

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CAMPUS DE DRACENA**

**ADRIANO MASTRO**

**AVALIAÇÃO DE MATURADORES QUÍMICOS E UM  
COMPOSTO NUTRICIONAL EM CANA-DE-AÇÚCAR EM  
FINAL DE SAFRA**

Ilha Solteira

2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CAMPUS DE DRACENA**

**ADRIANO MASTRO**

**AVALIAÇÃO DE MATURADORES QUÍMICOS E UM  
COMPOSTO NUTRICIONAL EM CANA-DE-AÇÚCAR EM  
FINAL DE SAFRA**

Dissertação apresentada à  
Faculdade de Ciências Agrárias e  
Tecnológicas – Unesp, Câmpus de  
Dracena como parte das exigências  
para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre  
Monteiro de Figueiredo

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

M423a Mastro, Adriano.  
Avaliação de maturadores químicos e um composto nutricional em cana-de-  
açúcar em final de safra / Adriano Mastro. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021  
36 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de  
Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2021

Orientador: Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo  
Inclui bibliografia

1. Matéria prima . 2. Fisiologia da cana. 3. Maturação induzida.

*Raiane da Silva Santos*  
Raiane da Silva Santos

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AVALIAÇÃO DE MATURADORES QUÍMICOS E UM COMPOSTO NUTRICIONAL EM CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) EM FINAL DE SAFRA**

**AUTOR: ADRIANO MASTRO**

**ORIENTADOR: PAULO ALEXANDRE MONTEIRO DE FIGUEIREDO**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Agronomia, área: Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. PAULO ALEXANDRE MONTEIRO DE FIGUEIREDO (Participação Virtual)  
Diretoria Geral da FCAT / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Prof. Dr. LUCAS APARECIDO MANZANI LISBOA (Participação Virtual)  
Fundação Educacional de Andradina - FEA

Dr. IVAN ANTÔNIO DOS ANJOS (Participação Virtual)  
IAC - Centro de Cana / Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA

Ilha Solteira, 29 de junho de 2021

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

ADRIANO MASTRO – Nascido na cidade de Jaboticabal, SP em 30/11/1978, filho de José Antonio Mastro e Lucilena Maria de Oliveira Mastro. Graduado em Biologia pela Faculdade Integrada de Ourinhos, no município de Ourinhos - SP em 2008. Durante sua carreira profissional teve a oportunidade de atuar como responsável técnico na área de vinhaça na Usina Santa Adélia, Unidade de Jaboticabal, atuou como Assistente Técnico de Pesquisa na empresa Syngenta em 2002 na cidade de Jaboticabal - SP e atualmente como Desenvolvimento Técnico de Mercado pela empresa Syngenta, com atendimento em Usinas e Produtores de Cana-de-açúcar, no oeste de São Paulo e nos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, compartilhando inovações e boas práticas junto aos clientes.

À Deus pela minha vida e minha saúde. A minha família Marina, Pedro e Eduardo, pelo amor incondicional e nos momentos mais difíceis. Ao Dr. Benedito Aparecido Braz por todo aprendizado e companheirismo durante essa trajetória.

**Dedico**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força espiritual para a realização desse trabalho.

Aos meus pais José Antonio Mastro e Lucilena Maria de Oliveira Mastro, pelo eterno orgulho de nossa caminhada, pelo apoio, compreensão, ajuda, e, em especial, por todo carinho ao longo deste percurso.

A minha esposa Marina Padovani Mastro e meus filhos Pedro Padovani Mastro e Eduardo Padovani Mastro, pelo carinho, compreensão e pela grande ajuda.

A todos meus familiares que sempre me apoiaram.

Aos meus amigos e colegas de curso, pela cumplicidade, ajuda e amizade.

Ao Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo, pela orientação deste trabalho.

A todos os professores que de alguma forma contribuíram para esta realização.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O emprego de maturadores químicos destaca-se como uma ferramenta importante no processo de maturação, promovendo melhorias na qualidade da matéria-prima a ser processada na cultura da cana-de-açúcar. O presente trabalho teve como objetivo a avaliação de maturadores químicos e composto nutricional e seus impactos na cana-de-açúcar colhida em final de safra. O delineamento experimental adotado foi em Blocos Casualizados, em esquema fatorial 3x2x5, onde o primeiro fator consistiu em diferentes tipos de maturação: a fisiológica; hormonal e estressante; o segundo fator foi a nutrição foliar, decorrente da aplicação de um composto nutricional; e o terceiro fator, a avaliação das diferentes épocas avaliadas. Os maturadores utilizados foram: o trinexapac-etílico 200 g. i.a. ha<sup>-1</sup> e sulfometuron-metil 15 g. i.a. ha<sup>-1</sup>, com adição de um composto nutricional. Foram avaliadas diferentes épocas de amostragem 0, 15, 30, 45 e 60 dias após aplicação dos maturadores, realizada no dia 12 de setembro de 2019. Os resultados evidenciaram que a aplicação dos maturadores incremento nas características tecnológicas avaliadas, principalmente na porcentagem de sacarose do suco (Pol), pureza (%) e açúcares totais redutores (kg/ha). A associação do composto nutricional promoveu interação positiva principalmente para o trinexapac-etílico. Foi evidenciado que o melhor período para colheita de colmos ocorreu entre 30 e 45 para sulfometuron-metil e 30 a 60 dias para trinexapac-etílico.

**Palavras chaves:** qualidade de matéria prima; maturação; nutrição.



## ABSTRACT

The use of chemical ripening stands out as an important tool in the ripening process, promoting improvements in the quality of the raw material to be processed in the sugarcane crop. This study aimed to evaluate chemical ripeners and nutritional compost and their impacts on sugarcane harvested at the end of the harvest. The experimental design adopted was in Casualized Blocks, in a 3x2x5 factorial scheme, where the first factor consisted of different types of maturation: physiological; hormonal and stressful; the second factor was leaf nutrition, resulting from the application of a nutritional compound; and the third factor, the evaluation of the different periods evaluated. The ripeners used were: trinexapac-ethyl 200 g. a.i. ha<sup>-1</sup> and sulfometuron-methyl 15 g. i.a. ha<sup>-1</sup>, with addition of a nutritional compound. Different sampling times were evaluated 0, 15, 30, 45 and 60 days after application of the ripeners, carried out on September 12, 2019. The results showed that the application of ripeners increased the evaluated technological characteristics, mainly in the pol (%), purity (%) and total reducing sugars (kg/ha). The association of the nutritional compound promoted a positive interaction mainly for trinexapac-ethyl. It was shown that the best period for harvesting stalks occurred between 30 to 45 for sulfometuron-methyl and 30 to 60 days for trinexapac-ethyl.

