

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**INTERFERÊNCIA NO USO DE MATURADORES ASSOCIADOS AOS
NUTRIENTES BORO E MAGNÉSIO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

MATHEUS ROSOLEN GILLI

UBERLÂNDIA-MG
2021

MATHEUS ROSOLEN GILLI

**INTERFERÊNCIA NO USO DE MATURADORES ASSOCIADOS AOS
NUTRIENTES BORO E MAGNÉSIO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Hamilton Seron_Pereira

UBERLÂNDIA-MG
2021

MATHEUS ROSOLEN GILLI

**INTERFERÊNCIA NO USO DE MATURADORES ASSOCIADOS AOS
NUTRIENTES BORO E MAGNÉSIO NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela banca examinadora em 18 de junho de 2021.

Eng. Agrônomo Dr. Bruno Nicchio
Membro da banca

Prof. Dr. Hamilton Kikuti
Membro da banca

Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira
Orientador

UBERLÂNDIA-MG
2021

*Aos meus queridos pais, Luciano Anastácio Gilli e Olga
Cristina Rosolen Gilli, e meu irmão Bruno Rosolen Gilli que
estiveram comigo, me incentivaram e apoiaram sempre.
Aos meus avós José Irineu Rosolen e Elza Andreetta Rosolen
por todo carinho e ajuda.
À minha namorada Caroline Lemes da Silva que esteve ao meu
lado em todos os momentos.
Sou abençoado por ter tido essas pessoas na minha vida.*

Dedico!

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia do maturador etil-trinexapaque associado, ou não, aos nutrientes boro e magnésio avaliados em diferentes épocas na cana-de-açúcar, para que fossem avaliados os ganhos em TCH, TAH e ATR. O trabalho foi realizado no início à safra 2019/20 no mês de abril a mês de maio. A variedade de cana-de-açúcar utilizada foi a CTC 9001 na usina Santo Ângelo na cidade de Pirajuba em Minas Gerais. Os tratamentos foram formados pela aplicação do etil-trinexapac isolado, etil-trinexapac mais ácido bórico, etil-trinexapac mais omex boro 10 (duas doses distintas), etil-trinexapac mais concentra (B), etil-trinexapac mais Kingfol Mg e testemunha (maturação natural). As doses utilizadas foram, respectivamente, 250 g i.a. (1 L p.c. Moddus ha⁻¹), 250 g i.a. (1 L p.c. Moddus ha⁻¹) mais 169,8 g i.a. ha⁻¹ (1 kg p.c. ácido bórico ha⁻¹), 250 g i.a ha⁻¹. (1 L p.c. Moddus ha⁻¹) mais 68 g i.a. ha⁻¹ (0,5 L p.c. Omex Boro 10 ha⁻¹), 250 g i.a ha⁻¹. (1L Moddus ha⁻¹) mais 136 g i.a. ha⁻¹ (1 L p.c. Omex Boro 10 ha⁻¹), 250 g i.a. ha⁻¹ (1 L p.c. Moddus ha⁻¹) mais 74,8 g i.a. ha⁻¹ (0,5 L p.c. Concentra ha⁻¹), 74,8 g i.a. ha⁻¹ (0,5 L p.c. Concentra ha⁻¹) mais 110,6 g i.a ha⁻¹ (0,5 L p.c. Kingfol Mg ha⁻¹). Conclui-se que o maturador Moddus associado ao Omex Boro 10 independente da dose utilizada, apresentou melhores resultados quando comparados aos demais tratamentos para ganhos em TCH, TAH e ATR. Em relação às épocas, quanto maior o tempo decorrido entre a aplicação e a colheita, maiores são os valores em ganhos de ATR, independente do produto aplicado.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the efficiency of the etil-trinexapac maturer combined, or not, to the nutrients Boron and Magnesium 15 and 30 days after the application, to be evaluated the gains in TCH, TAH and ATR. This work was carried out in the crop beginning 2019/2020 from April to May. The variety of the sugar cane chosen was the CTC 9001 at the Santo Angêlo mill in the city of Pirajuba, state of Minas Gerais. The treatments were created by the application of the isolated etil-trinexapac, etil-trinexapac plus boric acid, etil-trinexapac plus Omex Boro 10 (two different doses), etil-trinexapac plus Concentra (B), etil-trinexapac plus Kingfol Mg e a control (natural maturer). The rates added were, respectively, 250 g a.i (1 L c.p. Moddus ha⁻¹), 250 g a.i. (1 L c.p. Moddus ha⁻¹) plus 169,8 g a.i. ha⁻¹ (1 kg c.p. boric acid ha⁻¹), 250 g a.i. ha⁻¹. (1 L c.p. Moddus ha⁻¹) plus 68 g i.a. ha⁻¹ (0,5 L c.p. Omex Boron 10 ha⁻¹), 250 g a.i. ha⁻¹. (1L Moddus ha⁻¹) plus 136 g a.i. ha⁻¹ (1 L p.c. Omex Boron 10 ha⁻¹), 250 g a.i. ha⁻¹ (1 L c.p. Moddus ha⁻¹) plus 74,8 g a.i. ha⁻¹ (0,5 L c.p. Concentra ha⁻¹), 74,8 g a.i. ha⁻¹ (0,5 L c.p. Concentra ha⁻¹) plus 110,6 g a.i. ha⁻¹ (0,5 L c.p. Kingfol Mg ha⁻¹). It was concluded that the Moddus maturer associated to Omex Boron 10 independently of the dose adopted, showed better results when compared to concurrents for gains in TCH, TAH e ATR. In relation to the epochs, when as higher the time occurred between the application and the harvest, higher are the gains in results of ATR, independent of the product applied.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. HIPÓTESES.....	2
3. OBJETIVO.....	3
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
4.1 Panorama Geral da Cana-de-açúcar	3
4.2 Maturação	4
4.3 Minerais: Boro e Magnésio	5
5. MATERIAL E MÉTODOS	6
5.1 Caracterização das condições climáticas.....	6
5.2 Características do solo, delineamento experimental e tratamentos	6
5.3 Avaliações	7
5.4 Análise estatística	8
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
7. CONCLUSÕES.....	12
REFERÊNCIAS	13

