

## APLICAÇÃO DE MATURADOR E FERTILIZANTE FOLIAR EM CANA-DE-AÇÚCAR

Jackeline Matos do Nascimento<sup>1\*</sup>, Cristiano Márcio Alves de Souza<sup>2</sup>, Sálvio Napoleão Soares Arcoverde<sup>3\*</sup>, Pedro Henrique Altomar<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Docente, Agronomia, Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAn), Rodovia Dourados-Itahum, km 12 – Cidade Universitária, CEP: 79804-070, Dourados, MS. \*E-mail do autor correspondente: salvionapoleao@gmail.com:

<sup>2</sup> Professor associado, FCA, Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS.

<sup>3</sup> PNPd, PGEA, Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS.

Recebido: 06/06/2019; Aceito: 19/04/2021

**RESUMO:** O uso de maturadores visa o acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar, antecipando sua maturação e flexibilizando a logística de colheita. Objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento, a produtividade, a qualidade tecnológica e o ganho de açúcares da cana-de-açúcar de ciclo médio-tardio sob aplicação aérea de maturador e fertilizante foliar associado ao uso de adjuvante. As aplicações foram realizadas 12 meses após o primeiro corte de uma variedade de ciclo médio-tardio. Os tratamentos consistiram de um maturador da classe dos inibidores da enzima acetolactato sintase (sulfometuron methyl) e de um biocatalizador formado por um fertilizante foliar (Atriun®), e de suas misturas com adjuvante (Startec). Foram avaliados o ATR (açúcares totais recuperáveis), a altura de plantas, o teor de fibra, a produtividade de açúcar por hectare (TAH), o teor de sacarose (POL) e o índice SPAD (Soil Plant Analyzer Develop). O uso do fertilizante foliar sem adjuvante proporciona maiores altura de plantas, ATR e POL, teor de fibra e ganho de TAH na cana ao final de safra e o maturador Sulfometuron methyl aumenta a altura de plantas com redução do teor de fibra, porém quando associado ao adjuvante diminui ATR e POL, com índice de ganho constante de TAH. A aplicação dos produtos sem adjuvante proporciona melhores resultados quanto à qualidade tecnológica e índice de ganho de TAH da cana-de-açúcar de ciclo médio-tardio para final de safra.

**Palavras-chave:** Açúcares totais recuperáveis. *Saccharum officinarum*. Sulfometuron methyl.

### APPLICATION OF RIPENER AND LEAF FERTILIZER IN SUGARCANE

**ABSTRACT:** The use ripeners of provide saccharose accumulation in sugarcane anticipating their maturation and facilitating the harvest logistic. The aim of this work was to evaluate the growth, productivity, technological quality and the sugar gain of sugarcane with medium-late under aerial application of maturing and foliar fertilization with adjuvant. The applied 12 months after the first harvest. Of treatments, the first is class of ALS inhibitors (sulfometuron methyl) and the second a foliar fertilization (Atriun®), and mixtures thereof with adjuvant (sulfometuron methyl + Startec, Atriun + Startec). The parameters evaluated were TSR (total

sugar recovered), plant height, fiber content, TSH (tons of sugar per hectare), POL and SPAD index (Soil Plant Analyzer Develop). The use of maturator increases the height of plants with reduction of fiber content, but when associated with adjuvant decreases TSR and POL, with constant gain index of TAH. The application of the non-adjuvant products provides better results regarding the technological quality and the TSH gain index of the sugarcane of the medium-late cycle to the end of the harvest.

**Key words:** Total recoverable sugars. *Saccharum officinarum*. Sulfometuron methyl.

## INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) apresenta grande relevância na atividade agrícola no Brasil, onde há perspectiva de expansão da área plantada para atender à demanda de matéria-prima da indústria. Neste cenário, o Estado do Mato Grosso do Sul se destaca entre os principais estados com maior crescimento em área destinado a colheita, ao lado dos estados de São Paulo, Goiás, Paraná e Mato Grosso. Para o aumento de produção, a utilização de maturadores é uma prática estabelecida para melhorar o teor de sacarose, sendo amplamente utilizada nos principais países produtores da cultura.

Os maturadores são produtos que induzem o amadurecimento de plantas, nas quais proporcionam translocação e armazenamento dos açúcares, sendo utilizados para antecipar a maturação, otimizar o planejamento da colheita, disponibilizar matéria-prima de boa qualidade para indústria, além de auxiliar no manejo das variedades (CAPUTO *et al.*, 2008; MESCHEDE *et al.*, 2010; MESCHEDE *et al.*, 2012; CARDOZO; SENTELHAS, 2013; FARIA *et al.*, 2014), muitas vezes, aumentando o período ideal de colheita da cana-de-açúcar (FARIA *et al.*, 2014).

Para tanto, os maturadores necessitam ser absorvidos para exercerem efeitos sobre o desenvolvimento das plantas, em muitos casos sendo usadas substâncias na aplicação para promover maior cobertura das folhas e aumentar a absorção pela planta. Entre as tecnologias pesquisadas e incorporadas na pulverização, ressalta-se o uso de adjuvantes por trazer benefícios como aumento no molhamento, na aderência, na facilidade de mistura e no espalhamento (SASAKI *et al.*, 2015; GITIRANA NETO *et al.*, 2016). O uso de adjuvantes deve ser precedido de estudos para reais necessidades do sistema de pulverização e das consequências de sua utilização, visando maximizar os efeitos benéficos do emprego desta tecnologia (COSTA *et al.*, 2014; SASAKI *et al.*, 2015).

O uso de aeronave agrícola na aplicação de agroquímicos em substituição aos pulverizadores hidráulicos terrestres tem se mostrado viável, principalmente em culturas, como a cana-de-açúcar, visto que apresentam algumas vantagens, como ausência de perda por amassamento, maior capacidade operacional, diminuição da compactação do solo e evita o desperdício de produto. Quanto à qualidade da deposição de calda pulverizada, a aplicação aérea mostra-se semelhante aos outros modos de aplicação, entretanto pode proporcionar maior possibilidade de gotas sujeitas à deriva (BUENO *et al.*, 2013). Gandolfo *et al.* (2013), estudando aplicações do glifosato com o uso de pontas de jato plano com adição de adjuvante

na calda de pulverização, observaram que houve redução da porcentagem de deriva em relação à calda contendo somente o herbicida.

