UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS

CÂMPUS DE DRACENA

Vinicius da Fonseca Campos

EFEITOS DA ASSOCIAÇÃO DE UM MATURADOR COM A MISTURA DE AZOXISTROBINA E CIPROCONAZOL NA MATURAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Dracena

2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS

CÂMPUS DE DRACENA

Vinicius da Fonseca Campos

EFEITOS DA ASSOCIAÇÃO DE UM MATURADOR COM A MISTURA DE AZOXISTROBINA E CIPROCONAZOL NA MATURAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena como parte das exigências para conclusão do curso.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo

Dracena

2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: EFEITOS DA ASSOCIAÇÃO DE UM MATURADOR COM A MISTURA DE AZOXISTROBINA E CIPROCONAZOL NA MATURAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR.

Modalidade: ATIVIDADE DE PESQUISA

Autor: VINICIUS DA FONSECA CAMPOS

Orientador (a): PAULO ALEXANDRE MONTEIRO DE FIGUEIREDO

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 29/05/2026

PAULO ALEXANDRE MONTEIRO DE FIGUEIREDO	SERGIO BISPO RAMOS	RONALDO DA SILVA VIANA

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Alessandro de Alencar Campos, minha mãe Rosana de Fátima da Fonseca Campos e a minha irmã Nathalia da Fonseca Campos, que me educaram e me possibilitaram mais essa conquista, exemplos de vida fundamentais para a minha vida pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por ter me concedido saúde, força, sabedoria e perseverança ao longo de toda essa caminhada. Sem a Sua presença constante em minha vida, nada disso seria possível. Foi Ele quem me sustentou nos momentos de dificuldade, renovou minhas forças diante dos desafios e iluminou meus passos até a conclusão desta etapa tão importante.

Aos meus pais Alessandro de Alencar Campos, Rosana de Fátima da Fonseca Campos e minha irmã Nathalia da Fonseca Campos, por todo apoio, incentivo e por sempre acreditarem em mim. Vocês são minha base e exemplo de vida.

Aos meus avós, tios e primos que são muito especiais em minha vida, que me deram todo apoio e incentivo prestado para cursar Engenharia Agronômica.

Aos meus amigos que estiveram ao meu lado e deram todo apoio e conselhos em momentos difíceis.

À minha namorada Yasmin que muito me auxiliou nesta fase, pelo companheirismo e amizade e que não mediu esforços para me ajudar em experimentos, serviços e em minha vida.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo n° 2024/06127-7.

Aos meus orientadores e amigos Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo, Prof. Dr. Ronaldo da Silva Viana e Prof. Dr. Sérgio Bispo Ramos que contribuíram, imensamente, para o meu crescimento pessoal e profissional, além de terem dado todo suporte necessário para execução desse trabalho.

“Aquele que sai chorando enquanto lança a semente, voltará com cantos de alegria, trazendo os seus feixes” (Salmos 126:6).

RESUMO

A cana-de-açúcar é cultivada em um modelo agroindustrial com ciclo de produção longo. A colheita é executada ao longo de períodos extensos, sujeitando a planta a diferentes condições climáticas que afetam o acúmulo de açúcares, principal objetivo de sua exploração. Nesse trabalho, objetivou-se comparar o potencial de acúmulo de açúcares nos colmos da cana-de-açúcar da variedade RB 86-7515, no segundo corte, em desenvolvimento através da indução de condicionamento fisiológico em canavial em resposta ao uso do regulador vegetal Trinexapaque-etílico quando associado à Azoxistrobina/ Ciproconazol, procurando assim identificar os efeitos dessa mistura quanto à síntese de sacarose. Essa combinação tem o objetivo de influenciar temporariamente na respiração da planta, com o intuito de identificar seus efeitos na síntese de sacarose. O projeto de pesquisa foi instalado no município de Martinópolis – SP, na usina sucroalcooleira Atena, em delineamento em blocos casualisados, contendo 4 tratamentos e 6 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais, sendo: o primeiro tratamento a testemunha absoluta e os outros três tratamentos variando na combinação entre o Trinexapaque-etílico e a mistura entre Estrobilurina e Ciproconazol. A aplicação dos produtos foi realizada via drone com vazão de 10 litros por hectare. As avaliações foram realizadas aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a pulverização. Foram realizadas análises biométricas da cana-de-açúcar relativas ao diâmetro e altura dos colmos, além do número de colmos em cada parcela. Parâmetros adicionais foram avaliados, como produtividade de colmos por área e índices tecnológicos para determinação do teor de sacarose aparente (pol), açúcar teórico recuperável (ATR) e açúcares redutores (AR), tonelada de açúcares por hectare (TAH), fibra, brix do caldo e pureza. Os resultados obtidos foram analisados pelo programa de estatística Agroestat, obtida por análise de variância (ANOVA), e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Concluiu-se que os resultados não indicaram diferenças estatísticas significativas. A combinação de Trinexapaque-etílico com fungicida apresentou uma melhor resposta numérica em relação aos outros tratamentos, no diâmetro do colmo, altura da planta e produtividade estimada. Tratamentos com Trinexapaque-etílico, isolado ou combinado, também favoreceram parâmetros tecnológicos da cana, principalmente entre 30 e 45 dias após a aplicação.