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com uma área de 8,442 milhões de hectares com uma produção de 642,7 milhões de toneladas, sendo o estado de São Paulo o maior produtor com área de 4,3 milhões de hectares, produzindo 342,6 milhões de toneladas, seguido de Goiás com área de 943,3 mil hectares com produção de 75,2 milhões de toneladas e Minas Gerais com área de 820,6 mil hectares com produção de 68,7 milhões de toneladas (CONAB, 2020).

A cana-de-açúcar é uma cultura de grande importância econômica devido a sua alta capacidade de produção de biomassa. Além disso, é uma cultura alternativa no uso de biocombustíveis, como é o caso do etanol, que não afeta a camada de ozônio e é uma fonte renovável, além de fornecer alguns subprodutos como o açúcar, álcool, cachaça, vinhaça, entre outros.

O açúcar total recuperado (ATR) é muito importante para usina, pois são todos os açúcares contidos na cana-de-açúcar na qual é utilizado no processo industrial para produção de açúcar e álcool. A maturidade fisiológica da cana-de-açúcar promove o aumento nos teores de ATR e é favorecida pelo clima seco. A cana-de-açúcar tem um período de maturidade fisiológica na qual ela acumula o máximo teor de açúcar em todo colmo, por isso a colheita deve ser feita em um período adequado, restringindo a janela para a colheita da cana. A maturação da cana-de-açúcar é um processo fisiológico que envolve a síntese de açúcares por meio da absorção do dióxido de carbono (CO₂) via folha, translocando-o aos colmos e armazenados na forma de açúcar (ROSSETTO, s.d.).

O processo de maturação pode ser dado por três aspectos: 1) Botânico: a cana só é considerada completamente madura quando emite flores e há formação de sementes. Na reprodução por toletes, só é considerada madura quando as gemas estão aptas a dar origem a novas plantas; 2) Fisiológico: a maturação acontece quando o colmo atinge o seu máximo armazenamento de açúcar (sacarose) no colmo; 3) Econômico: quando a cana atinge o teor mínimo de sacarose a 13% do peso do colmo, na qual está apta para ser processada industrialmente (ROSSETTO, s.d.).

O acúmulo e a translocação do açúcar ocorrem gradualmente, iniciando-se nos primeiros meses de crescimento até a formação dos colmos. O acúmulo máximo de sacarose acontece quando a planta encontra restrições que fazem diminuir seu crescimento, sendo elas: deficiência hídrica, falta de nutrientes e temperaturas mais baixas (ROSSETTO, s.d.). Estes

fatores favorecem a parada do crescimento vegetativo, ou seja, acumulando açúcar e, conseqüentemente, alcançando o amadurecimento.

O uso exagerado de fertilizantes nitrogenados e água favorecem o crescimento vegetativo da planta, assim, atrasando a maturação. Por isso é normal restringir o uso de práticas culturais no manejo de adubação e irrigação próximo ao momento de maturação da cana-de-açúcar, favorecendo o maior acúmulo de sacarose no colmo da planta (ROSSETTO, s.d.).

Para otimizar a estrutura industrial, as usinas iniciam suas colheitas em períodos ainda não favorável a maturação natural da cana, onde ela apresenta ainda um baixo ATR. Para melhorar a qualidade da cana, principalmente no início de safra, passou-se a utilizar o uso de maturadores, que são produtos químicos que induzem o amadurecimento das plantas, translocando e armazenando açúcares no interior destas. Normalmente são utilizados para antecipar e melhorar o planejamento da colheita (CHRISTOFFOLETI, s.d.). Sabendo que o produtor de cana-de-açúcar visa realizar a colheita quando sua lavoura atinge o pico de açúcar no colmo, o uso do maturador torna-se uma maneira eficaz de induzir esse aumento de açúcar, sem que ocorra diminuição na produtividade e, conseqüentemente, permitindo que o produtor colha sua matéria prima com uma quantidade maior de ATR (Açúcar Total Recuperável). Esta prática tem se tornado cada vez mais comum nos canaviais, principalmente nas usinas nas quais há cana para ser colhida durante todo ano com diferentes épocas de maturação (CHRISTOFFOLETI, s.d.).

Esses maturadores podem apresentar substâncias que dessecam as plantas, o que reduz as impurezas vegetais ou até mesmo a inibe o florescimento. Existem dois tipos de maturadores para o setor canavieiro: os estressantes e os não estressantes (ROSSETTO, s.d.). Os estressantes são inibidores que diminuem o crescimento da planta, com intuito de armazenar a sacarose presente no colmo ao invés de utilizá-la como fonte de energia para seu crescimento. Os maturadores estressantes mais utilizados são à base destes compostos: Glifosato, Etil-trinexapac e Sulfometurom-metil (ROSSETTO, s.d.). Já os maturadores não estressantes diminuem o crescimento da planta, assim há a liberação do hormônio etileno, composto que tem como função a maturação e ajuda no acúmulo de sacarose nos colmos da planta de cana-de-açúcar. Um exemplo deste tipo de maturador é o Ethephon (ROSSETTO, s.d.).

