramos, caule e raízes, os quais são redistribuídos para as partes em crescimento no ciclo vegetativo seguinte, um fenômeno comum na cultura da videira.

O peso de matéria seca da raiz no experimento com 1 gema, demonstrado na Tabela 9, apresenta um efeito significativo na interação entre os fatores estudados, é possível observar que gemas oriundas do ápice do colmo e etefon aplicado na planta antes dos 15 dias do plantio apresentaram melhores resultados. Quando ocorre a aplicação do etefon no sulco de plantio nas gemas do ápice do colmo apresentou melhores médias para a característica em destaque.

Esse comportamento de interação entre os fatores não foi observado no experimento com 2 gemas, mas é possível observar um efeito significativo somente no fator posição da gema no colmo, que gemas do ápice do colmo apresentou maior produção de raízes.

Da mesma maneira, que gemas de origem no ápice do colmo proporciona maior produção de matéria seca de caule e folhas devido as suas características morfofisiológicas já apontadas. Os primórdios radiculares também foram influenciados pela disponibilidade de nitrogênio e glicose para o desenvolvimento celular das raízes, e teve uma provável potencialização com o uso do etefon quando aplicado na planta 15 dias antes do plantio (AUDE, 1993). A produção de matéria de massa seca foliar é uma característica que permite entender sobre a translocação orgânica, facilitando o entendimento do desempenho vegetal em termos de produtividade (BARBOSA, 1991) o que deve ser maior em plantas C4.

Para a característica peso de matéria seca total da planta, foi encontrado efeito significativo nos fatores posições da gema no colmo de cana-de-açúcar e com o uso do etefon quando aplicado na planta 15 dias antes do plantio e no sulco. É possível observar que as gemas oriundas do ápice e com o uso do etefon,

apresentaram maiores médias do peso de matéria seca total da planta no experimento com 1 gema aos 90 dias após o plantio. Porém, no experimento com 2 gemas não foi encontrado efeito significativo com o fator uso do etefon, mas quanto ao fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar é possível observar um efeito significativo em que as gemas do ápice dos colmos possibilitou maior produção de matéria seca total da planta.

Maior produção de matéria seca por área cultivada proporciona maior produtividade e pode proporcionar maior produção de sacarose devido ao elevado acúmulo de sacarose nos colmos (CÂMARA, 1993). Segundo Roberto et al. (2015) a fotossíntese e dos teores de carboidratos induzidos por etefom e déficit hídrico na fase de maturação da cana-de-açúcar constaram que na cana-de-açúcar ocorreu o estímulo no acumulo de sacarose no colmo.

No experimento com 1 gema (Tabela 9), não foi encontrado efeito significativo para a característica área foliar aos 90 dias após o plantio, porém, no experimento com 2 gemas foi encontrado apenas efeito significativo no fator uso do etefon (Tabela 10). Observou-se com a aplicação do etefon na planta aos 15 antes do plantio apresentou maiores médias para área foliar. Esses resultados podem estar associados à maior mobilização de nutrientes e carboidratos das folhas (SCHENATO et al., 2007). Dessa maneira, o aumento da área foliar ocorre naturalmente com o crescimento do vegetal.

Nas Tabelas 11 e 12, estão apresentados os índice de clorofila e condutância estomática dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

Tabela 11: Valores médios do índice de clorofila e condutância estomática do experimento com 1 gema aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		Índice de clorofila		
Ápice	16,50	15,80	15,42	15,90 b
Meio	22,96	16,98	17,84	19,26 ab
Base	22,64	20,82	19,46	20,97 a
MFA(F2)	20,70 A	17,86 A	17,57 A	
CV (%)		22,00		
DMS F1**e F2		3,67		
DMS F1xF2		-		
		Condutância estomática (μmol m^{-2} s^{-1})		
Ápice	171,60	166,90	198,70	179,06 a
Meio	219,10	210,30	185,20	204,86 a
Base	184,20	211,60	214,70	203,50 a
MFA(F2)	191,63 A	196,26 A	199,53 A	
CV (%)		37,31		
DMS F1e F2		65,14		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 12: Valores médios do índice de clorofila e condutância estomática do experimento com 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		Índice de clorofila		
Ápice	14,16	13,32	12,83	13,43 a
Meio	10,73	14,78	12,59	12,70 a
Base	9,81	14,11	12,45	12,12 a
MFA(F2)	11,56 A	14,07 A	12,62 A	
CV (%)		24,76		
DMS F1e F2		2,8156		
DMS F1xF2		-		
		Condutância estomática (μmol m^{-2} s^{-1})		
Ápice	286,10	189,20	346,50	273,93 a
Meio	294,30	243,60	333,10	290,33 a
Base	270,20	333,70	270,75	291,55 a
MFA(F2)	283,53 A	255,50 A	316,78 A	
CV (%)		29,47		
DMS F1e F2		74,9491		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

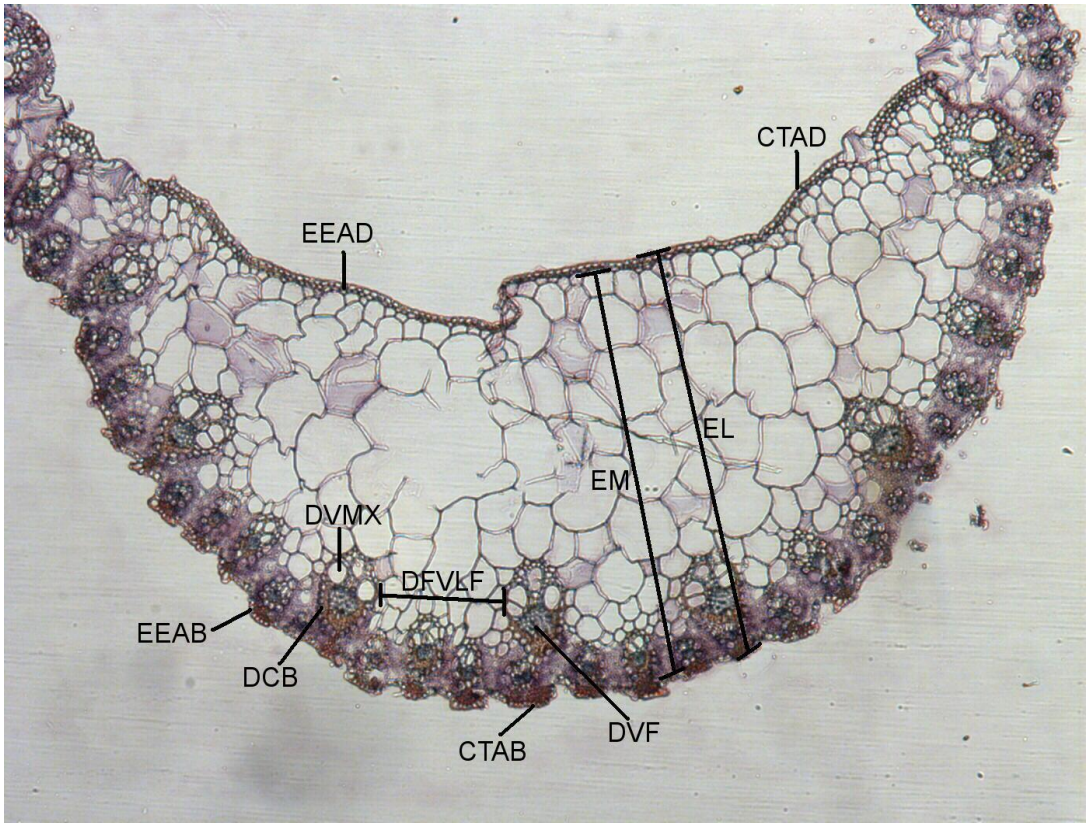
Para a característica índice de clorofila, foi encontrado efeito significativo apenas no fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar no experimento com 1 gema aos 90 dias após o plantio. Observou-se que gemas oriundas da base e do

meio apresentaram maiores médias. Esses resultados não eram esperados, devido à atividade mais intensa nos tecidos mais jovens presentes nas gemas do ápice do colmo de cana-de-açúcar. Esse efeito não foi observado no experimento com 2 gemas, mostrando que não foi significativo os fatores estudados.

É possível observar nas Tabelas 11 e 12 os valores médios de condutância estomática nos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após o plantio das gemas de cana-de-açúcar, não foi encontrado efeito significativo para essa característica.

Na Figura 3, são observados os tecidos mensurados nas análises ultraestruturais foliares de cana-de-açúcar aos 90 dias após a instalação do experimento.