As características tecnológicas para a cana-de-açúcar apresentam incremento significativo com a aplicação de maturadores, o que permite melhor expressão do potencial genético quanto ao acúmulo de sacarose nos colmos (VIANA *et al.*, 2007; LEITE *et al.*, 2009a; LEITE *et al.*, 2010; MESCHEDE *et al.*, 2012; ROBERTO *et al.*, 2015) e aumento de ATR, POL e Brix (INOUE *et al.* 2015). No entanto, esses atributos dependem da responsividade da variedade (ROBERTO *et al.*, 2015) e das condições climáticas, que, além de relacionar-se ao modo de ação destes produtos (FARIA *et al.*, 2014), influenciam o crescimento dos colmos e a produtividade da cultura (ABREU *et al.*, 2013).

Outra estratégia que vem sendo usada para aumentar a produtividade da cana-de-açúcar é a aplicação de fertilizantes foliares. No entanto, há dúvidas quanto à eficácia, necessitando de mais estudos envolvendo a interação com genótipos, principalmente em relação a sua absorção pelas plantas. Vários fatores, como a absorção foliar de nutrientes, variedade e tipo de planta, fase fenológica de crescimento, composição do fertilizante foliar, características dos nutrientes e fatores ambientais, como temperatura, iluminação e umidade, podem influenciar no resultado esperado (FERNÁNDEZ *et al.*, 2015). No entanto, estes autores destacam que a aplicação de fertilizantes foliares associada a outras tecnologias, como adjuvantes, surfactantes, umectantes, quelantes, pode ser uma alternativa visando melhorar a eficácia da adubação foliar.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento, a produtividade, a qualidade tecnológica e o ganho de açúcares da cana-de-açúcar de ciclo médio-tardio sob aplicação aérea de maturador e fertilizante foliar associado ao uso de adjuvante.

## MATERIAL E MÉTODOS

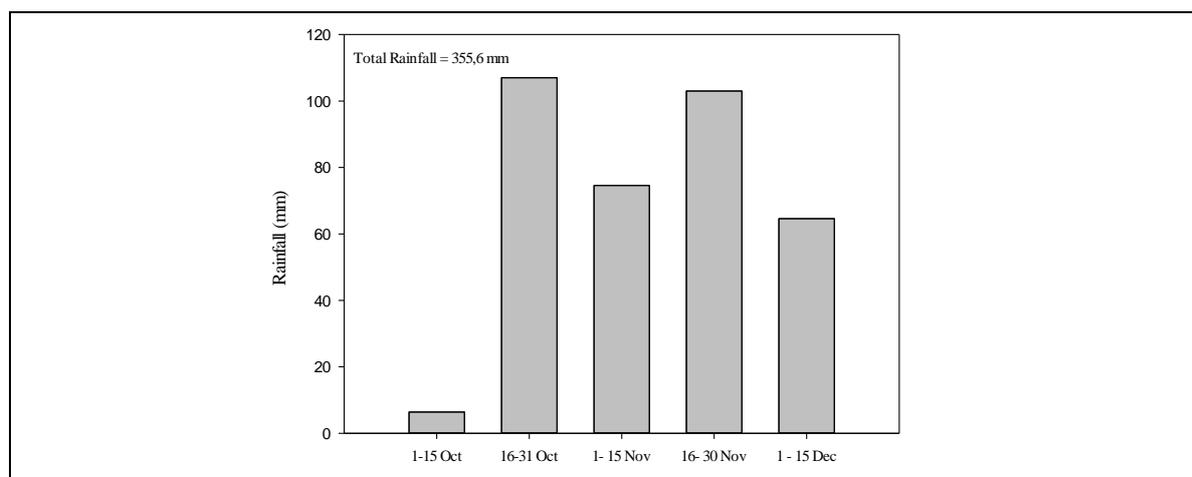
Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Dallas, em uma área comercial, localizada no município de Ponta Porã (Latitude 22°54'S, Longitude 55°72'W e 450 m de altitude). A variedade utilizada foi a RB855536, de segundo corte, colhida no dia 15 de outubro de 2013.

As aplicações foram realizadas no dia 13 de outubro de 2014 com auxílio de um avião agrícola, modelo Ipanema, dotado de pontas tipo CP. A velocidade de voo foi de 180 km h<sup>-1</sup>, sendo a altura de voo média de 4,0 m, com volume de aplicação médio de 30 L ha<sup>-1</sup>.

As condições meteorológicas ocorridas no local dos experimentos foram registradas com auxílio de termo-higrômetro e anemômetro, sendo a temperatura média de 20,7°, umidade relativa média de 77% e velocidade de vento de 4,0 km h<sup>-1</sup>.

Os dados de precipitação na Fazenda Dallas estão na Figura 1. A precipitação observada após a aplicação até a primeira coleta (13 à 23 de outubro) foi de 38,4 mm, 122,6 mm até a segunda coleta, e na terceira, de 206,8 mm, com acumulado aos 51 dias após a aplicação (DAA) de 322,8 mm. As temperaturas médias observadas no período do dia da aplicação e ao

10°, do 11° e 23°, 24° e 32°, 33° e 51° DAA foram de 28,0; 25,2; 23,8 e 23,9°C, respectivamente.



**Figura 1.** Precipitação na Fazenda Dallas de 01 de outubro a 15 de dezembro, Ponta Porã-MS, 2014. *Precipitation in farm Dallas from october to December. Ponta Porã, MS, 2014.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

Foram implantados dois experimentos, sendo que um foi aplicado o maturador e no outro o fertilizante foliar, ambos com e sem adição do adjuvante Startec (Brasquímica), e com presença da testemunha que não recebeu aplicação com maturador ou fertilizante foliar. O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos respectivos produtos com e sem adjuvante e a testemunha e, as subparcelas, corresponderam às épocas de amostragem. Estas foram realizadas no dia da aplicação, 10, 23, 32 e 51 DAA. Cada unidade experimental consistiu em um talhão de 5,0 hectares, totalizando 20 hectares por tratamento.

O adjuvante utilizado tem em sua composição 22,95% de ácido fosfórico, 13,04% de ureia, 2% de surfactante, 1% de agente redutor de espuma, com recomendação de 30-100 mL para 100 L de água na aplicação aérea.