2. HIPÓTESES

O uso de maturadores isoladamente ou associado aos nutrientes boro (B) e magnésio (Mg) não alteram o teor de Açúcar Total Recuperável (ATR) e a produtividade na cultura da cana-de-açúcar.

O uso de maturador isolado proporciona o aumento no acúmulo de ATR e na produtividade da cana-de-açúcar.

O uso de maturadores em associação a nutrientes aumenta o ATR e a produtividade na cana-de-açúcar.

3. OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo avaliar a influência do uso de maturador associado ou não aos nutrientes boro e magnésio em diferentes épocas na cana-de-açúcar.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Panorama Geral da Cana-de-açúcar

A origem da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é questionada até hoje, no entanto, a teoria mais aceita é que essa cultura seja originária da região tropical Sul e Sudeste Asiático. Foi introduzida no Brasil no século XVI, mais especificamente no ano de 1532 na capital hereditária São Vicente, atualmente no Estado de São Paulo (NOGUEIRA, 2016).

O complexo canavieiro se enquadra como peça chave de sustentabilidade no território brasileiro, pela sua importância econômica, social e ambiental; como nos balanços de pagamentos e inflações, geração de empregos por toda sua cadeia produtiva (de forma direta e indireta), e além de ser uma fonte de energia renovável, diferentemente dos combustíveis de origem fóssil (SILVA et al, 2019). A cultura é responsável pela geração de açúcar, fonte de energia na alimentação, e de álcool, um combustível renovável e mais eficiente comparado ao etanol de milho, sorgo, mandioca e beterraba (BACCHI, 2009). É utilizada na alimentação animal, pois sua inclusão em dietas de ruminantes é ideal, principalmente nos períodos de escassez de pastagens, pois o corte coincide no período da seca, e pode ser fornecido aos animais de forma in natura ou silagem. É considerado um alimento de alta produtividade de massa seca por hectare, volumoso (> 18 % de FB), barato e de boa aceitabilidade dos animais (GOMES et al, 2015).

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com produção total de 642.069,7 milhões de toneladas, área total de 8,409,8 milhões de hectares com produtividade média de 76,3 toneladas/ha. O Estado de São Paulo é o maior destaque do território brasileiro, detentor de 52,3% de toda cana produzida, e se estende numa área de 4.230,2 milhões de hectares, produção total de 335.554,5 milhões de toneladas e produtividade média de 79,3 toneladas/ha, na safra 19/20 (CONAB, 2020). O período adequado do plantio é de suma importância para o seu desenvolvimento, na cultura existem três possibilidades: plantio de

inverno, sistema de ano e sistema de ano-e-meio (ROSSETTO et al, 2019). O plantio de inverno é realizado apenas em propriedades que possuem irrigação, sendo possível elevadas produtividades logo no primeiro ano. No sistema de ano, normalmente é plantado nos meses de outubro e novembro, quando o desenvolvimento da cultura é cessado nos meses de março e abril, e nos seguintes meses ocorre a maturação. No sistema de ano-e-meio, período de 18 meses, o plantio é realizado entre os meses de janeiro e março, considerada uma janela com clima ideal (temperatura, luz e precipitação adequada), favorecendo um melhor desenvolvimento, além de estar associado a maior sanidade (REHAGRO, 2018).

4.2 Maturação

O metabolismo da cana-de-açúcar é C4, assim, determinada por elevada eficiência fotossintética, com grande capacidade de fixação de CO₂. O maior potencial de crescimento se deve a maiores intensidades de luz, temperatura e disponibilidade de água, acarretando maior formação de folhas, colmos e raízes (HUMBERT, 1984; VIANA, 2007). O desenvolvimento completo da cana-de-açúcar consiste em quatro estádios fenológicos: 1) Brotação e emergência; 2) Perfilhamento e estabelecimento da cultura; 3) Período de máximo crescimento vegetativo e 4) Maturação (CÂMARA e OLIVEIRA, 1993).

O processamento industrial de cana de açúcar necessita de uma matéria prima com alta tecnologia, ou seja, teores adequados de sacarose. A síntese de sacarose ocorre por todo ciclo da cultura, porém a maturação da cana-de-açúcar, por definição, representa o processo fisiológico de transporte e acúmulo da sacarose no colmo dos internódios basais para os internódios do ápice, assim, de baixo para cima, até que a concentração de sacarose da região superior se encontre similar à inferior (PRADO FILHO, 2019). A fase de maturação consiste em um processo fisiológico na síntese de açúcares nas folhas, translocação dos nutrientes e estocagem da sacarose no colmo (HILDA et al, 2009). Ocorre de forma natural a partir do estresse da planta com a queda de temperatura, luz e déficit hídrico; já no período ótimo de crescimento da planta (safra) é necessária a aplicação de maturadores (reguladores vegetais) permitindo a indução a maturação (CASTRO, 2000a; CASTRO, 2000b). Os maturadores são compostos químicos que inibem ou retardam o crescimento vegetativo, mudam a fisiologia e morfologia da planta; modificam a partição dos fotoassimilados, direcionando ao acúmulo de sacarose, conseqüentemente, aumentam a produtividade e o brix, se tornando indispensável a adoção dessa tecnologia a essa atividade (ALMEIDA et al., 2003; CORDARO, 2008; LAVANHOLI et al., 2002).

No mercado existem vários tipos de maturadores químicos para a cana-de-açúcar, os principais são: etil-trinexapac, sulfometuron-metil, bispiribaque-sódico e glifosato (CAPUTO et al., 2008; LEITE, 2011).