Figura 3 – Nervura central da folha da cana-de-açúcar; 50x.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Nas Tabelas 13 e 14, estão apresentados os valores médios da espessura do limbo (EL); espessura da epiderme da face inferior ou abaxial (EEAB); espessura da epiderme da face superior ou adaxial (EEAD); e espessura do mesofilo (EM) dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

Tabela 13: Valores médios da espessura do limbo (EL); espessura da epiderme da face inferior ou abaxial (EEAB); espessura da epiderme da face superior ou adaxial (EEAD); espessura do mesofilo (EM); do experimento com 1 gema aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	**Planta/15DAP**	**Sulco/vasos**	**MFP(F1)**
		EL (μm)		
Ápice	268,90bA	234,11cA	222,65bA	241,88 c
Meio	285,28bB	359,32bAB	382,49aA	342,36 b
Base	451,24aA	463,10aA	270,88bB	395,07 a
MFA(F2)	335,14 AB	352,18 A	292,00 B	
CV (%)			14,92	
DMS F1**e F2**			43,42	
DMS F1xF2**			75,21	
		EEAB (μm)		
Ápice	16,20	12,91	14,82	14,64 a
Meio	15,44	14,17	13,03	14,21 a
Base	15,77	19,61	14,13	16,50 a
MFA(F2)	15,80 A	15,56 A	13,99 A	
CV (%)			22,80	
DMS F1e F2			3,08	
DMS F1xF2			-	
		EEAD (μm)		
Ápice	18,53	16,32	15,93	16,93 a
Meio	16,00	13,52	12,72	14,08 a
Base	12,77	19,63	15,80	16,07 a
MFA(F2)	15,77 A	16,49 A	14,82 A	
CV (%)			27,70	
DMS F1e F2			3,87	
DMS F1xF2			-	
		EM (μm)		
Ápice	228,06bA	195,95bA	263,44aA	229,15 b
Meio	281,79bA	354,81aA	324,09aA	320,23 a
Base	422,79aA	421,41aA	265,83aB	370,01 a
MFA(F2)	310,88 A	324,06 A	284,45 A	
CV (%)			18,78	
DMS F1**e F2			51,32	
DMS F1xF2**			88,89	

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 14: Valores médios da espessura do limbo (EL); espessura da epiderme da face inferior ou abaxial (EEAB); espessura da epiderme da face superior ou adaxial (EEAD) e espessura do mesofilo (EM) do experimento com 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		EL (μm)		
Ápice	310,11	453,66	408,29	390,69 ab
Meio	344,28	419,41	425,43	396,37 a
Base	276,43	307,71	383,75	322,63 b
MFA(F2)	310,27 B	393,59 A	405,82 A	
CV (%)		21,82		
DMS F1*e F2**		71,9535		
DMS F1xF2		-		
		EEAB (μm)		
Ápice	17,98	17,07	20,31	18,46 a
Meio	15,75	18,41	15,94	16,70 a
Base	19,15	17,34	20,35	18,95 a
MFA(F2)	17,63 A	17,61 A	18,87 A	
CV (%)		26,70		
DMS F1e F2		4,2934		
DMS F1xF2		-		
		EEAD (μm)		
Ápice	20,34	21,08	21,47	20,96 a
Meio	16,60	19,86	17,31	17,92 a
Base	18,92	17,10	21,46	19,16 a
MFA(F2)	18,62 A	19,34 A	20,08 A	
CV (%)		25,83		
DMS F1e F2		4,4575		
DMS F1xF2		-		
		EM (μm)		
Ápice	289,83	396,45	357,31	347,86 a
Meio	307,91	371,05	379,18	352,71 a
Base	233,73	264,72	327,97	275,47 b
MFA(F2)	277,15 B	344,07 AB	354,82 A	
CV (%)		24,60		
DMS F1*e F2*		71,3694		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a característica espessura do limbo foliar (EL) do experimento com 1 gema aos 90 dias após o plantio, foi encontrado um efeito significativo na interação entre os fatores. Para ass gemas do ápice do colmo não houve diferença significativa em relação ao controle quando o Etefon foi aplicado. Para as gemas do meio do colmo, houve diferença significativa em relação ao controle. Para as gemas da base do colmo, a aplicação de etefon no sulco de plantio apresentou significativamente as menores médias (Tabela 13).

Para a mesma característica espessura do limbo foliar (EL), no experimento com 2 gemas, foi encontrado efeito significativo entre os fatores posição da gema no colmo de cana-de-açúcar e com o uso do etefon (Tabela 14). Mostrou que gemas originárias do meio do colmo e aplicando o etefon na planta aos 15 dias antes do plantio ou no sulco de plantio, aprestaram melhores resultados.

Da mesma maneira, McQualter et al. (2014) relatam a importância das células do limbo foliar devido a presença da β-cetotiolase que atuam na produção de polímero nos plastos do mesofilo que maximiza o rendimento dessa organelas.

Para as características espessuras das epidermes abaxiais e adaxiais (EEAB e EEAD) dos experimentos com 1 e 2 gemas, não foram encontrados efeitos significativos entres os fatores (Tabela 13 e 14). Estudos sobre o efeito da giberelina e o etefon realizado por Martins e Castro (1999) afirmaram que o etefon com doses elevadas de 1200 mg L^{-1}, proporcionou alterações epidérmicas em folhas de plantas jovens. Dessa mesma, maneira, Li et al. (2002) observaram alterações nas estruturas epidérmicas foliares de cana-de-açúcar, o que não foi verificado neste trabalho.

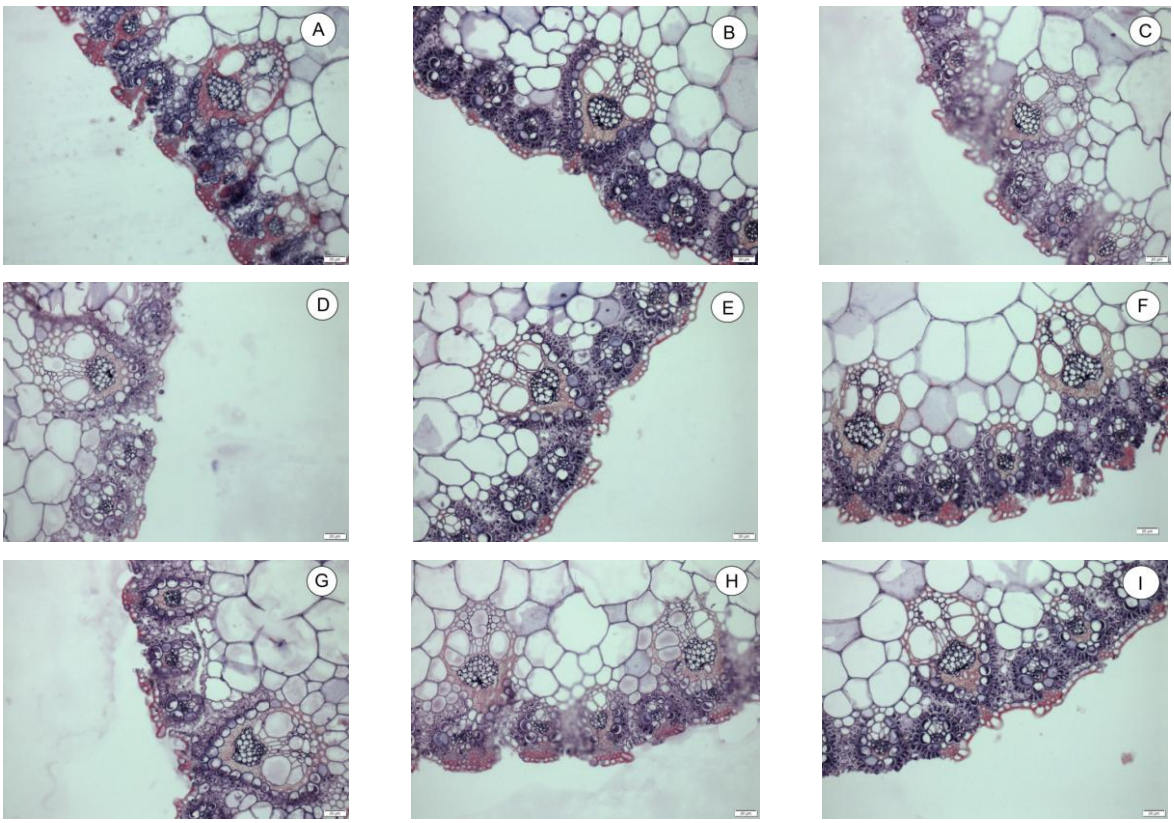
Vale ressaltar que as epidermes desempenham função de revestimento externo do vegetal, que protege seus tecidos internos. Por se tratar de uma um camada simples de células e justapostas, essa característica ajuda no processo de regeneração desse tecido quando submetida a algum dano mecânico ou químico (RAMOS et al. 2014). Segundo Moreira e Isaias (2008) ao estudarem plantas da família Orchidaceae, afirmam que as características anatômicas das epidermes no vegetal podem estar envolvidas com diferentes adaptações aos distintos ambientes durante processo evolutivo. Zhang et al. (2015), quando estudaram estresse hídrico em cana-de-açúcar, concluíram que após o estresse foi observado um aumento na espessura das epidermes da folha, mostrando resistência do vegetal para evitar a perda de água por transpiração.

Para a característica espessura do mesofilo (EM) aos 90 dias após o plantio no experimento com 1 e 2 gemas, foi encontrado efeito significativo de interação entre os fatores estudados. Foi verificado que gema do ápice e do meio do colmo com aplicação do etefon na planta e no sulco apresentaram melhores resultados. Para gema da base do colmo, as melhores médias são encontradas quando houve aplicação do etefon na planta 15 dias antes do plantio é estatisticamente igual com ao controle que não houve a aplica do mesmo.

Gemas da base apresentam maior acúmulo de sacarose, que tonará maior fonte de glicose, posteriormente convertendo em energia para os tecidos em plena divisão celular. Esse processo de conversão de açúcares necessita de uma maior demanda de energia, que a planta deixa de investir no crescimento da parte aérea e na velocidade de emergência conforme relatado por Aude (1993).

No experimento com 1 e 2 gemas, não foi encontrado esse efeito de interação entre os fatores como ocorrido no experimento com 2 gemas para a característica espessura do mesofilo. Mas foi encontrado um efeito significativo para os fatores posição da gema e aplicação do etefon. Novamente os resultados encontrados corroboram com os outros dados já discutidos, nos quais, gemas oriundas do ápice e meio com o uso do etefon proporcionou maior espessura do limbo foliar da cana-de-açúcar Figura 4.

Figura 4 – Morfologia interna da nervura central de folhas da cana-de-açúcar; 400x.