No primeiro experimento, os tratamentos foram a aplicação do fertilizante foliar (Atrium®), cuja composição é de 3,1% de N, 12% de K<sub>2</sub>O solúvel em H<sub>2</sub>O, 1,2% de Mg, 2,75% de S, 0,42% de B, 0,14% de Cu, 0,42% de Mn, 0,01% de Mo e 0,52% de Zn, com e sem a adição do adjuvante Startec (0,05% do volume de calda), e o controle (sem aplicação).

No segundo experimento, os tratamentos foram a aplicação do maturador Sulfometuron methyl (Curavial®, 20 g ha<sup>-1</sup> de produto comercial), com e sem a adição do adjuvante (Startec®, 0,05% do volume de calda) e o controle (sem aplicação). De acordo com o fabricante é necessário adicionar a calda de pulverização adjuvante na proporção de 0,1%.

As aplicações ocorreram 11 meses após o primeiro corte, e a área da parcela foi de 90 m<sup>2</sup> (seis linhas de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,5 m), sendo as quatro linhas centrais consideradas como área útil. Uma área coberta com lona plástica de 80 m<sup>2</sup> foi colocada em cada faixa de voo, representando o tratamento testemunha (sem aplicação). A lona foi colocada para evitar contato com o produto e, imediatamente após a aplicação, a mesma foi cuidadosamente retirada.

Realizou-se a coleta de feixes de 10 colmos, os quais foram despontados (ponto de quebra), medidos, pesados, identificados e encaminhados para o laboratório. Em cada amostragem foram determinados a altura de planta, o teor de fibra, o teor aparente de sacarose (POL), o teor de açúcares totais recuperáveis (ATR), conforme metodologia descrita em Meschede *et al.* (2010); Inoue *et al.* (2015).

Na última avaliação foi contado o número de colmos por metro. Os resultados das avaliações foram determinadas a produtividade de cana e a produtividade de açúcar por hectare. A produtividade de açúcares dos colmos da cana por hectare foi determinada conforme descrito na Equação 1.

$$TAH = ATR * TCH \quad (1)$$

em que,

TAH - produtividade de açúcares dos colmos industrializáveis, kg ha<sup>-1</sup>;

ATR - teor de açúcares totais recuperáveis, kg Mg<sup>-1</sup>;

TCH - produtividade de colmos industrializáveis, Mg ha<sup>-1</sup>.

Aos 23, 32, 43 e 51 DAA estimou-se o teor de clorofila das folhas da cana utilizando-se o índice SPAD (Soil Plant Analyzer Develop). As leituras foram realizadas entre as 9:00 e 10:00 h da manhã nos terços superior, médio e inferior da folha +1 (SILVA *et al.*, 2014; ARCOVERDE *et al.*, 2019), em dez plantas por repetição. Utilizou-se nas medições um clorofilômetro portátil modelo SPAD-502 (ARCOVERDE *et al.*, 2019).

A partir dos dados de TAH foram determinados os índices de ganho, relacionando o valor obtido nas parcelas que receberam maturador ou fertilizante, associado a adjuvante, com relação ao valor obtido na parcela testemunha (Equação 2).

$$IG = 100 \cdot (TAH_1 - TAH_0) / TAH_0 \quad (2)$$

em que,

IG - índice de ganho de açúcar com uso de catalizador de maturação, %;

TAH1 - produtividade de açúcares dos colmos industrializáveis das parcelas que receberam o fertilizante ou o maturador, kg ha<sup>-1</sup>;

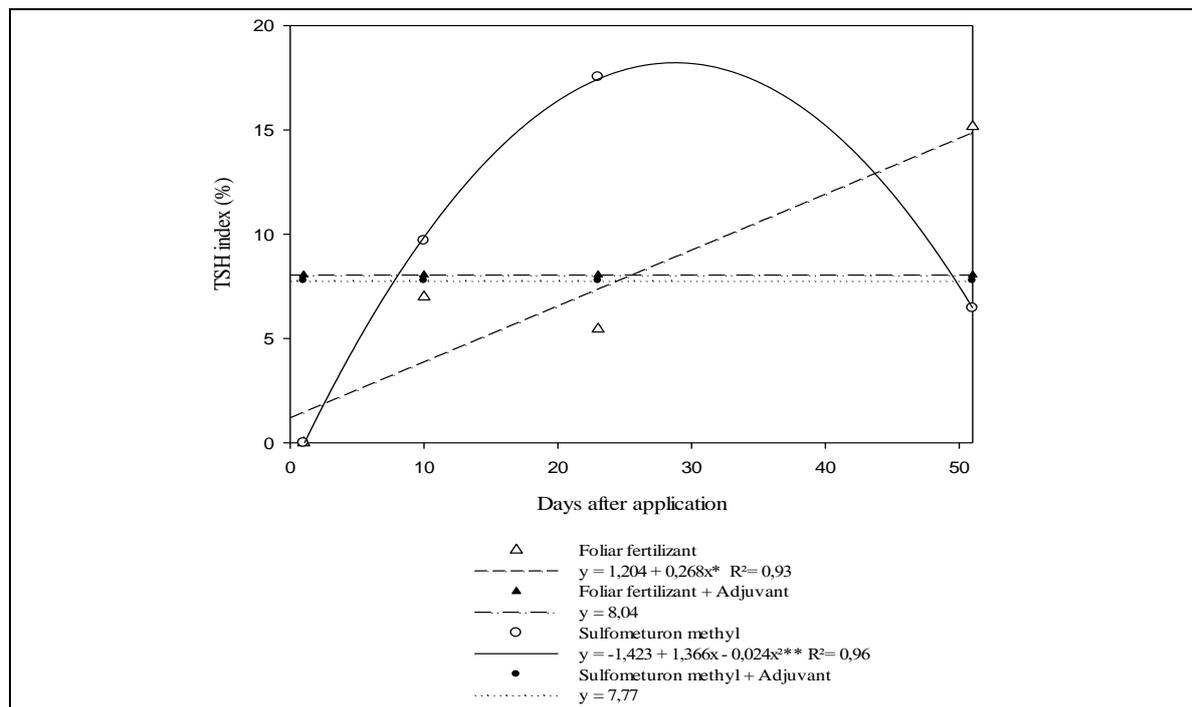
TAH0 - produtividade de açúcares dos colmos das parcelas testemunhas, kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ), teste F e à análise de regressão, tendo sido adotado como critério para a escolha do modelo a magnitude do coeficiente de determinação e a significância dos coeficientes de regressão, a 0,05 de probabilidade, utilizando-se o teste t.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações de Sulfometuron methyl e do fertilizante foliar proporcionaram incremento no índice de ganho de TAH da variedade RB855536 com o aumento dos dias após aplicação (DAA), porém quando se adicionou o adjuvante à calda houve comportamento constante (Figura 2), com média de 7,8 e 8,0%, respectivamente. Durante o processo de maturação ocorre o acúmulo de fotoassimilados nos órgãos de reserva, pronunciadamente da base para o ápice da planta. Este processo de acúmulo de sacarose no colmo pode ser

intensificado por diversos fatores, entre eles o uso de maturadores (LEITE *et al.*, 2010; HEERDEN *et al.*, 2010; HEERDEN *et al.*, 2014).