4.3 Minerais: Boro e Magnésio

O Boro (B) é um micronutriente aniônico e imóvel na planta, com o fluxo de massa como forma de transporte. Essencial para a ativação de várias enzimas, participação na síntese de elementos celulares (lignina e celulose), integridade das células contra agentes patogênicos, e auxilia no transporte de carboidratos das folhas para outras regiões da planta (ORLANDO FILHO et al., 2001; PEREZ et al., 2007). Este nutriente está relacionado ao metabolismo e incorporação do cálcio na parede celular (YAMAUCHI, 1986).

A mistura de maturadores com boro demonstraram resultados satisfatórios com a elevação nos teores de sacarose (SIQUEIRA, 2014). Na pesquisa, a adoção de diferentes ingredientes ativos, hormônios e nutrientes; inclusive a mistura entre eles, é fundamental para definir as melhores estratégias para maximização da produção.

O Magnésio (Mg^{2+}) é um macro mineral secundário que representa o átomo central da estrutura da clorofila, fundamental para a fotossíntese. É um ativador enzimático relacionado a síntese de açúcares, e na sua falta, a translocação dos carboidratos das folhas para o colmo são prejudicadas (BRANDÃO e OTÁVIO, 2019). Possui característica móvel no floema da planta e, em sua deficiência é notada a clorose na região de entrenervura das folhas mais velhas. Em solos tropicais, o Magnésio (Mg) é o terceiro cátion mais disponível no solo, superado apenas pelo hidrogênio e cálcio. A base de transporte desse nutriente se deve pelo fluxo de massa para as raízes na forma iônica de Mg^{2+} . A aplicação do magnésio proporciona um adequado equilíbrio com o potássio, melhorando índices relacionados a teores de sacarose, como o ATR; porém, em elevados teores de potássio e cálcio no solo, a absorção do magnésio é comprometida, principalmente pelo potássio, pela preferência de transporte pelos carreadores de membrana (BRANDÃO e OTÁVIO, 2018.; MARSCHNER, 1986).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização das condições climáticas

O experimento foi conduzido em cana planta na fazenda São Cristovão, na safra 2019/20 localizado no município de Campo Florido (MG). A coordenadas do local são: latitude 19°81'S e longitude 48°48'O, localizada na fazenda 791 presente no talhão 63, pertencente à usina Santo Ângelo (Pirajuba – MG).

O clima característico da região de Campo Florido-MG é do tipo Cwa (segundo classificação de Köppen), subtropical, com inverno relativamente seco e verão chuvoso.

5.2 Características do solo, delineamento experimental e tratamentos

A topografia da área é plana e o solo é classificado como cambissolo distrófico, ambiente de produção C, solo com 27,5% de argila, cujas características químicas estão descritas na tabela.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área de instalação do experimento (Usina Santo Ângelo, fazenda 791, talhão 63, município de Campo Florido - MG, instalação em abril/2020).

pH	P	S	K	Ca	Mg	Al	MO	B	Cu	Fe	Mn	Zn	t	T	V
	mg dm ⁻³		----- cmol _c dm ⁻³ -----	cmol _c dm ⁻³	-----	dag dm ⁻³	-----	mg dm ⁻³	-----	mg dm ⁻³	-----	cmol _c dm ⁻³			%
4,8	12	3,4	0,1	1,6	0,9	0,2	1,6	0,4	0,6	13	2,4	0,9	2,8	4,3	60

pH: CaCl₂; P e K: Mehlich-1; S: Ca(H₂PO₄)₂; Ca, Mg e Al: KCl 1 mol L⁻¹; MO: K₂Cr₂O₇; B: BaCl₂; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7; V: saturação por bases (SILVA, 2009).

A área foi plantada com a variedade CTC 9001, que tem como características principais alta produtividade de colmos com elevado teor de riqueza de açúcar, boa tolerância a seca, apropriada para a colheita mecanizada e boa resposta a maturadores. Esta variedade é recomendada para ambientes B, C e D e colheitas nos meses de abril a agosto.

O experimento foi conduzido em fatorial com blocos inteiramente casualizados contendo cinco repetições. O primeiro fator foi o produto aplicado e o segundo fator a época analisada. Os tratamentos podem ser observados na Tabela 2.

Cada parcela foi constituída por quatro linhas de dez metros de comprimento, espaçadas com 1,5 metro de distância, obtendo área de cultivo de 60 m² sendo que em cada uma das parcelas adotou-se um espaçamento de três metros entre as cabeceiras.

A aplicação dos tratamentos foi realizada no dia 24/04/2020, aos trinta dias antes da colheita, cuja pulverização foi direcionada às folhas, por meio de equipamento costal pressurizado com CO₂ (Figura 1), acoplado a uma garrafa contendo a solução preparada, com uma barra de 1,5 metros, contendo 3 bicos de pulverização espaçados em 0,5 metro, com

pressão de trabalho de 3 psi e o volume de calda de 267 L ha⁻¹. Os produtos foram aplicados durante a tarde em períodos com temperaturas mais amenas. O caminhamento era sempre feito nas duas extremidades da parcela, para que os produtos fossem aplicados nas duas primeiras linhas da direita durante a ida e nas duas linhas da direita na volta (lado oposto), fazendo com que as quatro linhas da parcela recebessem a aplicação dos produtos.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos

Produto comercial	Composição	Dose do p. c. (kg ou L ha ⁻¹)	Dose i. a. (g)
Testemunha	-	-	-
Moddus	Trinexapaque-etílico	1	250
Moddus + ácido bórico	Trinexapaque-etílico + H ₃ BO ₃	1 + 1	250 + 169.8
Moddus + Omex Boro 10	Trinexapaque-etílico + B	1 + 0,5	250 + 68
Moddus + Omex Boro 10	Trinexapaque-etílico + B	1 + 1	250 + 136
Moddus + Concentra	Trinexapaque-etílico + B	1 + 0,5	250 + 74.8
Concentra + Kingfol Mg	B + Mg	0,5 + 0,5	74.8 + 110.6

p.c.= produto comercial

i.a.= ingrediente ativo



Figura 1. Aplicação dos tratamentos. Safra 2019/20, Campo Florido, MG.