**Keywords:** raw material quality; maturation; nutrition.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1-** Precipitação semanal (mm); média semanal das temperaturas mínimas e máximas (°C), no segundo semestre de 2019. Maracaí, SP, 2019. Fonte: Rural  
Clima.....13

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Descrições dos tratamentos aplicados. Maracaí, SP, 2019.....20
- Tabela 2.** Valores médios dos parâmetros de produtividade agrícola toneladas de colmos por hectare (TCH) e características tecnológicas; açúcar redutor (AR), sólidos solúveis totais (BRIX), sacarose do suco (Pol), fibra (FIBRA), pureza (PZA), açúcar total recuperado (ATR) em função da aplicação de maturadores, composto nutricional e época de amostragem. Maracaí – SP, 2019.....22
- Tabela 3.** Porcentagem de açúcar redutor (AR) em função do maturador e composto nutricional. Maracai – SP, 2019.....23
- Tabela 4.** Porcentagem de sólidos solúveis totais (°Brix), em função dos maturadores e composto nutricional. Maracai – SP, 2019.....24
- Tabela 5.** Sólidos solúveis totais (°Brix), em função dos maturadores e épocas de amostragem. Maracai – SP, 2019. ....24
- Tabela 6.** Porcentagem de sacarose do suco (Pol) em função dos maturador e composto nutricional. Maracai – SP, 2019.....25
- Tabela 7.** Açúcar total recuperado (ATR) em função dos maturadores e composto nutricional. Maracai – SP, 2019.....26
- Tabela 8.** Análise de regressão de sólidos solúveis totais (°Brix), porcentagem de sacarose do suco (Pol) e açúcar total recuperável (ATR) em função dos tratamentos nas diferentes épocas avaliadas. Maracaí – SP, 2019.....26
- Tabela 9.** Açúcar total recuperável (ATR) em função da interação entre maturadores e composto nutricional. Maracaí -SP, 2019.....27

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	14
3	REVISÃO DE LITERATURA .....	14
3.1	Cana-de-açúcar matéria-prima de importante impacto econômico no Brasil.....	14
3.2	Fenologia e fisiologia da cana-de-açúcar ( <i>saccharum ssp</i> ).....	15
3.3	Maturação induzida.....	17
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6	CONCLUSÕES.....	27
	REFERÊNCIAS.....	27

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil, anualmente, vem batendo recordes de produção em grãos, óleos vegetais, açúcar e álcool. Além da busca incansável do produtor por sucessivos ganhos de produtividade e expansão de área cultivada, é preciso enaltecer toda a cadeia de produtos de alta tecnologia disponível e serviços especializados que dão suporte ao agronegócio. O conjunto desses fatores permite ao País a posição de destaque na liderança mundial nos campos da agricultura alimentar e energética, sendo a cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) uma das protagonistas deste quadro de sucesso, uma vez que o Brasil se destaca como líder mundial nas agroindústrias do açúcar e do álcool.

Para a obtenção de áreas produtivas de cana-de-açúcar é de fundamental importância o estímulo do acúmulo de sacarose armazenada nos colmos. Assim, quanto maior a capacidade de uma variedade em armazenar açúcar, em resposta às condições oferecidas pelo ambiente, maior a produtividade de matéria verde por área (RODRIGUES; ROSS, 2020).

Os maturadores são uma ferramenta útil para melhorar e alterar as características fisiológicas que participam do processo de aumento da concentração de sacarose nos colmos (VELIZ, 2017).

A aplicação de maturadores na cultura da cana-de-açúcar tem se tornado prática cada vez mais comum no setor sucroenergético, com a finalidade de antecipar a maturação no início de safra e manter a qualidade da matéria prima no final de safra, promovendo incrementos na industrialização, além de auxiliar no manejo dos cultivares (VIANA *et al.*, 2017).

Conceitualmente, o processo de maturação fisiológica da cana-de-açúcar consiste em frear a taxa de desenvolvimento vegetativo sem, porém, afetar significativamente o processo fotossintético, de maneira que haja maior saldo de produtos fotossintetizados e transformados em açúcares para armazenamento nos tecidos da planta (CAETANO, 2017).

Portanto, os maturadores podem alterar ou modificar as características biométricas, físicas ou químicas, dependendo da época de aplicação, sendo que aplicações no início da safra são mais importantes, devido às condições climáticas adversas, onde o ganho de sacarose pode ser maior (CRUSCIOL *et al.*, 2010; LAVANHOLI *et al.*, 2002).

A associação de maturadores com boro (B) pode fornecer à indústria matéria prima de qualidade, bem como a aplicação de produtos cuja composição química apresenta o nitrato de potássio. Segundo Siqueira (2014) a aplicação do Boro revelou efeito promissor em elevar o teor de sacarose dos colmos em início de safra. Leite *et al.* (2011) verificaram que o nitrato de potássio apresentou efeito maturador na cultura da cana-de-açúcar, possibilitando acúmulo de sacarose nos colmos.

## **2 OBJETIVOS**

Estudar o efeito dos maturadores químicos e composto nutricional e seus impactos na qualidade da cana-de-açúcar colhida em final de safra.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Cana-de-açúcar matéria-prima de importante impacto econômico no Brasil.

Uma planta de clima tropical, com distribuição geográfica entre latitudes 35° Norte e 35° Sul, colocando o Brasil como o maior produtor de cana-de-açúcar, conforme descreve a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Seu desenvolvimento vegetativo se por meio de touceiras, com enraizamento fasciculado, sendo sua parte aérea o produto de importância econômica, contendo colmos, folhas e flores. Sua disseminação ocorre principalmente por rizomas que estão nos internódios das plantas (SZMRECSÁNYI, 1979).

De acordo com Rodrigues (2010) em meados do século XX ocorre o início do processo de produção de energia por intermédio do açúcar, sendo em 1975 o ponto de partida para o desenvolvimento de biocombustíveis a partir da cana-de-açúcar com o resultado do etanol. O autor descreve a importância de maiores investimentos nos setores energéticos em torno do mundo, o que resulta em um aspecto positivo para indústrias sucroenergéticas, sendo o produto da cana-de-açúcar (etanol) uma opção consideravelmente rentável aos cofres brasileiros, além de energia limpa e renovável contribuindo para a sustentabilidade do país.

Cosmos e Galeriane (2016), relata que a produção brasileira de açúcar é responsável por mais da metade da comercialização mundial, também como maior participante de exportação de etanol mundial. O autor complementa com a informação de que o Brasil possui uma produção média de 480 milhões de toneladas de cana, fator esse que o mantém na liderança em produção etanol, seguido da produção de açúcar, além de seus subprodutos como energia elétrica, insumos agrícolas e alimento animal.