\*\* e \* Significativo a 1 e 5%, pelo teste t, respectivamente. \*\* and \* Significant 1 and 5%, t test, respectively.

**Figura 2.** Índice de ganho de TAH da cana em função dos dias após a aplicação de Fertilizante foliar e de Sulfometuron methyl, com e sem utilização de adjuvante na calda. *Index gain TSH sugarcane depending on the days after application of ripener and leaf fertilizer, with and without the use of adjuvant on the spray liquid. Ponta Porã, MS, 2014.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

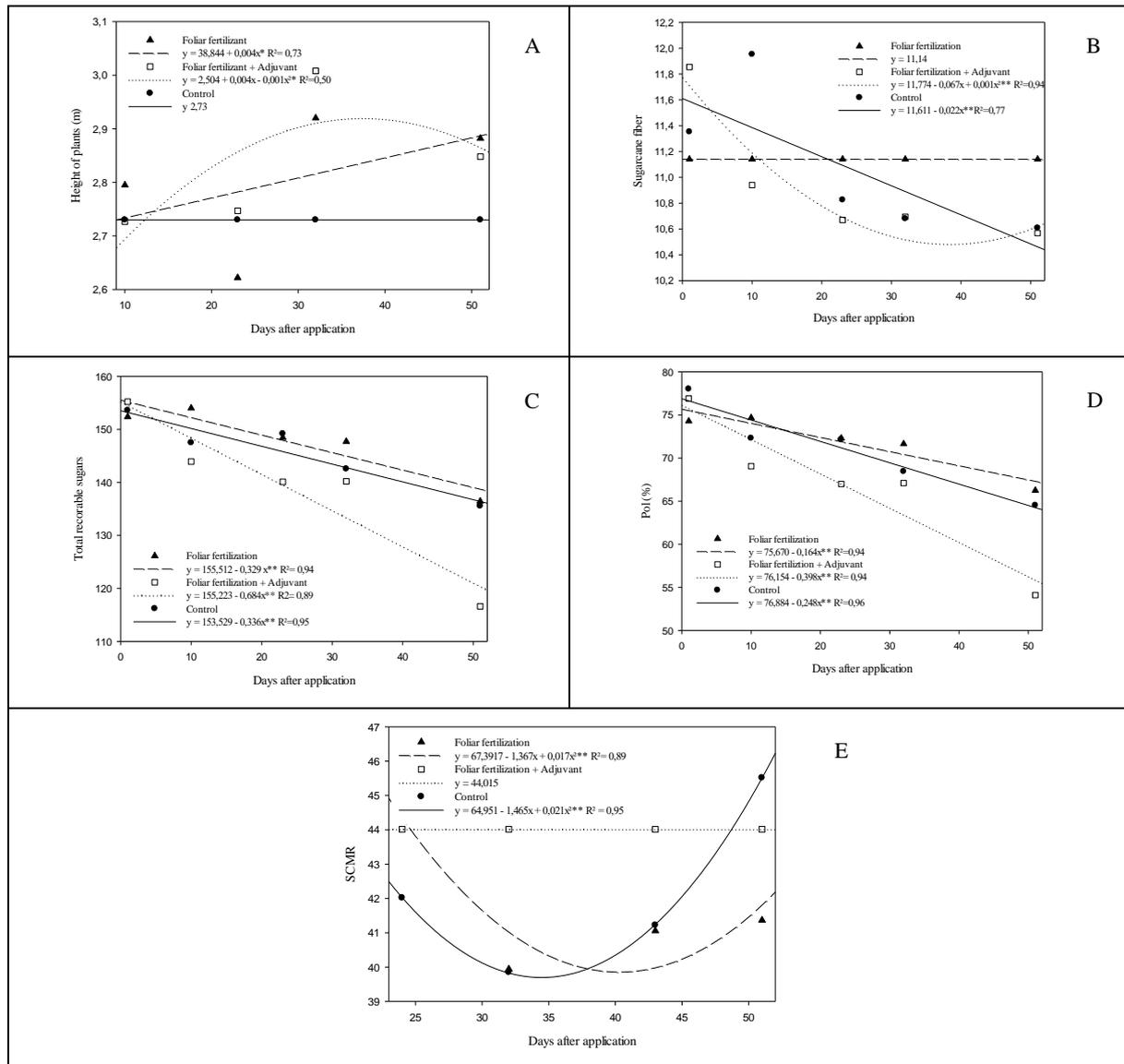
Aplicações com o fertilizante foliar na variedade RB855536 proporcionaram aumento linear no índice de ganho de TAH (Figura 2). Esse fertilizante tem em sua composição nutrientes, como N, K e Mg. O N deve ser aplicado de modo que a maturação seja assegurada, o K estimula o transporte de açúcar no floema, e o Mg é o átomo central da molécula de clorofila (HEERDEN *et al.*, 2014; KINGSTON, 2014); logo, pode-se inferir que, a disponibilidade destes nutrientes em final de safra contribuiu para o aumento na concentração de açúcar no colmo.

A maturação da cana-de-açúcar envolve uma combinação complexa entre variáveis climáticas, o potencial genético de cultivares e o manejo agrícola, entre eles o uso de maturadores químicos (CARDOZO, SENTELHAS, 2013). Os maturadores atuam em rotas metabólicas da planta. Neste trabalho, o maturador utilizado Sulfometuron methyl é classificado na família das sulfonilurea e reduz a atividade da enzima acetolactate synthase (ALS) inibindo a divisão celular (CORREA; VILLELA, 2015).