5.3 Avaliações

5.3.1 Açúcar total recuperável (ATR)

No momento da instalação do experimento (data da aplicação das fontes - 0 dias após a aplicação - DAA), bem como aos 15 e 30 DAA (momento da colheita), foram amostrados,

aleatoriamente, 2 colmos seguidos de cada linha da parcela, totalizando 8 colmos por parcela. Em seguida, os materiais obtidos foram submetidos à análise tecnológica no laboratório da Usina Santo Ângelo, seguindo metodologia proposta por CONSECAN (2013) determinando-se açúcar total recuperável (ATR em kg t^{-1}).

5.3.2 Ganhos em açúcar total recuperável (ATR)

Pela diferença entre os valores de ATR obtidos aos 0, 15 e 30 DAA, calcularam-se os ganhos em ATR (kg t^{-1}) em cada tratamento e época de colheita.

5.3.3 Estimativa de ganhos em produtividade de colmos (TCH)

A produtividade de colmos (TCH), por ocasião da colheita, foram amostrados, aleatoriamente, 2 colmos seguidos de cada linha da parcela, totalizando 8 colmos por parcela aos 0 e 30 DAA. Através dos pesos obtidos (iniciais e finais) e do número de colmos presentes em cada parcela, estimou-se a produtividade (TCH) inicial e final em t ha^{-1} e, pela diferença das mesmas, os ganhos em produtividade de colmos.

5.3.4 Estimativa de ganhos em produtividade de açúcar (TAH)

Utilizando-se os valores estimados de TCH (inicial e final) e de ATR (aos 0 e 30 DAA), realizou-se as estimativas de produtividades de açúcar (TAH) inicial e final e, pela diferença das mesmas, os ganhos em produtividade de açúcar.

5.4 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do programa estatístico Agroestat. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Scott Knott a 10% de probabilidade. Os resultados de épocas de amostragem foram submetidos à análise de regressão, adotando-se como critério para escolha do modelo a magnitude dos coeficientes de regressão significativos a 10% de probabilidade pelo teste t.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a tabela 3, após os 30 dias da aplicação dos produtos foram analisadas as diferenças iniciais, finais e ganhos em TCH e TAH, com o objetivo de demonstrar as diferenças entre os mesmos. Assim, de acordo com os resultados das avaliações é possível observar que o TCH final não diferiu estatisticamente para nenhum tratamento, resultado esse, semelhante ao encontrado por Filho (2011) o qual testou etil-trinexapac e outros maturadores aos 15, 30, 60 e 120 dias após a aplicação, todas estas situações a campo. Porém, aos 120 DAA, este mesmo autor observou uma diferença significativa entre o maturador etil-trinexapac em relação aos outros testados.

Tabela 3. Toneladas de cana-de-açúcar por hectare (TCH) inicial, TCH final, ganhos em TCH, toneladas de açúcar por hectare (TAH) inicial, TAH final, ganhos em TAH e os produtos. Safra 2019/20, Campo Florido, MG.

Produtos	TCH inicial (t ha ⁻¹)	TCH final (t ha ⁻¹)	Ganhos (t ha ⁻¹)	TAH inicial (t ha ⁻¹)	TAH final (t ha ⁻¹)	Ganhos (t ha ⁻¹)
Testemunha	94,3	107,9	13,6	12,5	15,6	3,1
Moddus	93,8	109,6	15,8	12,0	15,9	3,8
Moddus + ácido bórico	98,5	115,4	17,0	12,9	17,0	4,1
Moddus + Omex Boro 10	93,1	116,3	23,2	12,1	17,3	5,2
Moddus + Omex Boro 10	100,9	125,0	24,1	13,3	18,5	5,2
Moddus + Concentra	89,3	109,2	19,9	11,8	16,0	4,2
Concentra + Kingfol Mg	93,5	111,6	17,7	12,3	16,5	4,1
	<i>P</i> =0,6481	<i>P</i> =0,3883	<i>P</i> =0,9488	<i>P</i> =0,5191	<i>P</i> =0,1852	<i>P</i> =0,7654

Médias seguidas por uma letra comum na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 10% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 3 pode-se observar que não houve diferença estatística para ganhos em TCH em todos os tratamentos. Siqueira (2014) também não obteve resultados significativos com o uso do mesmo maturador isolado ou com associação ao nutriente boro, testados de 0 até 45 dias após a aplicação, isso se deve ao fato de que a cana-de-açúcar já atingiu seu pico máximo de desenvolvimento vegetativo, não contribuindo para um aumento significativo de massa.

No presente estudo não observou-se diferença estatística para TAH final, porém o Moddus quando associado ao boro nas duas dosagens ocasionou um aumento no acúmulo de

açúcar. Fernândes (2013) observou diferença estatística em seu trabalho, com o maturador trinexapaque etílico depois de 30 dias após a aplicação quando comparado a testemunha.