Feijó e Alvim (2008), descreve quão importante é o uso de tecnologia em geração de energia limpa devido ao constante aumento do aquecimento global além da instabilidade frequente nos preços dos combustíveis. Os autores complementam que os biocombustíveis são importantes aliados na redução de gases poluentes.

Segundo a União da Indústria da cana-de-açúcar (ÚNICA), foram moídos mais de 600 milhões de toneladas de cana na safra 2020/2021 onde a produção de etanol chegou 29,99 bilhões de litros e 38,28 milhões de toneladas de açúcar, superando as safras anteriores.



### 3.2 Fenologia e fisiologia da cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*)

Sendo uma cultura semi-perene, a cana-de-açúcar passa por processos fenológicos como: brotação (emergência), perfilhamento e estabelecimento da cultura, desenvolvimento vegetativo e maturação, sendo o último estágio o fator determinante para o processo industrial, pois pode-se avaliar o início da colheita sob diferentes situações; o botânico tendo em vista a florada e emissão de sementes para formação de novas plantas, o fisiológico onde é avaliado o potencial máximo de armazenagem da sacarose e o econômico onde é levado em consideração a quantidade mínima de sacarose, ou seja, porcentagem em massa de sacarose aparente POL igual ou superior a 13% do peso do colmo (BATISTA, 2013).

É importante saber que um dos aspectos mais relevantes no processo de produção de cana-de-açúcar é a maturação, tendo em vista que a maturação ocorre de forma natural conforme a região de plantio, relata Gheller (2001). O autor descreve que condições climáticas como temperatura e precipitação podem ser fatores determinantes no processo produtivo.

Carneiro *et al.* (2015), diz que com a grande demanda de produtos de alta qualidade no setor sucroalcooleiro, o fator climático pode alterar negativamente o processo de produção de sacarose na planta de cana-de-açúcar, tornando assim um produto de qualidade reduzida para a indústria, sendo o período da maturação o fator limitante.

Já Almeida *et al.* (2003) discorre que condições climáticas favoráveis ao processo produtivo promove maturação natural da planta de cana-de-açúcar, informando que a diminuição do desenvolvimento vegetativo pode antecipar o processo de maturação da planta.

Plantas de cana-de-açúcar em desenvolvimento vegetativo submetidas as condições climáticas favoráveis se induzidas quimicamente com maturadores, ou seja, reguladores de crescimento que alteram a morfologia e fisiologia da planta ocasionando uma inibição no processo vegetativo da planta e melhorando o teor de sacarose, antecipando a colheita (ALMEIDA *et al.*, 2003; CASTRO, 2000; LAVANHOLI *et al.*, 2002).

Sabe-se que a floração é um fator de importância para a perpetuação da espécie. Nas empresas rurais o período de florada se torna um vilão, pois diminui a

quantidade de sacarose presente nos colmos, relata (SILVA *et al.*, 2010). O processo de floração é determinado pelo fotoperíodo sendo necessário ao menos 12,5 h de luz por no mínimo 10 dias sem interrupções, temperatura entre 18 °C e 32 °C, umidade ideal, radiação solar e uma equilibrada adubação, descreve o autor.

De acordo com Galdiano (2008), temperaturas abaixo de 18-20 °C associada a deficiência de hídrica por um período extenso provoca a paralisia do processo vegetativo da planta, porém o processo fotossintético continua devido a presença das folhas, permitindo um aumento de sacarose nos colmos devido ao direcionamento dos fotoassimilados a eles. O autor complementa que o armazenamento de sacarose na planta de cana-de-açúcar inicia-se da parte basal para apical, sendo a quantidade de açúcar presente no decorrer da planta de forma decrescente onde a base tem a maior quantidade e o ápice a menor. Galdiano (2008), ainda descreve que com a progressão da maturação a quantidade de sacarose na planta tende a se igualar, onde a quantidade da base é semelhante ao do ápice.

Conforme Fernandes (1982), a produção de sacarose se dá pela maturação da planta que se inicia através das folhas onde elas captam os fotoassimilados, sintetizam e translocam pelos vasos condutores até o colmo. Complementa dizendo que características genéticas da cana-de-açúcar se dá durante o estágio vegetativo, considerando as condições edafoclimáticas, como período de sol, temperatura do ambiente, umidade relativa do ar e nutrição do solo.

### **3.3 Maturação induzida**

Sabe-se que a maturação da cana-de-açúcar pode ser induzida por meio de indutores, no qual são elementos químicos com capacidade de alterar a composição fisiológica da planta, sendo esses químicos capazes de atrasar e/ou parar o estágio vegetativo, alterando a translocação de açúcares, com ênfase na sacarose dos colmos. Esse processo é capaz de promover maior qualidade na matéria prima, proporcionando ótimos resultados no setor agroindustrial e otimizando a programação de cultivo relata Roberto (2015).

Caputo *et al.* (2008) relata que o aumento do uso de maturadores no Brasil é uma constante, devido a facilidade de manejo na colheita, proporcionando um aumento produtivo substancial no setor industrial da cana-de-açúcar. Os compostos

químicos mais utilizados no setor agroindustrial brasileiro são os que retardam o crescimento, *etephon*, *ethyl-trinexapc* e os que paralisam o crescimento.

Caputo *et al.* (2008) descreve que é frequente o uso de maturados químicos com o objetivo de facilitar o planejamento de colheita e otimizar a produtividade no setor sucroalcooleiro. Conforme Leite *et al.* (2011) os químicos mais utilizados no setor são os que retardam o crescimento, *etephon*, *thyl-trinexapac* e aqueles que paralisam o crescimento ou inibidores, *glyphosate* e *sulfometuron-methyl*.

Sabe-se que maturadores tem a capacidade de desestruturar a morfofisiologia da planta, proporcionando alterações tanto qualitativas quanto quantitativas no processo produtivo do setor sucroalcooleiro descreve Leite *et al.* (2009). Isso ocorre devido ao aumento uniforme de açúcares nos entrenós principalmente da região apical, onde o desenvolvimento não está completo, complementa o autor.

Já Barbara (2020), diz que a utilização do composto químico *glyphosate* antecipa a maturação do material vegetal devido ao estresse químico onde altera as partículas de fotoassimilados, transformando-os em açúcares nos entrenós das plantas de cana-de-açúcar, com isso é possível perceber a melhora tanto qualitativa quanto quantitativa na agroindústria.