Em função do maturador aplicado e dose, a aplicação desses produtos pode influenciar características morfofisiológicas (PINCELLI; SILVA, 2012) relacionadas ao crescimento e desenvolvimento dos órgãos vegetativos (FIGUEIREDO *et al.*, 2013; VIANA *et al.*, 2015). Tais mudanças na planta podem explicar o aumento do teor de sacarose na variedade RB855536, apresentando ganho máximo de 18% aos 28,5 DAA; semelhante ao observado por

Meschede *et al.* (2010) que obtiveram ganhos de 16% com a aplicação de Sulfometuron methyl. Trabalhos de pesquisa constataram que a aplicação de maturadores em cana-de-açúcar favorece o acúmulo de sacarose nos colmos (VIANA *et al.*, 2007; LEITE *et al.*, 2010; INOUE *et al.*, 2015; Roberto *et al.*, 2015) e a melhoria na qualidade tecnológica da matéria-prima (MESCHEDÉ *et al.*, 2010; INOUE *et al.*, 2015).

Na Figura 3 observam-se altura de plantas, teor de fibra, ATR, teor de sacarose (POL - D) e índice SPAD da variedade RB855536 antes e após a aplicação do Fertilizante foliar, com e sem adjuvante e sem aplicação.



\*\* e \* Significativo a 1 e 5%, pelo teste t, respectivamente. \*\* and \* Significant 1 and 5%, t test, respectively.

**Figura 3.** Altura de plantas (A), teor de fibra (B), ATR (açúcar total recuperável - C), teor de sacarose (POL - D) e índice SPAD (E) da variedade RB855536 antes e após a aplicação do Fertilizante foliar, com e sem adjuvante e sem aplicação. *Plant height (A), fiber content (B), TSR (total sugar recovered - C), sucrose content (POL - D) and SPAD index (E) in the varietie RB855536 before and after application in the leaf fertilizer, with and without adjuvant and without application.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

As plantas que receberam aplicação do fertilizante foliar proporcionaram aumento linear na sua altura, enquanto aquelas que receberam o fertilizante com adição de adjuvante apresentaram comportamento quadrático (Figura 3A). Na parcela testemunha as alturas das plantas mantiveram-se constante com valor médio de 2,73 m, independentemente do tempo transcorrido desde a aplicação. Acredita-se que aplicações de produto com nitrogênio tem maior efeito sobre crescimento de plantas em épocas do ano que não ocorram baixas temperaturas (HEEDEN *et al.*, 2014).

Houve ajuste de modelo quadrático para os teores de fibra quando o fertilizante foliar com adição do adjuvante foi usado, enquanto os valores foram mantidos constantes quando somente o fertilizante foliar foi aplicado (Figura 3B). O valor mínimo de teor de fibra foi observado aos 33,5 dias após a aplicação, com o uso de adjuvante. Os teores de fibras das parcelas controle decresceram linearmente após atingir 12 meses depois da colheita, o que indica que o uso somente da calda fertilizante pode manter o volume de fibra ofertado à unidade de cogeração da usina.

O ATR (Figura 3C) e o POL (Figura 3D) do caldo da cana tiveram diminuição de seus valores com o passar dos dias após a aplicação do fertilizante foliar, independentemente do uso ou não do adjuvante, possivelmente, devido ao maior efeito que a sacarose apresenta sobre os açúcares totais (MESCHÉDE *et al.*, 2010). Houve influência dos nutrientes contidos no fertilizante foliar sobre o processo de maturação e acúmulo de sacarose na cana. O crescimento é estimulado e o acúmulo de sacarose é reduzido com altos níveis de N; com o aumento na idade da cultura, a seção imatura do colmo se torna proporcionalmente menor e a influência do N na concentração de sacarose é reduzida, porém, quando a colheita é realizada na primavera-verão há uma maior influência deste nutriente (HEEDEN *et al.*, 2014). O K estimula o transporte do açúcar no floema e ativa mais de 50 enzimas envolvidas na síntese de amido, manutenção do pH para síntese de adenosina trifosfato (ATP) e osmorregulação, consequentemente, maior acúmulo de sacarose (HEEDEN *et al.*, 2014).

Algumas enzimas são responsáveis pelo metabolismo primário da sacarose, as invertases atuam no crescimento e acúmulo de sacarose, e são classificadas de acordo com a solubilidade, localização celular e pH ideal. Em tecidos imaturos, com a rápida expansão celular, o açúcar é rapidamente hidrolisado pela invertase ácida vacuolar (SAI), sendo utilizada para respiração celular, síntese de aminoácidos, proteínas, entre outros. À medida que o processo de maturação ocorre, há uma redução na atividade da SAI (LEITE *et al.*, 2009b). Chandra *et al.* (2012) relataram que o Mn e Mg reduzem a expressão da enzima SAI, podendo induzir a antecipação da maturação no controle da inversão de sacarose, aumentando sua concentração no genótipo estudado.

O índice SPAD das folhas das plantas testemunhas ou aquelas que receberam fertilizante foliar apresentou comportamento quadrático de seus dados com o passar dos dias após a aplicação (Figura 3E), enquanto o uso do fertilizante com o adjuvante manteve constante os valores do índice, com média de 44. O mínimo valor do índice SPAD obtido nas folhas das plantas testemunhas ocorreram aos 34,9 dias após a aplicação, enquanto o valor mínimo do índice para quando foi usado o fertilizante foliar foi de 40,2 dias após a aplicação.

A aplicação do fertilizante foliar com adição do adjuvante proporcionou maiores valores do índice SPAD quando comparadas com a do fertilizante foliar.

Até os 37,9 dias após a aplicação, o índice SPAD das folhas das plantas tratadas com fertilizante foliar foi maior que no tratamento testemunha, sabe-se que na composição deste fertilizante há Magnésio, átomo central da molécula de clorofila, envolvido diretamente na síntese de proteínas (KINGSTON, 2014). A avaliação do teor de clorofila utilizando o índice SPAD foi considerado eficaz por estudo realizado por Jangpromma *et al.* (2010). Para Torres Netto *et al.* (2005), as leituras SPAD quando inferiores a 40,0 indicam que pode estar havendo deficiência de clorofila nas folhas, indicando problemas no processo fotossintético das plantas. De acordo com os dados deste trabalho, houve valores do índice SPAD superiores a 40, sugerindo que a ação do fertilizante foliar pode não ter influenciado o processo fotossintético das plantas durante todo período pós-aplicação avaliado.