Os tratamentos com maiores ganhos em TAH estão em associação do maturador ao nutriente boro, tanto na dose de 0,5 L ha⁻¹ quanto 1,0 L ha⁻¹ de boro, porém não houve diferença significativa. Segundo Hervantin (2018) o maturador quando associado ao fertilizante foliar ocasionou maiores ganhos quando comparado ao maturador aplicado isoladamente, isso pode ser explicado por que o boro auxilia na translocação dos açúcares assimilados pela planta por meio da fotossíntese, sendo acumulado na folha e mais tarde transportado para o interior do colmo, havendo ganhos em TAH.

De acordo com a tabela 4, pode-se observar que houve diferença estatística para todos os produtos testados, quando comparados com a testemunha, porém, independentemente se associados ou o moddus isolado, não se observou diferença estatística entre eles. Galdiano (2008), Viana (2008) e Viana (2011), também encontraram resultados significativos dos diversos maturadores utilizados em relação à não aplicação (testemunha). Este efeito pode ser explicado pois os maturadores atuam como indutores de maturação diminuindo o ritmo do crescimento vegetativo induzindo a planta acumular o dissacarídeo chamado sacarose (FILHO, 2011).

Tabela 4. Ganhos em ATR em função dos produtos aplicados e época de avaliação. Esses valores representam a média de cada um dos fatores. Safra 2019/20, Campo Florido, MG.

Produtos	Época (DAA)	Ganhos (kg t⁻¹)
Testemunha	-	8,4 b
Moddus	-	15,2 a
Moddus + ácido bórico	-	14,5 a
Moddus + Omex Boro 10	-	17,5 a
Moddus + Omex Boro 10	-	14,3 a
Moddus + Concentra	-	12,3 a
Concentra + Kingfol Mg	-	13,0 a
		<i>P</i> =0,0306
-	15 dias	11,4 b
-	30 dias	15,7 a
		<i>P</i> =0,0024
Produtos x Época		<i>P</i> =0,9063

Médias seguidas por uma letra comum na mesma coluna não diferem entre si pelo teste t ao nível de 10% de probabilidade.

Em relação à época, consegue-se atribuir diferença estatística com maior ganho para o período de maior tempo, sendo 30 dias após a aplicação. Fernândes (2013) avaliou em seu

trabalho a aplicação do etil-trinexapac aos 0, 15, 30, 45, 60, 75 dias após a aplicação, encontrando diferença estatística, com o melhor resultado ao acúmulo de ATR aos 30 dias após a aplicação, corroborando com o presente estudo. Isso se deve ao fato de uma rápida translocação e acúmulo de sacarose após a aplicação do maturador em um período compreendido entre 15 e 30 dias após a aplicação (LEITE & CRUSCIOL, 2008), além do fato que conforme a cana-de-açúcar amadurece, os valores de ATR aumentam (VIANA, 2011).

De acordo com a tabela 5, podemos observar que não foi obtido diferença estatística para a média dos tratamentos nas médias de ATR e sua interação com às épocas de aplicação. Galdiano (2008) também não encontrou diferença estatística em seu trabalho em relação aos maturadores e a interação entre os tratamentos relacionados à época.

Tabela 5. Resultados médios de ATR (kg t^{-1}) em função dos produtos aplicados e época da avaliação (DAA). Safra 2019/20, Campo Florido, MG

Produtos	Época	ATR (kg t^{-1})
Testemunha	-	138,1
Moddus	-	138,9
Moddus + ácido bórico	-	140,4
Moddus + Omex Boro 10	-	141,4
Moddus + Omex Boro 10	-	141,8
Moddus + Concentra	-	140,5
Concentra + Kingfol Mg	-	140,4
		<i>P</i> =0,1082
-	0 dias	131,2 c
-	15 dias	142,6 b
-	30 dias	146,9 a
		<i>P</i> <0,0001
Tratamento x Época		<i>P</i> =0,2497

Médias seguidas por uma letra comum na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 10% de probabilidade.

Com relação as épocas analisadas, podemos observar que houve diferença estatística, sendo importante ressaltar que com o passar do tempo, independente do produto aplicado, a planta apresentou maiores valores de ATR, apresentando o melhor resultado aos 30 dias. Viana (2011) verificou em seu trabalho os valores de ATR aos 0, 15, 30 e 45 dias após a aplicação, testando quatro maturadores, sendo possível observar que todos os tratamentos, conforme os dias iam decorrendo, os valores de ATR aumentavam, corroborando com este estudo. Isto se deve ao fato natural da maturação da cana-de-açúcar (VIANA, 2011).

De acordo com a Figura 2 pode-se observar pouca diferença entre a testemunha e os outros tratamentos, porém conforme os dias avançam, os valores de ATR aumentam e a diferença da testemunha quando comparada aos maturadores isolados e associados, aumenta ainda mais em relação ao dia da aplicação.