De acordo com Caputo *et al.* (2008) e Roberto (2015) os maturadores tem como objetivo antecipar o processo maturador da planta, proporcionando maior qualidade no material vegetal em processamento, melhorando assim os aspectos econômicos e otimizando o planejamento de safra

Propriedades de pequeno porte avalia o ciclo de maturação conforme o estágio fenológico da planta, como coloração de colmo e folhas, como o período do ano se frio e/ ou seca (GALDIANO, 2008; STUPIELLO, 1987). Porém já em plantio de grande porte a análise de maturação se da planta de cana-de-açúcar se dá por análise laboratorial do grau Brix (% de açúcares presente nos colmos das plantas), teor de sacarose aparente (Pol), pureza (Pol/ °Brix), açúcares redutores totais (glicose e frutose) e (ATR) açúcares redutores totais. É através dos resultados desta análise que a colheita é definida.

Barbara (2020) conceitua maturadores como produtos químicos pertencentes a variados grupos, com ação inibidora de crescimento, reguladora de crescimento ou que minimizam o alongamento dos colmos sem interferir no processo fotossintético da planta. Sabendo que cada produto atua de forma diferente no

processo fisiológico da planta, podendo interferir na síntese, degradação ou no acréscimo de moléculas metabólicas da planta.

É importante saber que a aplicação de maturadores deve respeitar o período metabólico da planta, genética ou período climático, que por sua vez, não responderá positivamente ao tratamento, porém a aplicação dos indutores pode aproveitar o potencial genético, acumulando sacarose e melhorando significativamente a qualidade da matéria prima, esse processo favorece cada vez mais o uso de maturadores no setor sucroalcooleiro, descreve (LEITE *et al.*, 2009).

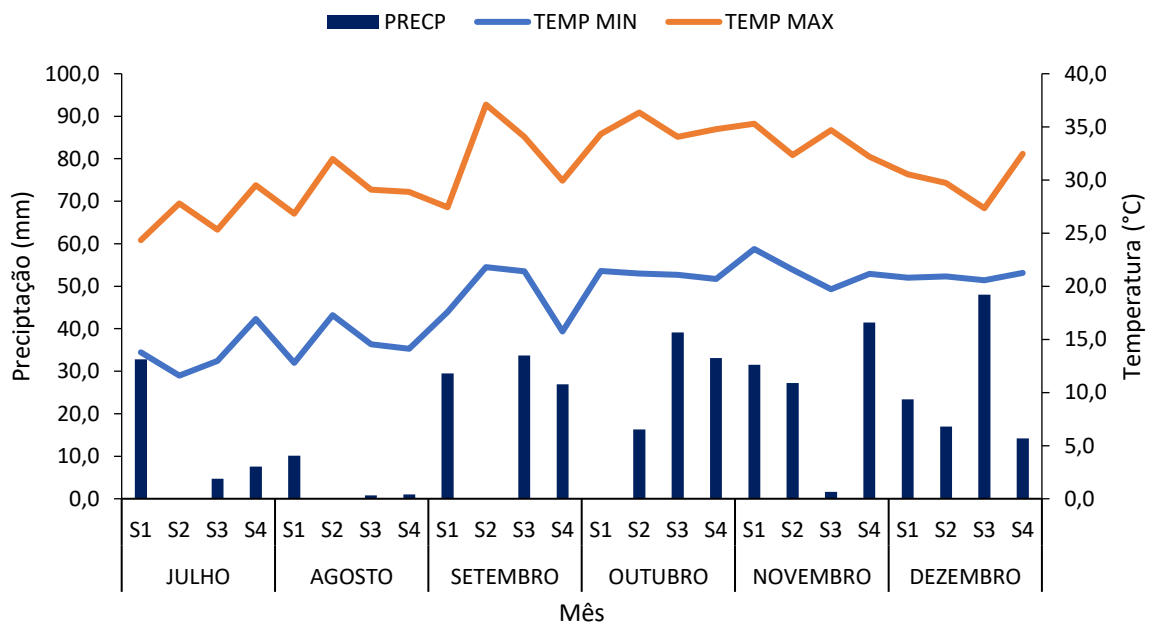
## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área rural de uma usina de cana-de-açúcar, localizada no município de Maracaí, Estado de São Paulo (22° 26' 50" S, 50° 49' 44" W, 440 m).

De acordo com a classificação de KOEPPEN, o clima predominante da região é do tipo Cwa que caracteriza clima tropical de altitude, com inverno seco e verão quente e chuvoso (KOPPEN e GEIGER, 1928).

O monitoramento agrometeorológico, com objetivo de demonstrar as condições climáticas referentes a precipitação pluvial, temperaturas mínima e máxima estão apresentadas nos gráficos 1 e 2 respectivamente. Os dados observados foram cedidos pela Rural Clima.

**Figura 1.** Precipitação semanal (mm); média semanal das temperaturas mínimas e máximas (°C), no segundo semestre de 2019. Maracaí, SP, 2019. Fonte: Rural Clima



Fonte: Rural Clima

A variedade utilizada foi a RB867515, posicionada como ciclo tardio, plantada em março de 2016, sendo a primeira colheita realizada em agosto de 2017 e a segunda colheita em setembro de 2018.

Foi realizado adubação nutricional com a formulação 20-05-20 (NPK) na dosagem de 500 kg/ha, sendo realizado o controle de plantas daninhas e insetos igualmente em todo o talhão.

O delineamento foi em blocos casualizados com 4 repetições, envolvendo um esquema fatorial 3x2x5, onde o primeiro fator avaliado consistiu em diferentes tipos de maturação: natural, fisiológica e estressante, o segundo fator foi a nutrição foliar, decorrente da aplicação de um composto nutricional; e o terceiro fator, avaliação das características produtivas ao longo do tempo. Cada parcela experimental foi composta de 8 linhas de cana de açúcar com 10 metros lineares cada linha, sendo as 6 linhas centrais utilizadas para avaliações e amostragem. Foram realizadas análises tecnológicas para mensurar a qualidade da matéria prima antes e após o início das aplicações dos tratamentos.