Nota: A – gemas da região apical sem etefon; B – gemas da região apical com aplicação de etefon na planta com quinze dias antes do plantio; C – gemas da região apical com aplicação de etefon no sulco no momento do plantio; D – gemas da região mediana sem etefon; E – gemas da região mediana com aplicação de etefon na planta com quinze dias antes do plantio; F - gemas da região mediana com aplicação de etefon no sulco no momento do plantio; G – gemas da região basal sem etefon; H – gemas da região basal com aplicação de etefon na planta com quinze dias antes do plantio; I – gemas da região mediana com aplicação de etefon no sulco no momento do plantio.
Fonte: elaborada pelo autor.

Nas Tabelas 15 e 16, estão apresentados os valores médios diâmetro dos vasos floemáticos (DVF); diâmetro dos vasos metaxilemáticos (DVMX); espessura da cutícula abaxial (CTAB) e espessura da cutícula adaxial (CTAD) dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após a instalação do experimento.

Tabela 15: Valores médios do diâmetro dos vasos floemáticos (DVF); diâmetro dos vasos metaxilemáticos (DVMX); espessura da cutícula abaxial (CTAB) e espessura da cutícula adaxial (CTAD) do experimento com 1 gema aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	**Planta/15DAP**	**Sulco/vasos**	**MFP(F1)**
		DVF (μm)		
Ápice	7,12	6,42	6,06	6,53 b
Meio	7,68	6,99	7,13	7,27 ab
Base	7,23	9,06	6,93	7,74 a
MFA(F2)	7,34 A	7,49 A	6,71 A	
CV (%)		18,09		
DMS F1*e F2		1,15		
DMS F1xF2		-		
		DVMX (μm)		
Ápice	34,07	33,86	33,56	33,83 a
Meio	29,12	38,31	38,71	35,34 a
Base	32,87	50,53	34,09	39,16 a
MFA(F2)	32,02 A	40,90 A	35,45 A	
CV (%)		28,49		
DMS F1e F2		9,17		
DMS F1xF2		-		
		CTAB (μm)		
Ápice	4,13 aA	3,95 bA	4,64 aA	4,24 b
Meio	4,45 aA	5,53 aA	5,24 aA	5,07 ab
Base	5,51 aAB	6,92 aA	4,84 aB	5,76 a
MFA(F2)	4,70 A	5,47 A	4,98 A	
CV (%)		20,11		
DMS F1**e F2		0,90		
DMS F1xF2*		1,56		
		CTAD (μm)		
Ápice	5,08	5,04	4,94	5,02 a
Meio	4,63	4,96	5,20	4,93 a
Base	5,55	6,17	5,24	5,65 a
MFA(F2)	5,08 A	5,39 A	5,12 A	
CV (%)		16,34		
DMS F1e F2		0,75		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 16: Valores médios do diâmetro dos vasos floemáticos (DVF); diâmetro dos vasos metaxilemáticos (DVMX); espessura da cutícula abaxial (CTAB) e espessura da cutícula adaxial (CTAD) do experimento com 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		DVF (μm)		
Ápice	8,55 aA	7,44 bA	9,14 aA	8,38 a
Meio	8,31 aAB	10,21 aA	6,32 bB	8,28 a
Base	6,88 aA	6,87 bA	7,26 abA	7,00 a
MFA(F2)	7,91 A	8,17 A	7,57 A	
CV (%)		21,63		
DMS F1e F2		1,5216		
DMS F1xF2*		2,6356		
		DVMX (μm)		
Ápice	34,66	41,41	42,74	39,60 a
Meio	34,56	36,71	36,56	35,94 a
Base	33,93	37,31	44,39	38,54 a
MFA(F2)	34,38 A	38,48 A	41,23 A	
CV (%)		26,92		
DMS F1e F2		9,1298		
DMS F1xF2		-		
		CTAB (μm)		
Ápice	5,40	6,39	6,54	6,11 a
Meio	4,79	5,99	5,48	5,42 a
Base	5,17	5,74	7,28	6,06 a
MFA(F2)	5,12 B	6,04 AB	6,43 A	
CV (%)		20,54		
DMS F1e F2*		1,0751		
DMS F1xF2		-		
		CTAD (μm)		
Ápice	5,95	7,05	7,21	6,74 a
Meio	5,41	6,11	6,11	5,88 a
Base	5,52	6,04	6,63	6,07 a
MFA(F2)	5,63 A	6,40 A	6,65 A	
CV (%)		24,18		
DMS F1e F2		1,3434		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 15, é possível observar um efeito significativo na característica diâmetro dos vasos floemáticos no experimento com 1 gema aos 90 dias após o plantio. Esse resultado demonstra que gemas oriundas da base apresentaram melhores resultados e não foi encontrado efeito significativo no fator uso do etefon. No entanto, no experimento com 2 gemas, foi encontrado um efeito de interação entre os fatores. Mostrou que, com plantio de gemas do ápice, independentes do uso do etefon não apresentaram efeito significativo, mas gemas do meio do colmo

com aplicação do etefon aos 15 dias antes do plantio seguidos do controle que apresentaram melhores diâmetros. Dessa maneira, os dados deste experimento demonstram o não uso do etefon. Para gemas da base é indiferente o uso ou não do etefon.

Quando é considerado o não uso do etefon (controle), as posições da gema no colmo não apresentam diferenças significativas. Com a aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio, gemas do meio do colmo apresentam melhores diâmetros dos vasos floemáticos, porém, quando aplicamos o etefon no sulco gemas do ápice e base apresentam melhores respostas para essa característica.

O uso do etefon não influenciou no diâmetro dos vasos floemáticos. A ação do etileno dentro das plantas não está bem definida, principalmente suas rotas metabólicas conforme descrito no esquema proposto por Wang; Li e Ecker (2002). Dos vasos floemáticos por se tratarem de um tecido que atua diretamente na translocação de seiva metabolizada das folhas para outras regiões no vegetal (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009; GLORIA; GUERREIRO, 2012) era esperada a ação do etefon no seu diâmetro, o que não ocorreu de uma maneira mais acentuada.

Nos experimentos com 1 e 2 gemas, aos 90 dias após a instalação do experimento, não foi encontrado efeito significativo entre os efeitos estudados para a característica diâmetro dos vasos metaxilemáticos.

Segundo Pereira (2010), ao estudarem os efeitos de fitohormônios em cana-de-açúcar observou que houve um aumento no número de metaxilemas nos feixes vasculares de raiz em plantas jovens, o que pode ter ajudado na maior sobrevivência de perfilhos, e poderia ter proporcionado em um maior número de colmo na colheita. Todavia para a característica espessura da cutícula abaxial no experimento com 1 gema aos 90 dias após o plantio, é possível observar um efeito significativo de interação entre os fatores. Quando consideramos gemas do ápice do colmo o efeito da aplicação do etefon não se diferiu com o controle, da mesma maneira ocorreu com as gemas do meio dos colmos.

Para gemas da base do colmo a aplicação do etefon aos 15 dias antes do plantio, apresentaram melhores resultados juntamente com o controle. Dessa maneira é recomendado o não uso do etefon devido aos valores econômicos do produto aplicado. Quando consideramos a não utilização do produto (controle) a posição das gemas não se diferem estatisticamente. Para aplicação do etefon na

planta aos 15 dias antes do plantio das gemas, é recomendada a utilização das gemas do meio e base do colmo de cana-de-açúcar. Na situação de aplicação do etefon no sulco de plantio, as posições da gema no colmo não apresentam diferença significativa.

No experimento com 2 gemas aos 90 dias após o plantio, foi encontrado efeito significativo apenas no fator aplicação do etefon na característica espessura da cutícula abaxial, destacando o modo de aplicação do etefon no sulco de plantio em seguida aplicação na planta aos 15 dias antes do plantio das gemas que apresentaram melhores espessuras de cutícula abaxial.

Para a característica espessura da cutícula adaxial nos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após o plantio, não foi encontrado efeito significativo entre os fatores estudados (Tabela 16). Os dados corroboram que a composição química da cutícula pode variar, mas com predominância de cutina e a cera. A cutina é um biopoliéster insolúvel, de elevado grau de entrecruzamento entre os ácidos graxos hidroxilados de cadeia longa que os compõem, enquanto a cera apresenta-se embebida nesse polímero ou depositada no exterior da cutícula. Pode ocorrer a sua deposição em camadas ou em placas; a cera desempenha a função de barreira protetora contra as perdas de água pela transpiração; a ação de patógenos; as radiações solares e na absorção foliar de produtos químicos e contaminantes o que corroboram com Ferreira, et al. 2005; Ferreira, et al. 2007. Mesmo Li e Solomon (2003) afirmam que doses acima de 300 mg L^{-1} ocasiona a curto tempo uma diminuição no crescimento dos colmos, porém a longo prazo aumento acúmulo de silício nas estruturas da epiderme e proporciona uma maior expansão foliar.