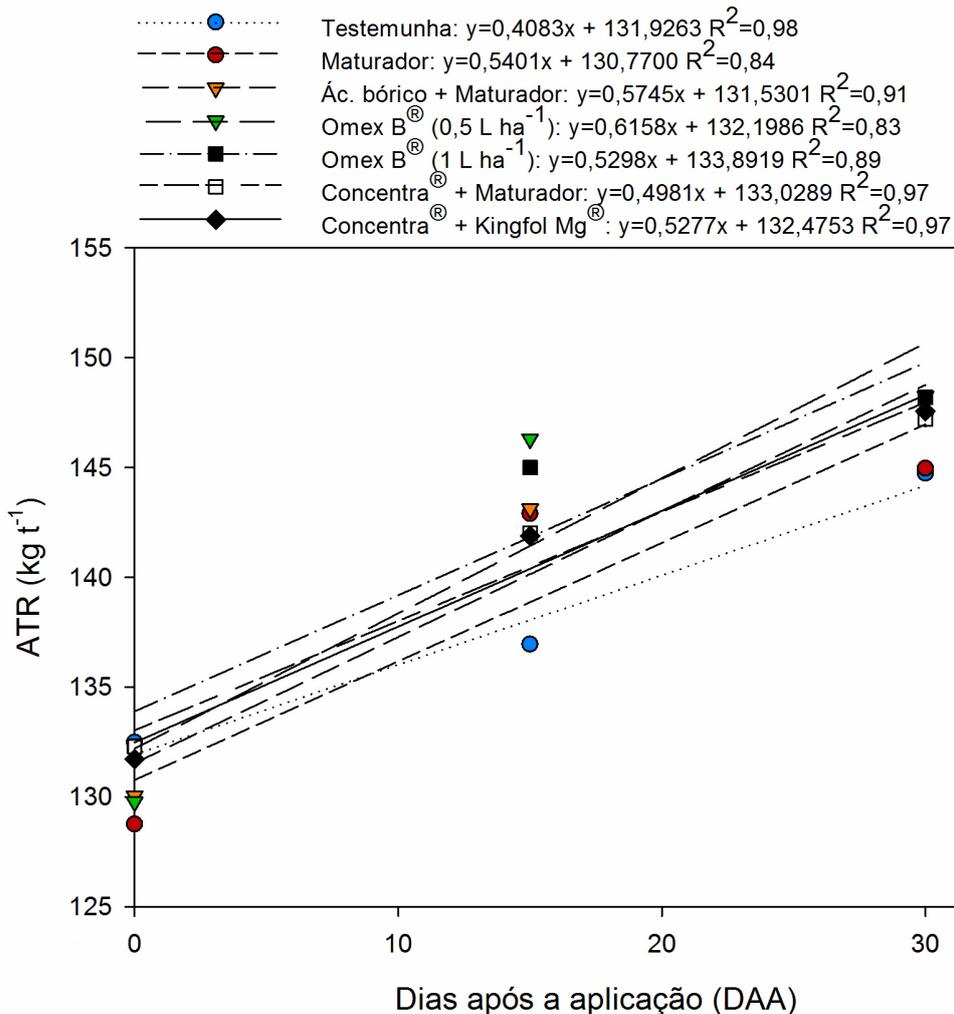


Figura 2. Acúmulo de ATR em função da época de aplicação dos tratamentos

7. CONCLUSÕES

O tratamento que teve maior ganho numérico em TCH foi o Moddus associado ao Omex Boro 10 na dose de 1L ha⁻¹, porém sem diferença estatística.

O tratamento com Moddus associado ao Omex Boro 10, independente da dose utilizada, apresentaram os maiores ganhos em TAH.

O tratamento com Moddus junto ao Omex Boro 10 na dose de 0,5 L ha⁻¹, apresentou o maior ganho em ATR.

Independente dos produtos aplicados, aos 30 dias foram encontrados os maiores ganhos em ATR.

Aos 30 dias foram encontrados os maiores valores de ATR, independente da associação dos produtos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C. V. et al. Eficiência agrônômica de sulfometuron methyl como maturador na cultura da cana-de-açúcar. **STAB**, v.21, n.3, p.36-37, 2003.

BACCHI, M. R. P. Interdependência dos mercados de gasolina C e de álcool combustível no Estado de São Paulo. **6ª. Jornadas Interdisciplinarias de Estudos Agrários Y Agroindustriales**, Buenos Aires, Argentina, 2009. Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade de Buenos Aires.

BRANDÃO, R. P; OTÁVIO, J. R. **Importância do magnésio e boro na produtividade e no ATR da cana**. Campos & Negócios. 10 de maio, 2019. Campos & Negócios. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/importancia-do-magnésio-e-boro-na-produtividade-e-no-atr-da-cana/#:~:text=O%20magn%C3%A9sio%20%C3%A9%20o%20nutriente,prejudicando%20%20ATR%20da%20cana.>

BRANDÃO, R. P; RODRIGUES, B. R. **Influência do magnésio e boro no ATR da cana-de-açúcar**. Campo & Negócios. 21 de junho de 2018. Disponível em: <http://revistacampoenegocios.com.br/influencia-do-magnésio-e-boro-no-atr-da-cana-de-acucar/>

CÂMARA, G. M. S.; OLIVEIRA, E.A.M. **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1993. 242p.

CAMPO, Jornal Dia de. **Variedades CTC são destaque no campo**. 2016. Disponível em: <https://ctc.com.br/variedades-ctc-sao-destaque-no-campo/>. Acesso em: 03 maio 2021

CASTRO, P. R. C. Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DEAÇÚCAR, 2000a, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000a. 9p. 1 CD-room.

CASTRO, P. R. C. Utilização de reguladores vegetais no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DEAÇÚCAR, 2000b, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000b. 10p. 1 CD-room

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Safra 2019/2020. Análise Mensal Cana-de-açúcar (Agosto /Setembro de 2020). Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e->

extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-cana-de-acucar/item/14177-cana-de-acucar-analise-mensal-agosto-setembro-2020.

CONSECANA. **Procedimentos e normas para acompanhamento de análise de qualidade de cana-de-açúcar.** 2013. Disponível em:

http://www.cana.com.br/biblioteca/manual_consecana_2013.pdf. Acesso em: 27 mar. 2021.