Os tratamentos foram: testemunha, trinexapaque-etílico (250 g. kg<sup>-1</sup> marca comercial) na dosagem de 0,8 l ha<sup>-1</sup> de p.c., sulfometuron-metil (750 g kg<sup>-1</sup> marca comercial), na dosagem de 20 g ha<sup>-1</sup>, sendo a repetição deles com a adição do composto nutricional a base de (K<sub>2</sub>O + S + B + Mg) na dosagem de 2,0 l ha<sup>-1</sup> de p.c., representado no quadro abaixo:

**Tabela 1.** Descrições dos tratamentos aplicados. Maracaí, SP, 2019.

<b>Tratamento</b>	<b>Descrição</b>
T1	Testemunha
T2	Trinexapac-etilico 200 g. i.a. ha <sup>-1</sup>
T3	Sulfometuron-metil 15 g. i.a. ha <sup>-1</sup>
T4	K <sub>2</sub> O, S, B e Mg
T5	Trinexapac-etilico 200 g. i.a. ha <sup>-1</sup> + (K <sub>2</sub> O, S, B e Mg)
T6	Sulfometuron-metil 15 g. i.a. ha <sup>-1</sup> + (K <sub>2</sub> O, S, B e Mg)

Fonte: Próprio autor

A aplicação dos maturadores foi realizada no dia 12 de setembro de 2019, com uso de um pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, pressão de 40 libras/pol<sup>2</sup>, com barra metálica de 6 pontas de pulverização, utilizando vazão de calda de 100 litros por hectare, a aplicação iniciou-se às 07h15min e terminou às 09h05min, período em que se observou a temperatura média de 22°C e umidade relativa média 75%. A

barra de aplicação foi posicionada acima do dossel das plantas simulando a aplicação aérea.

As amostragens e avaliações foram realizadas aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação e foram fundamentadas em parâmetros agrícolas industriais. Em cada amostragem foi estimado a produtividade agrícola de colmos por hectares através da metodologia de Landell (1995). A diferença de crescimento e desenvolvimento foi calculada através dos valores do ponto de partida (0 DAA) e as avaliações seguintes.

A determinação dos parâmetros tecnológicos foi realizada segundo a metodologia do Sistema de Pagamento de Cana pelo Teor de Sacarose (PCTS). Após a desintegração e homogeneização dos colmos, uma alíquota de 500 g foi submetida à prensa hidráulica, de acordo com o método de Tanimoto (1964), resultando no caldo extraído, que foi utilizado para as determinações químico-tecnológicas conforme CONSECANA (2016)

Foram avaliados os seguintes parâmetros, o açúcar total recuperável (ATR,  $\text{kg.t}^{-1}$ ), sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), pureza (%), teor de fibra (%) e porcentagem de sacarose do suco (Pol, %).

Visando avaliar o resultado econômico dos tratamentos aplicados, foi calculado a Margem de Contribuição Agrícola (MCA), conforme Fernandes (2003). O autor relata que MC é a diferença entre a receita bruta obtida com os produtos e os custos variáveis do sistema de produção. Pode ser analisada sob o ponto de vista do produtor que entrega cana para moagem ou da agroindústria que produz sua própria matéria-prima.

Todas as variáveis foram submetidas ao teste F ( $p < 0,05$ ) e foi aplicada a análise de regressão polinomial para os dias de avaliação, onde foram testados os modelos: linear; quadrático e cúbico, enquanto para os fatores nutricional e maturadores foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade (BANZATTO e KRONKA, 2013), foi utilizado o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2015).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que não houve efeito significativo na produtividade estimada em nenhum dos fatores estudados (Tabela 2). Houve interação entre os fatores maturadores químicos e nutricional para todas as variáveis tecnológicas, já entre os fatores maturadores químicos e as diferentes épocas amostradas a interação ocorreu somente para sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix), porcentagem de sacarose do suco (Pol) e açúcares totais redutores (ATR kg/ha), para a interação dos fatores nutricional e diferentes épocas de amostragens houve diferença significativa somente para a variável fibra (Tabela 2).

Observou-se que houve interação tripla entre os fatores maturadores químicos, nutricional e diferentes épocas de amostragem para as variáveis tecnológicas sólidos solúveis totais ( $^{\circ}$ Brix), porcentagem de sacarose do suco (Pol) e açúcares totais redutores (ATR kg/ha), onde os dados foram submetidos à análise de regressão (Tabela 2).

Os valores médios apresentados da produtividade estimada indicam que não houve diferença significativa. Portanto independente do tratamento aplicado ou adição de nutrição, evidencia-se que os maturadores não impactaram a produtividade estimada de colmos por hectare na variedade RB867515.



**Tabela 2.** Valores médios dos parâmetros de produtividade agrícola toneladas de colmos por hectare (TCH) e características tecnológicas; açúcar redutor (AR), sólidos solúveis totais (BRIX), sacarose do suco (Pol), fibra (FIBRA), pureza (PZA), açúcar total recuperado (ATR) em função da aplicação de maturadores, composto nutricional e época de amostragem. Maracá – SP, 2019.

Tratamento	TCH	AR	BRIX	POL	FIBRA	PZA	ATR
Produtos (P)							
Testemunha	92,67 a	0,44 a	19,60 b	17,83 b	12,71 a	90,75 b	175,76 b
Trinexapac-etílico	90,95 a	0,40 b	20,15 a	18,48 a	13,20 b	91,80 a	180,20 a
Sulfometuron-metil	86,00 a	0,38 c	19,85 b	18,34 a	13,52 c	92,42 a	181,81 a
DMS	9,0340	0,0183	0,2665	0,2291	0,2614	0,6333	2,18
P valor	0,1937 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,0001 <sup>**</sup>
Nutricional (N)							
Sem	88,10 a	0,43 a	19,94 a	18,18 a	13,12 a	91,05 b	179,06 a
Com	91,64 a	0,40 b	19,79 a	18,25 a	13,16 a	92,26 a	179,46 a
DMS	6,1486	0,0125	0,1814	0,2291	0,1779	0,4310	1,4810
P valor	0,2554 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,0983 <sup>ns</sup>	0,3470 <sup>ns</sup>	0,6260 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>*</sup>	0,5903 <sup>ns</sup>
Amostragens (A)							
0 DAA	87,41 a	0,42 a	19,68 a	18,07 a	13,19 a	91,41 a	177,85 a
15 DAA	87,43 a	0,41 a	20,05 a	18,38 a	12,98 a	91,65 a	180,79 a
30 DAA	86,97 a	0,42 a	19,92 a	18,21 a	13,10 a	91,41 a	179,25 a
45 DAA	93,65 a	0,40 a	19,89 a	18,25 a	13,36 a	91,85 a	179,25 a
60 DAA	93,92 a	0,40 a	19,78 a	18,19 a	13,09 a	91,95 a	178,89 a
DMS	13,6259	0,0276	0,4019	0,3455	0,3943	0,9552	3,2821
P valor	0,3770 <sup>ns</sup>	0,3882 <sup>ns</sup>	0,1038 <sup>ns</sup>	0,1687 <sup>ns</sup>	0,0926 <sup>ns</sup>	0,3803 <sup>ns</sup>	0,1733 <sup>ns</sup>
P x N	0,9052 <sup>ns</sup>	0,0399 <sup>*</sup>	0,0051 <sup>**</sup>	0,0431 <sup>*</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,0188 <sup>*</sup>	0,0294 <sup>*</sup>
P x A	0,0603 <sup>ns</sup>	0,8177 <sup>ns</sup>	0,0137 <sup>*</sup>	0,0070 <sup>**</sup>	0,0562 <sup>ns</sup>	0,8806 <sup>ns</sup>	0,0069 <sup>**</sup>
N x C	0,7102 <sup>ns</sup>	0,5105 <sup>ns</sup>	0,3314 <sup>ns</sup>	0,2718 <sup>ns</sup>	0,0105 <sup>*</sup>	0,4687 <sup>ns</sup>	0,2842 <sup>ns</sup>
P x N x A	0,1515 <sup>ns</sup>	0,4703 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,0001 <sup>**</sup>	0,3144 <sup>ns</sup>	0,5995 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>**</sup>
Cv (%)	18,85	8,31	2,51	2,36	3,73	1,30	2,28
MG	89,88	0,41	19,86	18,21	13,14	91,66	179,26