Os valores médios de diâmetro das células da bainha (DCB) e distância entre os feixes vasculares no limbo foliar (DFVLF), dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento, estão apresentados nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17: Valores médios do diâmetro das células da bainha (DCB) e distância entre os feixes vasculares no limbo foliar (DFVLF), do experimento com 1 gema aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		DCB (μm)		
Ápice	18,70	16,48	18,34	17,84 a
Meio	17,78	15,88	15,32	16,32 a
Base	16,38	26,08	18,77	20,41 a
MFA(F2)	17,62 A	19,48 A	17,47 A	
CV (%)		27,81		
DMS F1e F2		4,51		
DMS F1xF2		-		
		DFVLF (μm)		
Ápice	43,04	46,62	48,48	46,05 a
Meio	39,56	48,14	43,61	43,67 a
Base	50,14	43,90	41,17	45,07 a
MFA(F2)	44,25 A	46,22 A	44,42 A	
CV (%)		22,26		
DMS F1e F2		8,92		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 18: Valores médios do diâmetro das células da bainha (DCB) e distância entre os feixes vasculares no limbo foliar (DFVLF), do experimento com 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		DCB (μm)		
Ápice	20,98	23,22	25,16	23,12 a
Meio	17,89	17,95	20,82	18,88 a
Base	21,46	21,67	25,88	23,00 a
MFA(F2)	20,11 A	20,95 A	23,95 A	
CV (%)		25,74		
DMS F1e F2		4,9740		
DMS F1xF2		-		
		DFVLF (μm)		
Ápice	51,97	52,23	65,83	56,68 a
Meio	46,12	53,86	53,81	51,27 a
Base	57,14	54,47	53,12	54,91 a
MFA(F2)	51,74 A	53,52 A	57,59 A	
CV (%)		17,69		
DMS F1e F2		8,5653		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

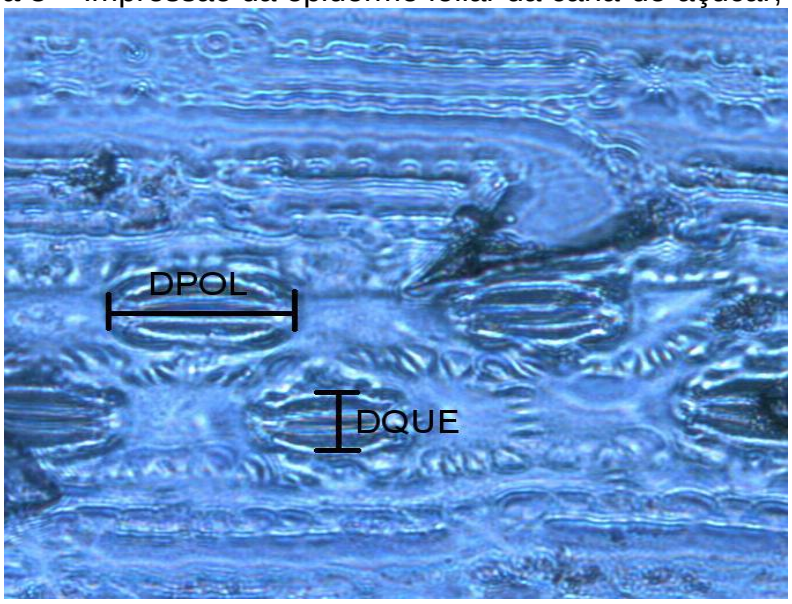
Para a característica diâmetro das células da bainha dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após plantio, não foi encontrado efeito significativo entre os fatores estudados. As reações bioquímicas da fixação de carbono pelos vegetais C4

ocorrem nas células da bainha (SOUZA; MORAES; RIBEIRO, 2005); devido à maior concentração de carbono presente no interior do seu citoplasma, e apresentam células da bainha bem desenvolvidas que proporcionam maior fixação de carbono através dos processos fotoquímicos da fotossíntese juntamente com a ação da molécula da rubisco (TAIZ; ZEIGER, 2013; TOBIN, 1992), o que pode explicar os dados obtidos (CHANG e WILLIANS, 2016).

Nas Tabelas 17 e 18, é possível observar que para a característica distância entre os feixes vasculares no limbo foliar, nos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após o plantio, não foi encontrado efeito significativo entre os fatores. Para Castro; Pereira; Paiva, (2009) o índice de vulnerabilidade vascular do vegetal está inversamente proporcional à distância dos feixes vasculares das folhas, quando apresenta maior distância entre os feixes menor a vulnerabilidade vascular. O valores médios encontrados da distância entre os feixes vasculares são semelhantes aos encontrados por Ramos et al. (2014) quando estudaram morfologia foliares de cultivares de cana-de-açúcar.

Na Figura 5, observa-se a impressão da epiderme abaxial da cana-de-açúcar aos 90 dias após a instalação dos experimentos.

Figura 5 – Impressão da epiderme foliar da cana-de-açúcar; 400x.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Nas Tabelas 19 e 20, estão apresentados os valores médios do número de estômatos por mm^2 na face inferior ou abaxial (NEAB); número de estômatos por

mm^2 na face superior ou adaxial (NEAD); número de células epidérmicas abaxiais por mm^2 (NCEAB) e número de células epidérmicas adaxiais por mm^2 (NCEAD) dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

Tabela 19: Valores médios do número de estômatos por mm^2 na face inferior ou abaxial (NEAB); número de estômatos por mm^2 na face superior ou adaxial (NEAD); número de células epidérmicas abaxiais por mm^2 (NCEAB) e número de células epidérmicas adaxiais por mm^2 (NCEAD) do experimento com 1 gema aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	**Planta/15DAP**	**Sulco/vasos**	**MFP(F1)**
		NEAB (mm^2)		
Ápice	179,91	180,13	160,60	173,54 a
Meio	166,17	176,23	159,93	167,44 a
Base	155,38	180,22	166,85	167,49 a
MFA(F2)	167,16 AB	178,86 A	162,46 B	
CV (%)		9,01		
DMS F1e F2*		13,62		
DMS F1xF2		-		
		NEAD (mm^2)		
Ápice	90,31bA	99,90aA	103,17aA	97,79 a
Meio	100,97abA	88,17aA	95,47aA	94,87 a
Base	112,75aA	93,85aA	70,13bB	92,24 a
MFA(F2)	101,34 A	93,97 A	89,59 A	
CV (%)		14,19		
DMS F1e F2		12,01		
DMS F1xF2**		20,80		
		NCEAB (mm^2)		
Ápice	297,63 aAB	286,83 aB	356,03 aA	313,50 a
Meio	329,43 aA	316,50 aAB	263,77 bB	303,23 a
Base	294,82 aA	286,30 aA	323,94 abA	301,69 a
MFA(F2)	307,30 A	296,55 A	314,58 A	
CV (%)		13,08		
DMS F1e F2		35,6927		
DMS F1xF2**		61,8216		
		NCEAD (mm^2)		
Ápice	106,57	90,36	98,68	98,54 a
Meio	91,43	93,21	88,15	90,93 a
Base	88,07	67,44	81,92	79,14 b
MFA(F2)	95,36 A	83,67 B	89,58 AB	
CV (%)		13,26		
DMS F1**e F2*		10,5867		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 20: Valores médios do número de estômatos por mm^2 na face inferior ou abaxial (NEAB); número de estômatos por mm^2 na face superior ou adaxial (NEAD); número de células epidérmicas abaxiais por mm^2 (NCEAB) e número de células epidérmicas adaxiais por mm^2 (NCEAD) do experimento com 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	**Planta/15DAP**	**Sulco/vasos**	**MFP(F1)**
		NEAB (mm^2)		
Ápice	187,90 aB	190,36 aB	249,12 aA	209,13 a
Meio	167,94 aA	152,68 bA	160,73 cA	160,45 c
Base	173,55 aB	211,70 aA	186,02 bB	190,42 b
MFA(F2)	176,46 B	184,91 B	198,63 A	
CV (%)		7,64		
DMS F1**e F2**		12,7140		
DMS F1xF2**		22,0214		
		NEAD (mm^2)		
Ápice	105,32 bA	103,66 aA	116,26 aA	108,41 a
Meio	110,27 abA	93,59 aA	98,56 abA	100,81 a
Base	125,74 aA	103,39 aB	81,77 bC	103,63 a
MFA(F2)	113,77 A	100,21 B	98,86 B	
CV (%)		11,96		
DMS F1e F2**		11,12594		
DMS F1xF2**		19,2707		
		NCEAB (mm^2)		
Ápice	423,47 aA	358,15 aB	383,49 aAB	388,37 a
Meio	359,28 bA	349,92 aA	326,14 bA	345,11 b
Base	299,51 cB	361,25 aA	338,06 abAB	332,94 b
MFA(F2)	360,75 A	356,44 A	349,23 A	
CV (%)		9,89		
DMS F1**e F2		31,3581		
DMS F1xF2**		54,3138		
		NCEAD (mm^2)		
Ápice	222,41	235,08	199,15	218,88 a
Meio	240,64	215,50	215,17	223,77 a
Base	209,65	226,82	230,59	222,35 a
MFA(F2)	224,23 A	225,80 A	214,97 A	
CV (%)		17,21		
DMS F1e F2		34,0192		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a característica número de estômatos por mm^2 (NEAB), no experimento com 1 gema aos 90 dias após o plantio, foi encontrado um efeito significativo somente no fator aplicação do etefon, mostra que a aplicação na planta aos 15 dias antes do plantio e seguido do controle apresentaram melhores resultados. Devido à igualdade estatística entre os fatores não houve efeito da aplicação do efeton.

No experimento com 2 gemas, foi encontrado um efeito significativo de interação entre os fatores. Quando é considerada a posição da gema no ápice do

colmo os melhores resultados foram encontrados quando ocorre aplicação do etefon no sulco de plantio; quanto à posição da gema no meio do colmo, não foi encontrado efeito quanto à aplicação do etefon, para a gema da base do colmo foi melhor o uso do etefon quando aplicado na planta 15 dias antes do plantio.

Não foi encontrado efeito significativo da posição da gema no colmo; mas quando ocorre aplicação do etefon na planta 15 dias antes do plantio, as gemas originárias do ápice e base apresentam maior número de estômatos por mm^2 na epiderme abaxial; no entanto, já para o uso do etefon no sulco de plantio, foi melhor nas gemas do ápice do colmo da cana-de-açúcar.

Para a característica número de estômatos por mm^2 na epiderme adaxial (NEAD), no experimento com 1 gema, foi encontrado efeito significativo para interação entre os fatores (Tabela 19). Quando foi considerado o fator posição da gema no colmo, foi possível observar que as gemas originárias do ápice e do meio do colmo de cana-de-açúcar não sofreram efeito quanto ao uso do etefon; mas para gema da base do colmo e com aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio juntamente com o controle, apresentaram melhores médias de número de estômatos por mm^2 na epiderme adaxial.