CORDARO, L. G. **Qualidade da Cana-de-Açúcar(Saccharum Spp), submetida à aplicação de maturadores químicos em final de safra.** Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal-SP. 2008, p. 2. Disponível em:< <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/m/3073.pdf> >. Acesso: 22/05/2016.

CHRISTOFFOLETI, Jacob; NICOLAI, Marcelo; SOUZA JÚNIOR, José Antonio de. **Utilização de maturadores na cultura da cana-de-açúcar em final de ciclo.** Disponível em:

<http://diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25311&secao=Sanidade%20Vegetal>. Acesso em: 04 jun. 2021.

FERNÂNDES, Michel da Silva; SEGATO, Silvelena Vanzolini; ROCHA, Douglas Ribeiro da. **Produtividade, Açúcar e Brotação da Cana-de-açúcar Submetida a Fungicidas e Maturadores.** 2013. Disponível em: <http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/985>. Acesso em: 01 maio 2021.

GALDIANO, Livia Cordaro. **Qualidade da Cana-de-açúcar Submetida à Aplicação de Maturadores Químicos em Final de Safra.** 2008. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96989/galdiano_lc_me_jabo.pdf?sequence=1. Acesso em: 02 maio 2021.

GOMES, M. A. B. et al. Aerobic stability, chemical composition and ruminal degradability of sugarcane silage with glycerin from biodiesel. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1531–1544, 2015.

HERVANTIN, Cleber de Moraes. **Adubação Foliar Associada à aplicação de Maturador em Cana-de-açúcar em Início de Safra.** 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/180514>. Acesso em: 02 maio 2021.

HIDA, J. N. T; SILVEIRA, J. C. F; SEGATO, S. V. Efeito dos maturadores químicos na cultura da cana de açúcar (Saccharum spp). **Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava –SP.** Nucleus, v.6, n.2, out. 2009, p.3. Disponível em: <<http://www.coplana.com/gxpfiles/ws001/design/RevistaCoplana/2009/fevereiro/pag30.pdf>>. Acesso: 22/05/2016.

HUMBERT, R.P. **El cultivo de la caña-de-azucar.** 6. ed. México: Continental, 1984. 719p.

LEITE, Glauber Henrique Pereira; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa; SILVA, Marcelo de Almeida; VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores em meio de safra.** 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/hRy4rbWT44XjDVTbgkqf3ZD/?lang=pt>. Acesso em: 03 maio 2021.

- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 647p.
- NOGUEIRA, H. M. C. M. **Viabilidade do cultivo da cana-de-açúcar irrigada para produção de etanol**. 2016. 139p. (Tese de Doutorado) Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria - RS, 2016.
- OLIVEIRA FILHO, Paulo Barbosa de. **Aplicação de Maturadores Químicos e Diferentes Épocas de Colheita de Cana-de-Açúcar**. 2011. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/1403>. Acesso em: 01 maio 2021.
- ORLANDO FILHO, J.; ROSSETO, R.; CASAGRANDE, A.A. Cana-de-açúcar. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. VAN; ABREU, C.A. (Ed). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; Fapesp; Potafos: 355-368, 2001.
- PEREZ, J.; EIGENBRODE, S. D.; HILJE, L.; TRIPEPI, R. R.; AGUILAR, M. E.; MESEN, F. Use of grafting to prevent *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) damage to new world meliaceous species. **Neotropical Entomology**, v.39, n.4, p.618-625, 2007.
- PRADO FILHO, A. P. A. **Aplicação foliar de nutrientes e hormônios na cana-de-açúcar em início de safra: produção e qualidade da matéria prima** / Aníbal Pacheco de Almeida Prado Filho. -- Botucatu, 2019 99 p.: il., tabs., fotos. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu Orientador: Carlos Alexandre Costa Crusciol.
- REHAGRO, **Conhecimento sobre agronegócio**, 2018. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/plantio-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 22 agosto de 2019.
- Rossetto R. **Maturação**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_90_22122006154841.html
- ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. Agência Embrapa de Informações Tecnológicas - AGEITEC. **Arvore do conhecimento cana-de-açúcar**. Brasília, 2019. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-deacucar/arvore/CONTAG01_33_711200516717.HTML. Disponível em: abril de 2019.
- SILVA, A. F. M. S.; GOMES, G. N.; BACCHI, M. R. P. **A importância das cadeias da cana-de-açúcar: uma análise insumo-produto**. Economia Ensaios, Uberlândia, 33(2): 149-174, Jan/Jun. 2019.
- SIQUEIRA, G. F. Aplicação de boro e maturadores na pré-colheita da cana-de-açúcar em início e final de safra. **Tese (doutorado)**. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2014.
- VIANA, R. S. **Aplicação de maturadores químicos no final de safra, associado à eliminação de soqueira em área de reforma do canavial**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.
- VIANA, R. S.; SILVA, P. H.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. S.; GUIMARÃES, E. R.; BENTO, M. Efeito da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana de açúcar

(*Saccharum spp.*) variedade SP81-3250. **Acta Science Agronomy**. Universidade Estadual do Estado de São Paulo, Jaboticabal, 2008.

VIANA, Ronaldo da Silva. **Efeitos de maturadores químicos aplicados em início de safra na produtividade e qualidade tecnológica da cana-de-açúcar**. 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/99954>. Acesso em: 03 maio 2021.

YAMAUCHI, T.; HARA, T.; SONODA, Y. Effects of boron deficiencies and calcium supply on the calcium metabolism in tomato plant. **Plant and Soil**, v. 93, n.223/231, 1986.