Nota: <sup>\*\*</sup> $P < 0,001$ ; <sup>\*</sup> $P > 0,005 < 0,01$ ; <sup>ns</sup> $> 0,05$ ; DMS = Diferença Mínima Significativa; CV = coeficiente de variação; MG = média geral; Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente no teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Próprio autor

Dados similares foram obtidos por Leite *et al.* (2009), em que a aplicação dos maturadores ethephon ( $2 \text{ L ha}^{-1}$ ), ethyl-trinexapac ( $0,8 \text{ L ha}^{-1}$ ), não interferiram na produtividade de colmos da variedade SP80-3280, em relação ao controle.

Corroborando com os dados, Leite, Crusciol e Silva (2011) também evidenciaram nos tratamentos de ethephon (2 L ha<sup>-1</sup>), ethyltrinexapac (0,8 L ha<sup>-1</sup>), KNO<sub>3</sub> (3 kg ha<sup>-1</sup>) e KNO<sub>3</sub> + Boro (3 kg ha<sup>-1</sup>), a não alterações quantitativas na produtividade de colmos da variedade SP80-3280.

Para a característica AR (%), houve diferença significativa, evidenciando que a aplicação de maturadores químicos associados ao nutricional promoveram maiores reduções quando comparado ao controle. Os valores médios do desdobramento da interação entre os fatores maturadores químicos e nutricional estão representados na Tabela 3.

Esses resultados corroboram com Leite *et al.* (2009a) que verificaram que a redução desses carboidratos melhora a qualidade tecnológica do caldo, favorecendo a maturação da cana-de-açúcar. Isso foi observado por Viana *et al.* (2008), onde os valores decresceram significativamente com o passar do tempo, alcançando valores menores aos 71 DAA.

**Tabela 3.** Porcentagem de açúcar redutor (AR) em função do maturador e composto nutricional. Maracai – SP, 2019.

Maturador	Composto nutricional	
	Ausente	Presente
Testemunha	0,47 bB	0,42 bA
Trinexapac-etílico	0,42 aA	0,40 aA
Sulfometuron-metil	0,40 aB	0,37 aA
DMS Coluna: 0,0259		DMS Linha: 0,50

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa.

Fonte: Próprio autor

O melhor resultado para a característica sólidos solúveis totais (°Brix), foi evidenciado com a aplicação do maturador químico trinexapac-etílico, onde o desdobramento da interação evidencia maior acúmulo com a adição do composto nutricional (Tabela 4). Observou-se na interação maturador químico e diferentes épocas de avaliações que ocorre diferença significativa a partir de 45 dias (Tabela 5). Segundo o modelo quadrático para as avaliações ao longo do tempo o valor máximo de acúmulo de sólidos solúveis totais (°Brix), ocorre aos 35 dias para trinexapac-etílico

associado ao composto nutricional e aos 30 dias para demais tratamentos (Tabela 8). Estes resultados corroboram com Nagumo (1993) e Romero *et al.* (2003).

Com relação aos resultados obtidos com sulfometuron-metil pode estar relacionado com época de aplicação e dose do produto utilizada. Viana *et al.* (2007), trabalhando com a variedade RB72454 realizando a aplicação dos maturadores em final de safra (20/10/2005) verificaram que os maturadores químicos, com destaque para o sulfometuron-metil na dose de 20g/ha e glifosate na dose de 0,4 l/ha, promoveram incremento significativo sobre sólidos solúveis totais (°Brix).

**Tabela 4.** Porcentagem de sólidos solúveis totais (°Brix), em função dos maturadores e composto nutricional. Maracai – SP, 2019.

Maturador	Composto nutricional	
	Ausente	Presente
Controle	19,83 aA	19,47 bB
Trinexapac-etilico	20,00 aA	20,28 aA
Sulfometuron-metil	20,08 aA	19,62 bB
DMS Coluna: 0,3605		DMS Linha: 0,3005

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa.

Fonte: Próprio autor

**Tabela 5.** Sólidos solúveis totais (°Brix), em função dos maturadores e épocas de amostragem. Maracai – SP, 2019.

Maturador	Amostragens				
	0 DAA	15 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
<b>Controle</b>	19,52 aA	19,77 aA	19,82 aA	19,48 bA	19,65 bA
Trinexapac-etilico	19,88 aA	20,29 aA	19,91 aA	20,18 aA	20,42 aA
Sulfometuron-metil	19,90 aAB	20,10 aA	20,03 aA	19,94 aB	19,27 bB
DMS Coluna: 0,5700			DMS Linha: 0,6660		

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa.

Fonte: Próprio autor

Para a características fibra observou diferença significativa entre os maturadores químicos, porém não evidenciamos redução nos valores quando comparado ao controle (Tabela 2).

Como relatado nesse trabalho, o incremento no teor de fibra pode ter ocorrido devido a aplicação de maturadores químicos, como observado por Leite e Crusciol (2008).

Foi evidenciado diferença significativa para as características tecnológicas porcentagem de sacarose do suco (Pol), pureza (%) e açúcares totais redutores (kg/ha) onde a aplicação dos maturadores químicos promoveram maior acúmulo quando comparado ao controle (Tabela 2). Observou-se diferença significativa com a associação do composto nutricional quando comparado com o controle. Foi evidenciado uma interação positiva com a associação do composto nutricional com o maturador trinexapac-etil (Tabelas 6 e 7).

**Tabela 6.** Porcentagem de sacarose do suco (Pol) em função dos maturador e composto nutricional. Maracai – SP, 2019.

Maturador	Composto nutricional	
	Ausente	Presente
Controle	17,81 bA	17,85 cA
Trinexapac-etílico	18,32 aB	18,66 aA
Sulfometuron-metil	18,42 aA	18,27 bA
DMS Coluna: 0,3239		DMS Linha: 0,2700

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa.