No controle, ou seja, sem o uso do etefon quando foi utilizadas gemas da base seguida pela gema do meio do colmo apresentaram melhores valores para número de estômato por mm^2 na epiderme adaxial aos 90 dias após o plantio. Quando foi aplicado o etefon na planta 15 antes do plantio, não foi encontrado efeito na posição da gema no colmo de cana-de-açúcar; porém, quando foi utilizado o etefon no sulco de plantio, as gemas originárias do ápice e do meio do colmo apresentaram melhores médias para a referida característica.

No experimento com 2 gemas, também foi encontrado o efeito significativo na interação entre os fatores (Tabela 20). Quanto à posição da gema no colmo, as gemas do ápice e do meio do colmo não sofreram efeito da aplicação do etefon; porém, para as gemas da base do colmo, o controle apresentou melhores médias para a característica número de estômatos por mm^2 na epiderme adaxial (NEAD) aos 90 dias após o plantio.

O não uso do etefon, ou seja, o controle mostrou que gemas da base seguida do meio do colmo de cana-de-açúcar; apresentaram melhores médias para a mesma característica número de células epidérmicas abaxial (NCEAB). Quando foi aplicado o etefon na planta aos 15 dias antes do plantio a posição da gema, não diferiu

estatisticamente. Embora, de maneira geral, proporcionou uma homogeneidade na característica número de estômatos por mm^2 na epiderme adaxial. Esse mesmo comportamento não foi encontrado quando aplicado etefon no sulco de plantio, demonstrando que gemas do ápice seguido do meio do colmo da cana-de-açúcar mostraram melhores médias para a característica em questão.

Para a característica número de células epidérmicas abaxiais (NCEAB) por mm^2 no experimento com 1 gema aos 90 dias após o plantio, foi encontrado um efeito significativo de interação entre os fatores (Tabela 19). Verificou-se que, quando utilizada a gema do ápice com aplicação do etefon no sulco seguida pelo controle, apresentaram melhores resultados para a característica em destaque. Esse mesmo comportamento dos dados não foi encontrado com gema do meio do colmo, onde é possível observar que o tratamento controle seguida da aplicação do etefon na planta apresentaram melhores resultados. E gema da base não foi encontrado o efeito significativo entre o fator aplicação do etefon.

Para a mesma característica em destaque, o controle e com aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio não foi encontrado o efeito significativo quanto à posição da gema no colmo. Quando houve aplicação do etefon no sulco de plantio o fator posição da gema no colmo foi significativo, mostrando que gemas originárias do ápice seguidas pela base do colmo mostraram maior número de células epidérmicas abaxiais por mm^2, esses resultados corroboram com as informações de Aude (1993).

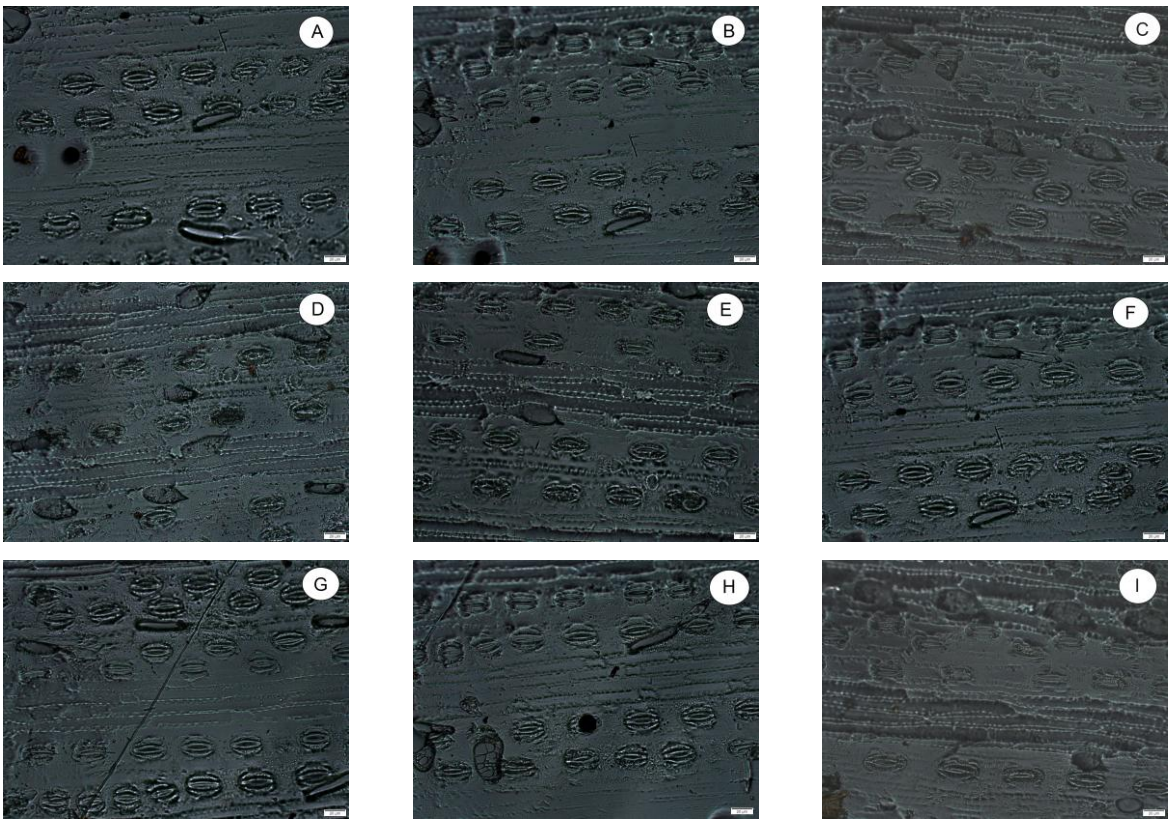
O mesmo efeito significativo de interação entre os fatores foi observado no experimento com 2 gemas, para a característica número de células epidérmicas abaxiais por mm^2 aos 90 dias após o plantio. Quando foi utilizada a gema do ápice do colmo juntamente com o controle e seguida pela aplicação do etefon no sulco, observam-se melhores médias. Quanto à origem da gema no meio do colmo não foi influenciada pelo uso do etefon. Porém, para gemas da base do colmo juntamente com aplicação na planta seguida com a aplicação no sulco de plantio apresentaram melhores médias para a característica em questão.

A não aplicação do etefon, ou seja, o controle e com gemas do ápice apresentaram melhores médias para a característica número de células epidérmicas abaxiais. Com a aplicação do etefon na planta aos 15 dias após o plantio novamente a posição das gemas, não foi encontrado efeito significativo na característica em

destaque. Porém, para a aplicação do etefon no sulco de plantio novamente gemas do ápice apresentaram maiores médias.

Para a característica número de células epidérmicas adaxiais (NCEAD) por mm^2 no experimento com 1 gema, foi encontrado efeito significativo no fator posição da gema no colmo e no modo de aplicação de aplicação do etefon conforme demonstrado na Tabela 19. É possível observar que gemas do ápice e do meio do colmo apresentaram maiores médias; e também o controle e com aplicação do etefon no sulco de plantio respectivamente apresentaram melhores resultados, portanto, os dados não mostraram resposta com o uso do Etefon, é recomendado a repetição de novos trabalhos. No entanto, no experimento com 2 gemas não foi encontrado efeito significativo entre os fatores estudados conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Impressão da epiderme de folhas da cana-de-açúcar; 400x.



Nota: A – gemas da região apical sem etefon; B – gemas da região apical com aplicação de etefon na planta com quinze dias antes do plantio; C – gemas da região apical com aplicação de etefon no sulco no momento do plantio; D – gemas da região mediana sem etefon; E – gemas da região mediana com aplicação de etefon na planta com quinze dias antes do plantio; F - gemas da região mediana com aplicação de etefon no sulco no momento do plantio; G – gemas da região basal sem etefon; H – gemas da região basal com aplicação de etefon na planta com quinze dias antes do plantio; I – gemas da região mediana com aplicação de etefon no sulco no momento do plantio.
Fonte: Elaborada pelo autor.

As características número de células e estômatos nas epidermes estão diretamente ligadas à característica densidade estomática conforme proposto por Castro; Pereira; Paiva, (2009). O maior número de estômatos em relação ao número de células epidérmicas apresenta maior densidade, o que pode contribuir em maior eficiência na absorção do carbono pelas folhas.

Os valores médios da funcionalidade estomática ou relação da face inferior ou abaxial (FUNEAB); funcionalidade estomática ou relação da face superior ou adaxial (FUNEAD); índice estomático da face inferior ou abaxial (IEAB); e índice estomático da face superior ou adaxial (IEAD) dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento, estão apresentados nas Tabelas 21 e 22.