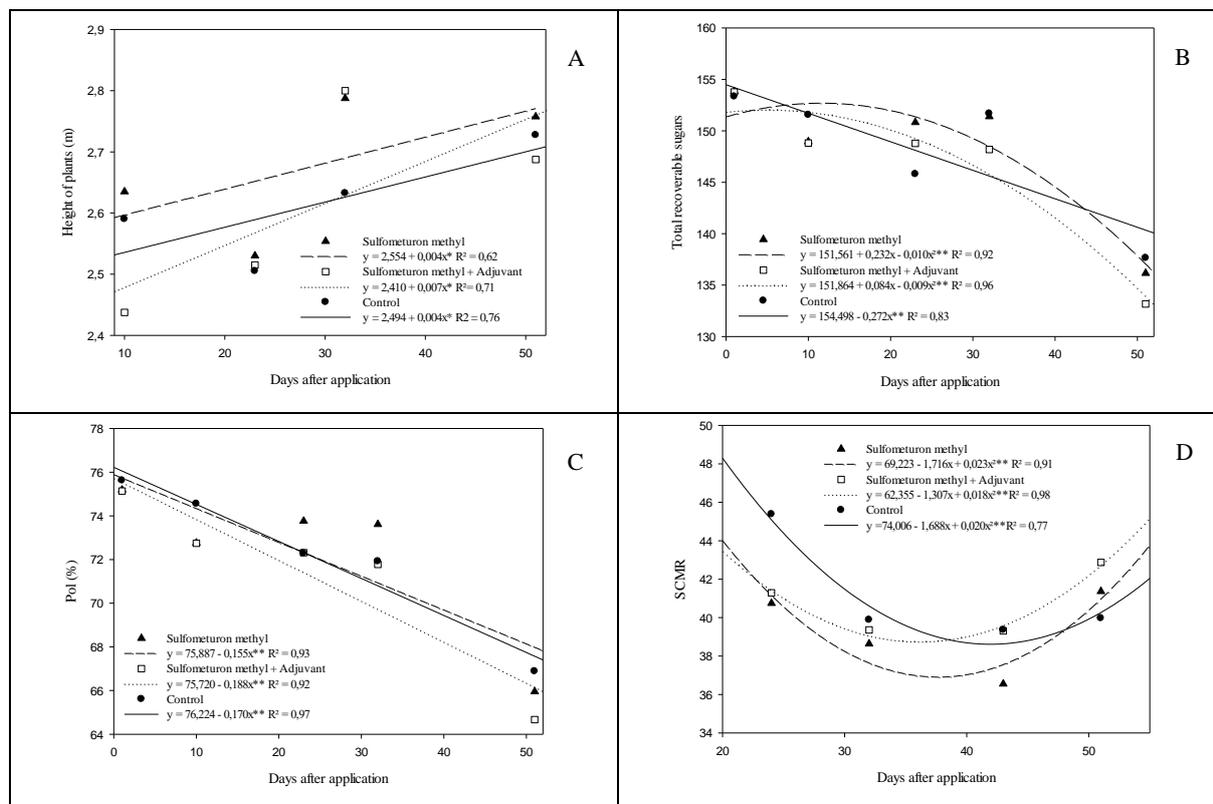
Em plantas que receberam Sulfometuron methyl, com e sem adição de adjuvante, não se observou redução de sua taxa de crescimento, em relação ao crescimento das plantas da parcela controle (Figura 4A). Leite *et al.* (2010) observaram que, assim como no controle, a aplicação de Sulfometuron methyl não reduziu o crescimento de plantas nas variedades IAC915155, IAC912195 e IAC873396. Meschede *et al.* (2010) relataram que a baixa dose de sulfometuron methyl não interferiu no crescimento da cultura, porém, foi suficiente para melhorar a qualidade tecnológica.

Todos os modelos selecionados de altura de plantas apresentam tendência linear com o passar do dia após a aplicação, sendo que o uso do Sulfometuron methyl sem adjuvante proporcionou maiores valores de alturas, enquanto o uso do maturador com adjuvante somente depois de 30 dias após a aplicação garantiu maiores alturas que aquelas observadas nas plantas das parcelas testemunhas. Ao avaliarem o efeito de maturadores sobre o crescimento da cana em diferentes épocas, Meschede *et al.* (2010) observaram maior crescimento quando foi aplicado o Sulfometuron methyl, em relação ao glyphosate e à testemunha

O uso do maturador Sulfometuron methyl em maiores concentrações pode bloquear promotores de crescimento, estimulando a produção de etileno pela ação estressante (LEITE *et al.*, 2010), o que não foi observado neste trabalho. Seu mecanismo de ação inibe a atividade da enzima acetolactatosintase (ALS), que é responsável pela síntese dos aminoácidos ramificados valina, leucina e isoleucina, e são componentes de proteínas (CORREA; VILLELA, 2015).

Quando se aplicou o maturador Sulfometuron methyl, não houve efeito das épocas de amostragem após aplicação sobre o teor de fibra da cana, demonstrando comportamento constante ao longo do tempo. As plantas que receberam aplicação com Sulfometuron methyl, com e sem adição de adjuvantes, obtiveram menor teor de fibra (11,4%) quando comparadas ( $p \leq 0,05$ ) àquelas que não receberam aplicação do maturador (11,8%). Esse mesmo maturador sem adição de adjuvantes, aplicado em final de safra na variedade RB72454, proporcionou menor quantidade de fibra aos 43 dias após a aplicação, quando comparado à testemunha (VIANA *et al.*, 2007). Na variedade SP803250 não houve ajuste de modelos matemáticos para esta variável quando houve aplicação de Sulfometuron methyl sem adição de adjuvantes

(LEITE *et al.*, 2009a). Segundo Caputo *et al.* (2008) existe tendência de efeito mais tardio com o uso do Sulfometuron methyl sobre os teores de fibra, porém, o genótipo influencia a época em que há maior efeito do produto sobre o atributo.



\*\* e \* Significativo a 1 e 5%, pelo teste t, respectivamente. \*\* and \* Significant 1 and 5%, t test, respectively.