Fonte: Próprio autor

Houve resposta para as diferentes épocas de avaliações onde os maiores valores de acúmulo ocorram entre 30 e 45 dias para sulfometuron-metil e 30 a 60 dias para trinexapac-metil (Tabela 8 e 9). Os dados corroboram com Viana *et al.* (2015b) relataram que glifosato, trinexapac-etílico e sulfometuron-metilico aumentaram o teor de ATR aos 45 DAA em 9,7%, 4,1% e 2,5%, respectivamente, no entanto, os ganhos variaram de acordo com o genótipo.

**Tabela 7.** Açúcar total recuperado (ATR) em função dos maturadores e composto nutricional. Maracai – SP, 2019.

Maturador	Composto nutricional	
	Ausente	Presente

<b>Controle</b>	175,83 bA	175,71 cA
Trinexapac-etílico	180,26 aB	183,36 aA
Sulfometuron-metil	181,09 aA	179,32 bA
DMS Coluna: 3,0774		DMS Linha: 2,5652

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS = Diferença mínima significativa.

Fonte: Próprio autor

**Tabela 8.** Análise de regressão de sólidos solúveis totais (°Brix), porcentagem de sacarose do suco (Pol) e açúcar total recuperável (ATR) em função dos tratamentos nas diferentes épocas avaliadas. Maracá – SP, 2019.

Tratamentos		BRIX	PC	ATR
T1	p valor	0,1662 <sup>ns</sup>	0,1878 <sup>ns</sup>	0,1182 <sup>ns</sup>
	Regressão			
T2	p valor	0,0006 **	0,0316 *	0,0499 *
	Regressão	Q	L	L
T3	p valor	0,6694	0,0152 *	0,0211 *
	Regressão		Q	Q
T4	p valor	0,0368 *	0,0160 *	0,0261 *
	Regressão	Q	L	Q
T5	p valor	0,0373 *	0,0019 **	0,0032 *
	Regressão	Q	L	Q
T6	p valor	0,0070 **	0,0045 *	0,0089 **
	Regressão	Q	L	Q

Nota: ns = não significativo; \* =  $p \geq 0.05$ ; \*\* =  $p < 0.01$ ; L = polinomial do 1º Grau; Q = polinomial do 2º Grau.

Fonte: Próprio autor

**Tabela 9.** Açúcar total recuperável (ATR) em função da interação entre maturadores e composto nutricional. Maracaí -SP, 2019.

Tratamento	$y = \beta_0 + \beta_1 X_i$	$R^2$
T1	-	-
T2	$y = 179,382500 + 0,08566667x$	$R^2 = 0,1104$
T3	$y = 172,639714 + 0,52203810x - 0,00724286x^2$	$R^2 = 0,3591$
T4	$y = 174,804000 + 0,13131667x$	$R^2 = 0,1751$
T5	$y = 178,286500 + 0,12630000x$ ( $R^2 = 0,2691$ )	$R^2 = 0,2691$
T6	$y = 174,738000 + 0,12358333x$	$R^2 = 0,2534$

Fonte: Próprio autor

## 6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, concluiu-se que a aplicação dos maturadores químicos em canaviais colhidos em final de safra melhoram as qualidades tecnológicas do colmo da cana-de-açúcar.

A associação do composto nutricional teve interação positiva, principalmente quando adicionado ao maturador químico trinexapac-etil.

O maior período de acúmulo ocorre entre 30 e 45 dias para sulfometuron-metil e 30 a 60 dias.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. C. V.; SANOMYA, R.; LEITE, C. F. E.; CASSINELLI, N. F. Eficiência Agronômica de Sulfometuron-Metil como Maturador na Cultura da Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp*). **Stab**, Piracicaba, v. 21, n. 3, p. 36 -37, 2003.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. D. **Experimentação agrícola**. 4th ed. Jaboticabal, SP: Funep, 2013.
- BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**, 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- BARBARA, G.; FERRO, D. A. M. Maturadores em cana de açúcar: comparação entre os princípios ativos dos produtos trinexapaque-etílico (MODDUS) e glifosato (ROUNDUP). **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 7, p. 48571 - 48578. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13513>. Acesso em: 15 ago. 2019. DOI:10.34117/bjdv6n7-487.
- CAETANO, J. M. **Modelagem Agrometeorológica Da Cana-De-Açúcar Nas Condições Edafoclimáticas Do Centro-Oeste Goiano**. 2017. 125 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 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, p. 15 - 23, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/mVC335nbrZ7RTZvhpWYZg6r/?lang=pt>. Acesso em: 15 de agosto de 2019. DOI: 10.1590/S0006-87052008000100002
- CARNEIRO, V. A.; CASAROLI, D.; SANTOS F. C. V. D.; CANA-DE-AÇÚCAR: UMA ABORDAGEM CLIMÁTICA. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 8, n. 3, p. 33 - 47, 2015.
- CASTRO, P.R.C. Utilização de reguladores vegetais no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: Simpósio internacional de fisiologia da cana-de-açúcar, Piracicaba, 2000b. **Anais [...]** Piracicaba: STAB, 2000b. 10p.
- CRUSCIOL, C. A. C. ; LEITE, G. H. P. ; SIQUEIRA, G. F. **Uso de maturadores com ou sem misturas**: tópicos em eco fisiologia da cana-de-açúcar. Botucatu: FEPAF, 2010. 111 p.
- CONSECANA - Conselho dos Produtores de Cana-de-açúcar, Açúcar, Álcool do Estado de São Paulo. **Manual de instruções**. 5. ed. Piracicaba: Consecana, 2006. 112 p.
- COSMO, B. M. N.; GALERIANI, T. M. Cadeia produtiva da cana de açúcar: do campo a indústria, analisando aspectos ambientais. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, n. 79, 2016. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/index.php>. Acesso em: 14 jun. 2021.



FEIJÓ, F. T.; ALVIM, A. M. Impactos econômicos para o Brasil de um choque tecnológico na produção de etanol. **Economia**, Brasília, v. 11, n.3, p. 691-710, 2010. Disponível em: [http://www.anpec.org.br/revista/vol11/vol11n3p691\\_710.pdf](http://www.anpec.org.br/revista/vol11/vol11n3p691_710.pdf). Acesso em: 15 de março de 2021.

FERNANDES, A. C. Refratômetro de campo. **Boletim Técnico Copersucar**, São Paulo, v. 19, p. 5-12, 1982.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. Piracicaba: STAB, 2003. 240 p.

GALDIANO, L. C. **Qualidade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) submetida à aplicação de maturadores químicos**. 2008. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008.