Tabela 21: Valores médios da funcionalidade estomática ou relação da face inferior ou abaxial (FUNEAB); funcionalidade estomática ou relação da face superior ou adaxial (FUNEAD); índice estomático da face inferior ou abaxial (IEAB) e índice estomático da face superior ou adaxial (IEAD)do experimento com 1 gema aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	**Planta/15DAP**	**Sulco/vasos**	**MFP(F1)**
		FUNEAB		
Ápice	2,10	2,30	2,13	2,18 a
Meio	2,03	2,07	2,18	2,10 a
Base	2,07	2,28	2,14	2,16 a
MFA(F2)	2,07 A	2,22 A	2,15 A	
CV (%)		8,00		
DMS F1e F2		0,1533		
DMS F1xF2		-		
		FUNEAD		
Ápice	2,07	2,11	2,05	2,08 a
Meio	2,23	1,91	2,10	2,08 a
Base	2,05	1,98	2,03	2,02 a
MFA(F2)	2,11 A	2,00 A	2,02 A	
CV (%)		9,64		
DMS F1e F2		0,1772		
DMS F1xF2		-		
		IEAB		
Ápice	37,78 aA	38,93 aA	31,23 bB	35,98 a
Meio	33,81 aA	36,08 aA	37,77 aA	35,88 a
Base	34,71 aA	38,61 aA	33,95 abA	35,76 a
MFA(F2)	35,43 AB	37,87 A	34,32 B	
CV (%)		10,68		
DMS F1*e F2*		3,4166		
DMS F1xF2*		5,9178		
		IEAD		
Ápice	38,02	33,47	39,63	37,04 ab
Meio	39,57	43,14	37,74	40,15 a
Base	34,78	29,30	37,75	33,94 b
MFA(F2)	37,46 A	35,30 A	38,37 A	
CV (%)		14,18		
DMS F1*e F2		4,6856		
DMS F1xF2		-		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 22: Valores médios da funcionalidade estomática ou relação da face inferior ou abaxial (FUNEAB); funcionalidade estomática ou relação da face superior ou adaxial (FUNEAD); índice estomático da face inferior ou abaxial (IEAB) e índice estomático da face superior ou adaxial (IEAD) do experimento com 2 gemas aos 90 dias após instalação do experimento.

	Controle	Planta/15DAP	Sulco/vasos	MFP(F1)
		FUNEAB		
Ápice	2,02 bA	1,89 bA	2,06 bA	1,99 b
Meio	2,31 aA	2,30 aA	2,30 abA	2,30 a
Base	2,27 abA	1,87 bB	2,38 aA	2,17 a
MFA(F2)	2,20 A	2,02 B	2,24 A	
CV (%)		8,29		
DMS F1**e F2**		0,1595		
DMS F1xF2*		0,2764		
		FUNEAD		
Ápice	1,88	1,94	2,05	1,96 a
Meio	2,05	2,04	1,96	2,02 a
Base	1,94	2,07	2,04	2,02 a
MFA(F2)	1,96 A	2,02 A	2,02 A	
CV (%)		9,89		
DMS F1e F2		0,1765		
DMS F1xF2		-		
		IEAB		
Ápice	30,75 bC	34,61 aB	39,38 aA	34,91 a
Meio	31,86 bA	30,39 bA	33,43 bA	31,89 b
Base	36,68 aA	37,04 aA	35,67 abA	36,46 a
MFA(F2)	36,10 B	34,01 AB	36,16 A	
CV (%)		7,18		
DMS F1**e F2**		2,2056		
DMS F1xF2**		3,8202		
		IEAD		
Ápice	32,56 aA	29,47 aA	36,93 aA	32,99 a
Meio	31,69 aA	30,13 aA	31,96 abA	31,26 a
Base	37,66 aA	31,61 aAB	26,73 bB	33,00 a
MFA(F2)	33,97 A	30,41 A	31,87 A	
CV (%)		15,90		
DMS F1e F2		4,5480		
DMS F1xF2*		7,8774		

Nota: Médias minúsculas seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Médias maiúsculas seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01≤p<0,05). **Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01). MFA – Média do fator aplicação do etefon. MFP – Média do fator posição da gema no colmo de cana-de-açúcar. DAP – Dias após a aplicação. Fonte: Elaborada pelo autor.

Para a característica funcionalidade estomática da face abaxial (FUNEAB) do experimento com 1 gema aos 90 dias após o plantio, não foi encontrado efeito significativo entre os fatores (Tabela 21); porém é possível observar um efeito de interação entre os fatores no experimento com 2 gemas (Tabela 22).

No experimento com 2 gemas, quando referimos às gemas do ápice e do meio do colmo, juntamente com o fator aplicação de etefon, não foi encontrado efeito significativo para o fator etefon; porém, para gema da base do colmo com o

uso do etefon ou não no sulco de plantio, foi encontrado efeito significativo entre eles; mostrando que devido ao valor econômico é inviável o uso do mesmo.

Quando foi considerado o controle, ou seja, o não uso do etefon com gemas originárias do meio em seguida gema da base do colmo apresentaram melhores funcionalidade estomática da face abaxial; quando ocorre a aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio com gema do meio do colmo, demonstrou-se melhores respostas da referida característica; para aplicação do etefon no sulco de plantio com gemas da base em seguida gema do meio do colmo apresentaram melhores médias para funcionalidade.

Não foi encontrado efeito significativo para a característica funcionalidade estomática da face adaxial (FUNEAD) dos experimentos com 1 e 2 gemas aos 90 dias após o plantio. Esse resultado não era esperado; devido à posição da epiderme na folha, ela consequentemente recebeu primeira a calda do etefon aplicada, dessa maneira eram esperados maiores efeitos do ingrediente ativo do produto aplicado na epiderme da face adaxial.

Pode ser entendido que quanto maior a funcionalidade estomática, melhores rendimentos fotossintéticos terão os vegetais, devido à maior abertura do ostíolo do estômato, que proporcionalmente ocorre maior troca gasosa (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009) que dessa maneira, pode possibilitar o maior acúmulo de carbono na matéria verde do vegetal. Esses valores são semelhantes aos encontrados por Ribeiro et al. (2012), quando estudaram cultivares de mandiocas com tolerância ao estresse hídrico, da mesma maneira Oliveira e Miglioranza (2013) e Oliveira e Miglioranza (2014) também estudando espécies de mandioca, observaram valores semelhantes aos demais trabalhos. Isso mostra que mesmo em espécies diferentes o desenvolvimento estomático são semelhantes, e podem apresentar o mesmo índice da funcionalidade estomática.

Para a característica índice estomático da face abaxial (IEAB), foram encontrados efeitos significativos de interação entre os fatores nos dois experimentos, com 1 e 2 gemas aos 90 dias após o plantio.

No experimento com 1 gema, quando é utilizado gema do ápice juntamente com e sem o uso do etefon na planta 15 dias antes do plantio, foi encontrado maiores índices estomáticos na face abaxial da folha de cana-de-açúcar; porém para gemas oriundas do meio e base do colmo de cana-de-açúcar, não foi encontrado efeito significativo com o fator uso do etefon. Quando é considerado o efeito do uso

ou não do etefon como fator principal, o controle e aplicação do etefon aos 15 dias antes do plantio, juntamente com as posições das gemas no colmo não foram encontrados efeitos significativos. Mas é possível observar efeito significativo da posição da gema quando foi utilizado o etefon no sulco de plantio, dessa maneira gemas do meio seguida da base do colmo de cana-de-açúcar apresentaram melhores índices estomáticos na face abaxial (Tabela 21).

Tratando-se do efeito de interação dos fatores estudados, no experimento com 2 gemas a mesma característica em questão, ou seja, índice estomático na face abaxial; as gemas do ápice juntamente com a aplicação do etefon no sulco de plantio apresentaram maiores médias, o que não ocorreu com as gemas do meio e base do colmo de cana-de-açúcar. Quando é considerado fator uso do etefon, no controle as gemas do meio e base do colmo apresentaram melhores índices. Porém, para aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio e aplicação no sulco as gemas do ápice e base, apresentam maiores médias para o índice estomático na face abaxial.

No experimento com 1 gema, foi encontrado efeito significativo somente na posição da gema no colmo, para a característica índice estomático na face adaxial (IEAD) aos 90 dias após o plantio da cana-de-açúcar (Tabela 21). Observa-se que gema do ápice seguida de gema meio do colmo apresentaram melhores índices estomáticos.

Já no experimento com 2 gemas, foi encontrado um efeito significativo de interação entre os fatores (Tabela 22). Observa-se que gemas do ápice e do meio do colmo de cana-de-açúcar com o uso ou não do etefon não alterou o índice estomático na face adaxial da folha. Porém, as gemas da base do colmo e o controle posteriormente com aplicação do etefon na planta apresentaram melhores índices estomáticos, dessa forma o não uso do etefon torna uma atividade mais econômica.

Quando consideramos o fator o uso do etefon, o controle juntamente com a aplicação do etefon na planta aos 15 dias antes do plantio, não foi observado uma diferença no índice estomático devido às posições das gemas no colmo de cana-de-açúcar. No entanto, quando é aplicado o etefon no sulco de plantio as gemas originárias do ápice e do meio do colmo, apresentaram maiores índices estomáticos na face adaxial nas folhas de cana-de-açúcar.

Os valores médios encontrados para índice estomático foram inferiores aos encontrados por Pincelli e Silva (2012) estudando as alterações morfológicas foliares

em cultivares de cana-de-açúcar submetida ao estresse hídrico, os autores destacam que, nas cultivares tolerantes, a deficiência hídrica promoveu menor dano no número de folhas verdes e na área foliar, e também promoveu o aumento no índice estomático (CHANG e WILLIANS, 2016). Esses valores médios são semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2012). Segundo Kouwenberg et al. (2004), a densidade estomática de uma folha ocorre através do processo de crescimento das folhas e mesmo em sua quantidade nas espécies vegetais, além de alguns fatores externo como diferenças na intensidade luminosa e a disponibilidade hídrica afetam essa quantidade.

5 CONCLUSÕES

O uso etefon na planta 15 dias antes do plantio, juntamente com minirrebolos oriundos do ápice dos colmos de cana-de-açúcar, apresentaram melhores resultados para IVE; número de perfilhos; área foliar; peso de matéria seca de caule e folhas e área foliar.

O uso etefon e posições dos minirrebolos nos colmos de cana-de-açúcar não influenciaram no Índice de clorofila e Condutância estomática.