**Figura 4.** Altura de plantas (height of plant, A), açúcar total recuperável (total recoverable sugar, B), teor de sacarose (POL, C) e índice SPAD (SCMR, D) da variedade RB855536 em função dos dias após aplicação do maturador Sulfometuron methyl, com e sem adjuvante, e sem aplicação. *Height of plant (altura de plantas, A), total recoverable sugar (açúcar total recuperável, B), sucrose content (POL, C) and index SPAD (SCMR, D) in the varietie RB855536 depending on the days after application of ripener Sulfometuron methyl, with and without adjuvant, and without application.*

Fonte: Autoria própria. *Own authorship.*

As plantas que receberam aplicação com Sulfometuron methyl, com e sem adjuvante, obtiveram comportamento quadrático dos seus dados de ATR em função dos dias após a aplicação, enquanto nas parcelas controle o comportamento foi linear (Figura 4B). O POL obtidos do caldo da cana do controle e depois da aplicação do Sulfometuron methyl, com e sem adjuvante, diminuiu com o passar dos dias após a aplicação (Figura 4C). O maturador com adjuvante proporcionou os menores valores de POL, em relação à testemunha e ao maturador puro.

Esses resultados concordam com os obtidos por Inoue *et al.* (2015), que ao utilizarem três maturadores químicos aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAA e verificaram incremento dos teores de POL nos tratamentos com sulfometuron methyl até os 60 DAA, superiores ao controle. Todavia, Meschede *et al.* (2010) não observaram efeito do sulfometuron methyl e glyphosate em diferentes doses e misturas sobre o teor de açúcar dos 30 aos 180 DAA, antes e após a

colheita da cana-de-açúcar. Essa molécula atua no aumento da produção de sacarose, como observado na variedade de final de safra RB72454 (VIANA *et al.*, 2007). Aplicação de Sulfometuron methyl melhorou a qualidade tecnológica da variedade RB855453 e contribuiu para o processo de maturação (LEITE *et al.*, 2010).

O comportamento do índice SPAD foi quadrático em função dos dias após a aplicação, em que o valor mínimo (38,4) observado nas plantas controle foi obtido aos 42,2 dias após implantação do experimento, enquanto que quando o Sulfometuron methyl foi usado com adjuvante o mínimo (38,6) foi aos 36,3 dias após a aplicação e sem o adjuvante (37,2) foi aos 37,3 dias. De maneira geral, durante o período analisado observou valores acima de 40 para o índice SPAD, entretanto quando o maturador foi usado sem adjuvante seus valores médios estiveram abaixo de 40, podendo estar havendo menor teor de clorofila nas folhas (TORRES NETTO *et al.*, 2005). O aumento da sacarose contida em uma lâmina de folha pode reduzir a capacidade fotossintética da planta, e a translocação de sacarose para o colmo poderia ser de grande importância na manutenção de altas taxas fotossintéticas (HEERDEN *et al.*, 2010). Quando o carbono produzido pela fotossíntese não é consumido pelo crescimento da planta e sua respiração, ele é armazenado; isto implica num fator de estresse para a planta, induzindo à maturação (KINGSTON, 2014).

## CONCLUSÃO

O uso do fertilizante foliar sem adjuvante proporciona maiores altura de plantas, ATR e POL, fibra e TAH na cana ao final de safra.

O uso do maturador Sulfometuron methyl aumenta a altura de plantas com redução do teor de fibra, porém quando associado ao adjuvante diminui ATR e POL, com efeito constante sobre índice de ganho de TAH.

A aplicação dos dois produtos sem adjuvante proporciona melhores resultados quanto à qualidade tecnológica e índice de ganho de TAH da cana-de-açúcar de ciclo médio-tardio para final de safra.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à FUNDECT, pelas bolsas concedidas ao primeiro autor e à segunda autora, respectivamente. À Capes, pelas bolsas de doutorado e pós-doutorado concedida ao terceiro autor. À FUNDECT/SECTEI/FINEP, pelo apoio financeiro. À Dupont e à UPL, pelo apoio à pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L.; SILVA, M. A.; TEODORO, I.; HOLANDA, L. A.; SAMPAIO NETO, G. D. Crescimento e produtividade de cana-de-açúcar em função da disponibilidade hídrica dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p.262-270, 2013.

Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052013000300009&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052013000300009&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 15 fev. 2017.

ARCOVERDE, S. N. S.; SOUZA, C. M. A., ORLANDO, R. C.; SILVA, M. M.; NASCIMENTO, J. M. Crescimento inicial de cultivares de cana-de-açúcar em plantio de inverno sob preparos conservacionistas do solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, n. 2, p.142-156, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/803>. Acesso em: 20 set. 2019.

BUENO, M. R.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, G. S. Deposição de calda na aplicação aérea e terrestre de fitossanitário na cultura da batata. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 6, p.1210-1222, 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162013000600014&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162013000600014&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 12 fev. 2017.

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F.; SILVA, M. A.; PIEDADE, S. M. S. Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p.15-23, 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S000687052008000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S000687052008000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt). Acesso em: 13 fev. 2017.

CARDOZO, P. N.; SENTELHAS, P. C. Climatic effects on sugarcane ripening under the influence of cultivars and crop age - Review. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 70, n. 6, p.449-456, 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162013000600011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162013000600011). Acesso em: 12 fev. 2017.

CHANDRA, A.; JAIN, R.; SOLOMON, S. Complexities of invertases controlling sucrose accumulation and retention in sugarcane. **Current Science**, Delran, v. 102, n. 6, p.857-866, 2012. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24084500?seq=1>. Acesso em: 22 out. 2016.

CORREIA, N. M.; VILLELA, G. B. Trinexapac-ethyl and sulfometuron-methyl selectivity to Young eucalyptus plants. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p.259-266, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-83582015000200259](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582015000200259). Acesso em: 12 fev. 2017.

COSTA, A. G. F.; VELINI, E. D.; ROSSI, C. V. S.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; FIORINI, M. V.; SIONO, L. M. Adjuvantes na deriva de 2,4-D + glyphosate em condições de campo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 3, p.387-392, 2014. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782014000300001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000300001). Acesso em: 13 fev. 2017.

FARIA, A. T.; SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, D. V.; SILVA, A. A.; TIRONI, S. P. Alterações nas características fisiológicas da cana-de-açúcar causadas por trinexapac-ethyl. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 9, n. 2, p.200-204, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119031262007>. Acesso: 12 fev. 2017.