GALLI, A. J. B. Roundup como maturador de cana-de-açúcar. A melhor opção para flexibilizar o manejo de corte. *In*: SEMINÁRIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR, 1., 1993, [S.I.]. **Anais [...]** Guarujá: [S.n.], 1993. p. 18-23.

GHELLER, A. C. A. Resultados da aplicação de maturadores vegetais em cana-de-açúcar, variedades RB72454 e RB835486 na região de Araras, SP. *In*: JORNADA CIENTÍFICA DA UFSCAR, 4. 2001, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos: UFSCar, 2001.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Climate der Erder**. Gotha: Verlag Justus Perthers. 1928. (Wall-Map 150cm x 200 cm).

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

LAVANHOLI, M. das G. D. P.; CASAGRANDE, A. A.; OLIVEIRA, L. A. F.; FERNANDES, G. A.; ROSA, R. F. Aplicação de ethephon e imazapyr em cana-de-açúcar em diferentes épocas e sua influência no florescimento, acidez do caldo e teores de açúcares nos colmos: variedade SP 70-1143. **STAB**, Piracicaba, v. 20, p. 42 - 45, 2002.

LEITE, G. H. P. ; CRUSCIOL, C. A. C. ; SILVA, M. A.; LIMA, G. P. P. Atividade das enzimas invertases e acúmulo de sacarose em cana-de-açúcar sob o efeito do nitrato de potássio, etefon e etil-trinexapac. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 649 - 656, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/6nvNkjYvwWZRYXF8shKKRrd/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago 2019. DOI: 10.1590/S1413-70542011000400002

LEITE, G. H.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A. Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio de safra. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 129 - 138, 2011. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4334>. Acesso em: 15 ago. 2019. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n1p129

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; VENTURINI FILHO, W. G.; SURIANO, A. Qualidade tecnológica, produtividade e margem de contribuição agrícola da cana-de-açúcar em função da aplicação de reguladores vegetais no início da safra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 726 - 732, 2009b. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/nGQxzyF3WmXZKkj6SWZDNrG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 16 ago. 2019. DOI: 10.1590/S0103-84782009000300015

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 995 - 1001, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/NKwxzGvT7LTNcYD56VSRvGS/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 16 ago. 2019. DOI: 10.1590/S0100-204X2008000800007

MORGAN, T.; MACDONALD, L.; JACKSON, P.; HOLTUM, J. Chemical ripeners increase early season sugar content in a range of sugarcane varieties. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 58, n. 3, p. 233 – 241, 2007. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300768820>. Acesso em: 16 ago. 2019. DOI: 10.1590/S0103-84782009000300015

NELSON, N. A. photometric adaptation of the Somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 153, n. 3, p. 375 - 379, 1944.

ROBERTO, G. G. **Fisiologia da maturação de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*): sinalização e controle do metabolismo de produção e armazenamento de sacarose. 2015.** 52p. Tese (Doutorado) em e Subtropical, Área de Concentração em Tecnologia da Produção Agrícola. – Universidade de Campinas, Campinas. 2015.

RODRIGUES, G. S. S. C.; ROSS, J. L. S. **A trajetória da cana-de-açúcar no Brasil: perspectivas geográfica, histórica e ambiental.** Uberlândia: Edufu Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 2020.

RODRIGUES, L. D. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a produção de biocombustíveis: impactos ambientais e o zoneamento agroecológico como ferramenta para mitigação.** [S. l.], 2010. Disponível em: <http://atividaderural.com.br/artigos/5601927a79cad.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2021.

ROMERO, E. R. *et al.* Maduración química de los cañaverales: criterios y recomendaciones para implementar un programa de manejo. **Av. Agroindustrial**, Argentina, v. 24, n. 1, p.10-14, 2003.

NAGUMO, M. Elevação do teor de sacarose com uso de Roundup em solo de alta fertilidade. *In: Seminário roundup efeito maturador*, 1., 1993, Guarujá. **Anais [...]** 1993. p. 47-60.

SCHENEIDER, F. **Sugar analysis ICUMSA methods**. Copenhagen: British Sugar Corporation, 1979. 265 p.

SILVA, M. A.; GAVA, G. J. C.; CAPUTO, M. M.; SORRILLA, P. F.; BASSETTO, S. C. Produtividade de colmos e de sacarose em cana-de-açúcar em função da interação entre cultivares e maturadores. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.1 1, n. 4, p.323 - 329, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99515213008>. Acesso em: 19 set. 2020.

SIQUEIRA, G. F. **Aplicação de boro e maturadores na pré-colheita da cana-de-açúcar em início e final de safra**. 2014. 139 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2014.

STUPIELLO, J. P. Matéria-prima: qualidade total. *In: SEMINARIO ROUNDUP EFEITO MATURADOR*, 1., 1993, Guarujá. **Anais [...]** Guarujá: [s.n.], 1993. p. 83.

SZMRECSÁNYI, T. **O planejamento da agroindústria canavieira do Brasil: 1930-1975**. São Paulo: HUCITEC, Universidade Estadual de Campinas, 1979, p. 110-111.

TANIMOTO, T. The press method of cane analysis. **Hawaiian in Plater's Record**, Aila, v. 57, p. 133 - 150, 1964.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Moagem de cana na safra chega aos 600 milhões de toneladas: ÚNICA**. Disponível em: <https://unica.com.br/noticias/moagem-de-cana-na-safra-chega-aos-600-milhoes-de-toneladas/>. Acesso em 31 de março de 2021.

VIANA, R. S. **Aplicação de maturadores químicos no final de safra, associada à eliminação de soqueira em área de reforma do canavial**. 2007. 49 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007.

VIANA, R. S.; SILVA, P. H.; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R.; GUIMARÃES, E. R.; BENTO, M. Efeito da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) variedade SP81-3250. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 65 - 71, 2008. disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/bLhXKJgND7VvLjYfqrX8zhv/?lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2021. DOI: 10.4025/actasciagron.v30i1.1130

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**, Londrina, v. 14, n. 4, p. 306 - 314, 2015. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/438>. Acesso em: 12 mar. 2021. DOI: 10.7824/rbh.v14i4.438

VIANA, R. S.; LISBOA, L. A. M.; FIGUEIREDO, P. A. M.; NETO, A. D. R. Parâmetros tecnológicos e produtivos da cana-de-açúcar quando submetida à aplicação de maturadores químicos no início de safra. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 16, n. 1, p. 67 - 75, 2017. Disponível em: <http://www.rbherbicidas.com.br/index.php/rbh/article/view/496>. Acesso em: 10 jun. 2021. DOI: 10.7824/rbh.v16i1.596.

VELIZ, J. G. E. **Maturadores em cana-de-açúcar: qualidade da matéria-prima, poder calorífico da palha e residual na cultura**. 2017. 208 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017