O uso etefon na planta 15 dias antes do plantio, juntamente com minirrebolos oriundos do ápice seguido do meio dos colmos de cana-de-açúcar, apresentaram melhores resultados para as características ultraestruturais foliares da cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA AGRICULTURA - AGRIANUAL. São Paulo: FNP, n. 20, abr. 2015.

ANDRADE, J. da S. C. de O.; COELHO JÚNIOR, J. M. Avaliação do desempenho agroindustrial de famílias da série RB07 na fase inicial de seleção em cana-de-açúcar. **Revista GEAMA**, Recife, v. 2, n. 1, p. 90-115, jul./set. 2015.

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.

AUDE, M. I. da S. Estágios de desenvolvimento da cana-de-açúcar e suas relações com a produtividade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 241-248, maio/ago. 1993.

BRESSIANI, J. A. **Herdabilidade e repetibilidade na cultura da cana-de-açúcar**. 1993. 66 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1993.

BARBOSA, D. C. A. Crescimento de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (Leguminosae – Mimosoideae). **Phyton,** Vicente Lopez, v. 52, n. 1, p. 51-62, 1991.

BEAUCALIR, E. G. F.; SCARPARI, M. S. Noções fitotécnicas. In: RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDI, D. V. (Org). **Plantio de cana-de-açúcar:** estado da arte. Piracicaba: Livroceres, 2006. v. 1, p. 80-91.

BERTOLINO, C. B; ALVES, P. L. da C. Seletividade de herbicidas para cana-de-açúcar no sistema Plene® em pré e pós-emergência. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, DF, v. 13, n. 2, p. 197-206, 2014.

BRODRIBB, T. J.; HOLBROOK, N.M. Stomatal closure during leaf dehydration, correlation with other leaf physiological traits. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 132, n. 4, p. 2166-2173, 2003.

CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G. M. S. **Produção da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1993. p. 31-64.

CAPUANI, S.; RIGON, J. P. G.; BRITO NETO, J. F. de; BELTRÃO, N. J. E. de M.; ALMEIDA, D. Índice de clorofila durante o desenvolvimento da mamoneira sob adubação nitrogenada e silicatada. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 656-662, 2011.

CARLQUIST, S. **Ecological strategies of xylem evolution.** Berkeley: University of California, 1975. 259 p.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157 p.

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. Efeitos da luminosidade e da temperatura na fotossíntese e produção e acúmulo de sacarose e amido na cana-de-açúcar. **STAB**: **açúcar, álcool e subprodutos,** Piracicaba, v. 20, n. 5, p. 32-33, 2002.

CASTRO, P. R. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: MENDONÇA, A.F. **Cigarrinhas da cana-de-açúcar:** controle biológico. Maceió: Insecta, 2005. p. 3-48.

CASTRO, P. R. C.; OLIVEIRA, D. A.; PANINI, E. L. Ação do sulfometron metil como maturador da cana-de-açúcar. In: CASTRO, P. R. C.; SANGUINO, A.; DEMÉTRIO, C. G. B. **Efeitos de reguladores vegetais no crescimento inicial da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: Brasil Açucareiro, 1981. p. 47-51.

CASTRO, P. R. C.; ZAMBON, S.; SANSÍGNOLO, 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.

CEBIM, V.L.S. **Biometria de mudas de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) em dois sistemas de plantio.** 2007. 90 p. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Quieiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CEOLIN, G. B.; RÜCKER, A.; KRAY, J. G. Análise epidérmica foliar na diferenciação de plântulas de *Geonoma schottiana* e *Euterpe edulis* (Arecaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 18-20, 2007.

CHANG, C.; WILLIAMS, M. Ethylene. **The Plant Cell**, p. 1-14, 2016.

COSTA, G. F. da; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.

COSTA, M. C. G., MAZZA, J. A., VITTI, G. C. **Variedades de cana-de-açúcar vs. adaptação ao solo vs. renovação do sistema radicular**. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: <http://www.ipni.net/ppiweb/pbrazil.nsf/1c678d0ba742019483256e19004af5b8/4c603bf804ee5a38032570d8004c0634/$FILE/Anais%20Mirian%20Cristina%20Gomes%20Costa.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2016

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia Univercity, 1981.1262 p.

DILLEWIJN, C. van. **Botany of sugarcane**. Walthan: Chronica Botanica, 1952. 371 p.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, London, v. 85, n. 5, p. 635-643, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 2006. 412 p.

FARIA, A. T.; SILVA, A. F. da; FERREIRA, E. A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, D. V.; SILVA, A. A. da; TIRONI, S. P. Alterações nas características fisiológicas da cana-de-açúcar causadas por trinexapac-ethyl. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 2, p. 200-204, 2014.

FERREIRA, E.A.; DEMUNER, A.J.; SILVA, A.A.; SANTOS, J.B.; VENTRELLA, M.C., MARQUES, A.E.[I]; PROCÓPIO, S.O. Composição química da cera epicuticular e caracterização da superfície foliar em genótipos de cana-de-açúcar. **Planta daninha,** Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 1-6, 2005.

FERREIRA, E. A.; VENTRELLA, M. C.; SANTOS, J. B.; BARBOSA, M. H. P.; SILVA, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, E. A. M.. Leaf blade quantitative anatomy of sugarcane cultivars and clones. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 25-34, 2007.

FLORES, R. A.; PRADO, R. M.; POLITI, L. S.; ALMEIDA, T. B. F. Potássio no desenvolvimento inicial de soqueira de cana crua. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 106-111, 2012.

FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M. Efeito do ethephon sobre abrotação e vigor dos ramos da videira 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 399-402, 2004.

GAO, X. X.; FAN, X.; DAO, J. M.; DENG, J.; LI, R. D.; ZHANG, Y. B.; GUO, J. W.; LIU, S.C. Relationship between endogenous ethylene production and natural defoliation traits during the maturation of sugarcane. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 2, p.189-195, 2015.

GATEMBY, J. B.; PAINTER, T. S (Ed). **The microtomist's vademecum: a handbook of the methods of animal and plant microscopic anatomy**. London: J. & A. Churchil, 1937. 784 p.

GLORIA, B.A. da; GUERREIRO, S. M. C. **Anatomia vegetal**. 3.ed. Viçosa: Ed UFV, 2012. 404 p.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 4. ed. Piracicaba: ESALQ, 2000. 477 p.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. P.; DUARTE, W. G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de canade-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 378-386, 2010.

HERMANN, E. R.; CÂMARA; G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar da cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 17, p. 32-34, 1999.

HIRNER, A.; LADWIG, F.; STRANSKY, H.; OKUMOTO, S.; KEINATH, M.; HARMS, A.; FROMMER, W. B.; KOCHA, W. *Arabidopsis* LHT1 Is a High-Affinity Transporter for Cellular Amino Acid Uptake in Both Root Epidermis and Leaf Mesophyll. **The Plant Cell**, Rockville, v. 18, p. 1931–1946, 2006.

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

JAMES, G. **Sugarcane**. Oxford: Blakwell Science, 2004. 216 p. (World Agriculture Series).

KANA, R.; EDWARDS, G. E. Separation of Mesophyll Protoplasts and Bundle Sheath Cells from Maize Leaves for Photosynthetic Studies. **Plant Physiol**., Hoboken, v. 51, p. 1133-1137, 1973.

KRAUS, J.E.; ARDUIM, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal.** Seropédica: EDUR, 1997. 221 p.

KOUWENBERG, L. L. R.; KÜRSCHNER, W. M.; VISSCHER, H. Changes in stomatal frequency and size during elongation of *Tsuga heterophyla* Needles. **Annals of Botany**, London, v. 94, n. 4, p. 561-569, 2004.

LAKSHMANAN, P.; GEIJKES, R. J.; AITKEN, K. S.; GROF, C. L. P.; BONNETT, G. D.; SMITH, G. R. Sugarcane biotechnology: challenges and opportunities. ***In Vitro* Cellular & Developmental Biology – Plant**, Heidelberg, v. 41, p. 345–363, 2005.

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**. Campinas: Instituto Agronômico, 2012. 16 p. (IAC. Documentos, 109).

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.

LISBOA, L. A. M.; RAMOS, S. B.; VIANA, R. S.; HEINRICHS, R.; SEGATI, D. F.; FIGUEIREDO, P. A. M. Modificações morfoanatômicas foliares da cana-de-açúcar em função de estratégias de aplicação de herbicidas. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 31, n. 3, p. 33-36, 2013.

LISBOA, L. A. M. **Efeitos da fosfatagem em pré-plantio nas condições químicas do solo e no desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

MA, N.; XUE, J.; LI, Y.; LIU, X.; DAI, F.; JIA, W.; LUO, Y.; GAO, J. Rh-PIP2;1, a Rose Aquaporin Gene, Is Involved in Ethylene-Regulated Petal Expansion[1[C][W][OA]]. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 148, p. 894–907, 2008.

MACIEL, J.R. da C.; OLIVEIRA, D. de; FADIN, D.A.; SAJO, M. das G.; PEDROSO-DE-MORAES, C. Morpho-anatomical characteristics conferring drought tolerance in roots of sugar cane genotypes (*Saccharum* L., Poaceae). **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 951-960, 2015.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

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

MARIN, F.; NASSIF, D. S. P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 2, p. 232–239, 2013.

MARKWELL, J.; OSTERMAN, J. C.; MITCHELL, J. L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v. 46, n. 3, p. 467-472, 1995.

MARQUES, A. E.; PROCÓPIO, S. O. Composição química da cera epicuticular e caracterização da superfície foliar em genótipos de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 611-619, 2005.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. Efeitos de giberelina e ethephon na anatomia de plantas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 34, n. 10, p. 1855-1863, 1999.