FIGUEIREDO, P. A. M.; RAMOS, S. B.; VIANA, R. S.; LISBOA, L.A.M.; HEINRICHS, R. Alterações morfoanatômicas foliares da cana-de-açúcar na fase de estabelecimento em

condições de matocompetição. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p.777-784, 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582013000400003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-83582013000400003&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 15 fev. 2017.

GANDOLFO, M. A.; CHECHETTO, R. G.; CARVALHO, F.K.; GANDOLFO, U. D.; MORAES, E.D. Influência de pontas de pulverização e adjuvantes na deriva em caldas com glyphosate. **Revista Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 44, n. 3, p.474-480, 2013. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/2104>. Acesso em: 10 fev. 2017.

GITIRANA NETO, J.; CUNHA, J. P. A.; MARQUES, R. S.; LASMAR, O.; BORGES, E. B. Deposição da calda promovida por pulverizadores empregados na cafeicultura de montanha. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p.267-275, 2016. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8071>. Acesso em: 18 fev. 2017.

HEERDEN, P. D. R.; DONALDSON, R. A.; WATT, D. A.; SINGELS, A. Biomass accumulation in sugarcane: unravelling the factors underpinning reduced growth phenomena. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 61, n. 11, p.2877-2887, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20547566>. Acesso em: 12 out. 2016.

HEERDEN, P. D. R.; EGGLESTON, G.; DONALDSON, R. A. Ripening, and postharvest deterioration. *In*: MOORE, P. H.; BOTHA, F. C. **Sugarcane: physiology, biochemistry and functional biology**. Oxford: Wileyblackwell, 2014. Cap. 4, p. 55-84.

INOUE, M. H.; CAPPELLESSO, E. J. S.; MENDES, K.F.; BEM, R.; CONCIANI, P. A. Eficiência do bispyribac-sodium como maturador na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Ciência Agronômica**, Jaboticabal, v. 46, n. 1, p. 80-88, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902015000100080](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902015000100080). Acesso em: 20 fev. 2017.

JANGPROMMA, N.; SONGSRI, P.; THAMMASIRIRAK, S.; JAISIL, P. Rapid assessment of chlorophyll content in sugarcane using a SPAD Chlorophyll Meter across different water stress conditions. **Asian Journal of Plant Sciences**, Faisalabad, v. 9, n. 6, p.368-374, 2010. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=ajps.2010.368.374>. Acesso em: 07 set. 2016.

KINGSTON. Ripening and postharvest deterioration. *In*: MOORE, P. H.; BOTHA, F. C. **Sugarcane: physiology, biochemistry and functional biology**. Oxford: Wileyblackwell, 2014. Cap. 4, p. 55-84.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; LIMA, G. P. P.; SILVA, M. A. Reguladores vegetais e atividade de invertases em cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p.718-725, 2009b. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782009000300014&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782009000300014&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 19 out. 2016.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; VENTURINI FILHO, W. G. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores em meio de safra. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p.527-534, 2009a. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052009000200028](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052009000200028). Acesso em: 19 out. 2016.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SIQUEIRA, G. F.; SILVA, M. A. Qualidade tecnológica em diferentes porções do colmo e produtividade da cana-de-açúcar sob efeito de maturadores. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p.861-870, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052010000400011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052010000400011). Acesso em: 19 out. 2016.

MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D.; CARBONARU, C. A. Efeitos do glyphosate e sulfometuron-methyl no crescimento e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 28, n. especial, p.1135-1141, 2010. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010083582010000500021&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010083582010000500021&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 09 fev. 2017.

MESCHEDE, D. K.; VELINI, E. D.; CARBONARU, C. A.; MORAES, C. P. Teores de lignina e celulose em plantas de cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p.121-127, 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010083582012000100014&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010083582012000100014&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 09 fev. 2017.

PINCELLI, R. P.; SILVA, M. A. Alterações morfológicas foliares em cultivares de cana-de-açúcar em resposta à deficiência hídrica. **Bioscience Journal**, Darmstadt, v. 28, n. 4, p.546-556, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13557>. Acesso em: 12 fev. 2017.

ROBERTO, G. G.; CUNHA, C.; SALES, C. R. G.; SILVEIRA, N. M.; RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; LAGÔA, A. M. A. 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. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000687052015000400379&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S000687052015000400379&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 13 fev. 2017.

SASAKI, R. S.; TEIXEIRA, M. M.; SANTIAGO, H.; MADUREIRA, R. P.; MACIEL, C. F. S.; FERNANDES, H. C. Adjuvantes nas propriedades físicas da calda, espectro e eficiência de eletrificação das gotas utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 2, p.274-279, 2015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782015000200274&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782015000200274&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 14 fev. 2017.

SILVA, M. A.; GAVA, G. J. 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. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciabstract&pid=S00068705200700040003&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 12 out. 2016.

SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; VITORINO, H. S.; RHEIN, A. F. L. Pigmentos fotossintéticos e índice spad como descritores de intensidade do estresse por deficiência hídrica em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, Darmstadt, v. 30, n. 1, p.173-181, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/15057>. Acesso em: 13 out. 2016.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G.; BRESSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 104, n. 2, p.199-209, 2005. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/222703744\\_Photosynthetic\\_pigments\\_nitrogen\\_chlorophyll\\_a\\_fluorescence\\_and\\_SPAD-502\\_readings\\_in\\_coffee\\_leaves](https://www.researchgate.net/publication/222703744_Photosynthetic_pigments_nitrogen_chlorophyll_a_fluorescence_and_SPAD-502_readings_in_coffee_leaves). Acesso em: 13 out. 2016.

VIANA, R. S.; MUTTON, M. A.; BARBOSA, V.; DURIGAN, A. M. P. R. Maturadores químicos na cana-de-açúcar (*Saccharum*spp) aplicados em final de safra. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Macapá, v. 7, n. 2, p.100-107, 2007. Disponível em: [http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/maturadoresquimicos518179776\\_ea4.pdf](http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/maturadoresquimicos518179776_ea4.pdf). Acesso em: 20 out. 2016.

VIANA, R. S.; FIGUEIREDO, P. A. M.; LISBOA, L. A. M.; PASCOALOTO, I. M. Características morfoanatômicas de folhas de cana-de-açúcar sob efeito residual de maturadores. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Jaboticabal, v. 14, n. 4, p.306-314, 2015. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/438>. Acesso em: 20 fev. 2017.