MASUDA, Y.; GHELLER, A. C. A.; DAL PICCOLO, C. R.; SORDI, R. A. **Produção de mudas sadias**. Piracicaba: IAA, PLANALSUCAR, 1981. 22 p.

MATTIELLO, L.; RIANO-PACHON, D.M.; MARTINS, M. C. M.; CRUZ, L. P. ; BASSI, D.; MARCHIORI, P. E. R.; RIBEIRO, R. V.; LABATE, M. T. V.; LABATE, C. A.; MENOSSI, M. Physiological and transcriptional analyses of developmental stages along sugarcane leaf. **BMC Plant Biology**, London, v. 15, p. 1-21, 2015.

MCQUALTER, R. B.; PETRASOVITS, L. A.; GEBBIE,L. K.; SCHWEITZER, D.; BLACKMAN, D. M. CHRYSANTHOPOULOS, P.; HODSON, M. P.; PLAN, M. R.; RICHES, J. D.; SNELL, K. D.; BRUMBLEY, S. M.; NIELSEN, L. K. The use of an acetoacetyl-CoA synthase in place of a β-ketothiolase enhances poly-3-

hydroxybutyrate production in sugarcane mesophyll cells. **Plant Biotechnology Journal,** Chichester, v. 13, p. 700–707, 2015.

MEDEIROS, L. T., PINTO, J. C.; CASTRO, E. M.; REZENDE, A. V.; LIMA, C. A. Nitrogênio e as características anatômicas, bromatológicas e agronômicas de cultivares de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 598-605, 2011.

MENDES, L. de S. **Efeitos do ethephon e giberelina no desenvolvimento inicial e em alguns parâmetros tecnológicos da cama-de-açúcar.** 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Esalq, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

MOREIRA, A. S. F. P.; ISAIAS, R. M. dos S. Comparative anatomy of the absorption roots of terrestrial and epiphytic orchids. **Brazilian archives of biology and technology**, Curitiba, v. 51, n. 1, p. 83-93, 2008.

NAILWAL, T.K.; GUPTA, V.K.; SAND, N.K.; PANT, R.C. Role of ethylene in tillering of sugarcane (*Saccharu officinarum* L.). **Physiology & Molecular Bioloy of Plants**, New Delhi, v. 10, p. 127-130, 2004.

NOGUEIRA, G. A. Produção de mudas de cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Ed.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. p. 11-18.

OLIVEIRA, C. **Plantio mecanizado de cana-de-açúcar:** aspectos operacionais e econômicos. 2012. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

OLIVEIRA, E. C. de; MIGLIORANZA, E. Densidade e distribuição estomática em mandioca *Manihot esculenta* Crantz cultivar IAC 576-70. **Scientia Agropecuaria**, Trujillo, v. 5, p. 135-140, 2014.

OLIVEIRA, E.C. de; MIGLIORANZA, E. Dimensões e densidade estomática em diferentes variedades de mandioca. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 6, n. 4, p. 201-213, 2013.

PEDROZO, C. A. **Eficiência da seleção em fases iniciais do melhoramento da cana-de-açúcar**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

PEREIRA, M. A.**Tiametoxam em plantas de cana-de-açúcar, feijoeiro, soja, laranjeira e cafeeiro parâmetro de desenvolvimento e aspectos bioquímicos**. 2010. 124 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M.; SOUZA, T. C.; MAGALHÃES, P. C. Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 43, n. 12, p. 1649-1656, 2008.

PEREIRA, F. J.; MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; CASTRO, E. M.; ALVES, J. A. Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos, **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 45, n. 5, p. 450-456, 2010.

PINCELLI, R. P.; SILVA, M. de A. alterações morfológicas foliares em cultivares de cana-de-açúcar em resposta à deficiência hídrica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 4, p. 546-556, 2012.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100).

RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.

RAMOS, S. B.; VIANA, R. S.; LISBOA, L. A. M.; VENTURA, G.; SEGATI, D. F.; ASSUMPCAO, A. C. N. D ; FRUCHI, V. M.; MAGALHAES, A. C.; FIQUEIREDO, P. A. M. Características morfoanatônicas foliares de cultivares de cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 32, p. 28-30, 2014.

REDE INTERUNIVERSITÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR SUCROALCOOLEIRO - RIDESA. **Catálogo nacional de variedades "RB" de cana-de-açúcar**. Curitiba, 2010. 136 p.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Brasília, DF, n. 53, p. 179-194, 2006.

RIBEIRO, M. de N. O.; CARVALHO, S. P. de, PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M. de. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância à diferentes condições ambientais. **Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 43, n. 2, p. 354-361, 2012.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDI, D. V. **Produção de cana-de-açúcar**: estado da arte. Piracicaba: Ed. dos autores, 2006. 2016 p.

ROBERTO, G. G.; CUNHA, C.; SALES, C. R. G.; SILVEIRA, N. M.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; LAGÔA, A. M. M. Variação da fotossíntese e dos teores de carboidratos induzidos por etefom e déficit hídrico na fase de maturação da cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 4, p. 379-386, 2015.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: UNESP, Instituto de Biociêcnias, 1995. 100 p.

SALES, C. R. G.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, D. F. S. P; MACHADO, R. S.; DOVIS, V. L.; LAGÔA, A. M. M. A. Trocas gasosas e balanço de carboidratos em plantas de cana-de-açúcar sob condições de estresses radiculares. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p. 319-327, 2012.

SCHENATO, P. G.; MEL, G. W.; DOS SANTOS, H. P.; FIALHO, F. B.; FURLANETTO, V.; BRUNETTO, G.; DORNELES, L. T. Influência do etefon na distribuição de nutrientes e carboidratos e sobre o crescimento em videiras jovens. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 217-221, 2007.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. et. al. (Ed.) **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livroceres, 2006. p. 19-36.

SEGATTO, F. B.; BISOGNIN, D. A.; BENEDETTI, M.; COSTA, L. C.; RAMPELOTTO, M. V.; NICOLOSO, F. T. Técnica para o estudo da anatomia da epiderme foliar de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p.1597-1601, 2004.

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 JÚNIOR, J. M.; CASTRO, E. M.; ROFRIGUES, M.; PASQUAL, M.; BERTOLUCCI, S. K. V. Variações anatômicas de *Laelia purpurata* var. cárnea cultivada *in vitro* sob diferentes intensidades e qualidade spectral de luz**. Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 480-486, 2012.

SILVA, M. de A.; GAVA, G. J. de C.; CAPUTO, M. M.; PINCELLI, R. P.; JERÔNIMO, E. M.; CRUZ, J. C. S. Uso de reguladores de crescimento como potencializadores do perfilhamento e da produtividade em cana-soca. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 545-552, 2007.

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

SIMÕES NETO, D. E. **Efeito da quantidade de reserva energética do tolete e da compactação do solo no desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.)***. 1986. 94 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos do cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 20 p. (Circular Técnica, 32).

SOUZA, A. de; MORAES, M. G. de; RIBEIRO, R. de C. L. F. Gramíneas do cerrado: carboidratos não-estruturais e aspectos ecofisiológicos. **Acta Botanica Brasilica**, Sao Paulo, v. 19, n. 1, p. 81-90, 2005.

SOUZA, R. F.; LEANDRO, W. M.; SILVA, N. B.; CUNHA, P. C. R.; XIMENES, P. A. Diagnose nutricional pelos métodos dris e faixas de concentração para algodoeiro cultivado sob cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 220-228, 2011.

SOUZA, T. C. de; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M. de; SILVA JÚNIOR, J. M. da; PARENTONI, S. N. Leaf plasticity in successive selection cycles of 'Saracura' maize in response to periodic soil flooding. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v. 45, p. 16-24, 2010.

SOUZA, T. C.; CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PARENTONI, S. N.; MAGALHÃES, P. C. Morpho-anatomical characterization of root in recurrent selection cycles for flood tolerance of maize (*Zea mays* L.). **Plant Soil and Environment,** Prague, v. 55, n. 11, p. 504-510, 2009.

SYNGENTA. **New PLENE® for commercial planting of sugar cane in Brazil**. Basel: Switzerland, 2014. 2 p.

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

TOBIN, A. K. **Plant organelles:** compartmentation of metabolism in photosynthetic cells. Cambridge: Seminar seres, 1992.101 p.

TORRES, L. G.; FERREIRA, E. A.; ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; GONÇALVES, V. A.; GALON, L.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A. Alterações nas características fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetida à aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 581-587, 2012.

SANTOS, L. D. T.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; MEIRA, R. M. S. A.; TIBURCIO, R. A. S.; FERREIRA, F. A.; MELO, C. A. D.; SILVA, E. F. S. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta daninha**, Viçosa, MG, v. 26, n.1, p. 9-16, 2008.

VASCONCELOS, A. C. M.; GARCIA, J. C. **Desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Potafos, 2005. (Informações Agronômicas, 110).

WANG, K. L. C.; LI, H.; ECKER, J. R. Ethylene biosynthesis and signaling networks. **Plant Cell**, Rockville, v. 14, p. 131-151, 2002.

WEKESA, R.; ONGUSO, J. M.; NYENDE, B. A.; WAMOCHO, L. S. Sugarcane in Vitro Culture Technology: Applications for Kenya's Sugar Industry. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**. São Paulo, v. 5, n. 17, p. 127-134, 2015.

WIEDENFELD, B. Enhanced sugarcane establishment using plant growth regulators. **Journal of the American Society of Sugarcane Technologists**, Albuquerque, v. 23, n. 2, p. 48-61, 2003.

ZHANG, F.; ZHANG, K.; DU, C.; LI, J.; XING, Y.; YANG, L.; LI, Y. Effect of drought stress on anatomical structure and chloroplast ultrastructure in leaves of sugarcane. **Sugar Tech**, New Delhi, v. 17, n. 1, p. 41–48, 2015.