Palavras-chave: Respiração celular. Fungicida. Estrobilurina.

ABSTRACT

Sugarcane is cultivated under an agroindustrial production model with a long production cycle. Harvesting is carried out over extended periods, exposing the crop to varying climatic conditions that influence sugar accumulation, which is the main objective of its exploitation. This study aimed to compare the sugar accumulation potential in the stalks of sugarcane cultivar RB 86-7515, in the second ratoon, during development, through the induction of physiological conditioning in the field in response to the use of the plant growth regulator trinexapac-ethyl when associated with azoxystrobin/cyproconazole, seeking to identify the effects of this mixture on sucrose synthesis. This combination is intended to temporarily influence plant respiration in order to assess its effects on sucrose synthesis. The research trial was conducted in the municipality of Martinópolis, São Paulo State, at the Atena sugar and ethanol mill, using a randomized complete block, comprising four treatments and six replications, totaling 24 experimental plots. The first treatment consisted of an absolute control, while the other three treatments varied according to the combination of trinexapac-ethyl and the mixture of strobilurin and cyproconazole. Product applications were performed using a drone, with a spray volume of 10 L ha^{-1}. Evaluations were carried out at 0, 15, 30, 45, and 60 days after spraying. Biometric analyses of sugarcane were conducted, including stalk diameter and height, as well as the number of stalks per plot. Additional parameters were evaluated, such as stalk yield per area and technological indices for determining apparent sucrose content (pol), recoverable theoretical sugar (RTS), reducing sugars (RS), tons of sugar per hectare (TSH), fiber content, juice brix, and purity. The obtained data were analyzed using the AgroEstat statistical software through analysis of variance (ANOVA), and treatment means were compared using Tukey's test at the 5% probability level. It was concluded that the results did not indicate statistically significant differences. The combination of trinexapac-ethyl with a fungicide showed a better numerical response compared to the other treatments in terms of stalk diameter, plant height, and estimated yield. Treatments with trinexapac-ethyl, either alone or combined, also improved the technological parameters of sugarcane, especially between 30 and 45 days after application.

Keywords: Cellular respiration. Fungicide. Strobilurin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Croqui do experimento 19
Figura 2 - Fitas adesivas coloridas na demarcação das plantas 20
Figura 3 - Precipitação mensal relativa ao período de condução no experimento. ... 20
Figura 4 - Drone de aplicação utilizado 21
Figura 5 - Produtos aplicados no experimento 22
Figura 6 - Avaliações de altura e diâmetro do colmo 23
Figura 7 - Coleta e identificação de amostras de colmos 24
Figura 8 - Etiquetagem das amostras. 25
Figura 9 - Feixes de 6 canas, identificação e desponta 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Tratamentos.....18
Tabela 2 - Dados coletados na avaliação de ponto zero, 0 dias após aplicação, para os parâmetros biométricos. 22
Tabela 3 - Análise de variância para os parâmetros de diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura (cm) e TCH em função dos tratamentos aplicados na época 1 de avaliação, 15 dias após aplicação. 30
Tabela 4 - Análise de variância para os parâmetros de diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura (cm) e TCH em função dos tratamentos aplicados na época 2 de avaliação, 30 dias após aplicação. 30
Tabela 5 - Análise de variância para os parâmetros de diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura (cm) e TCH em função dos tratamentos aplicados na época 3 de avaliação, 45 dias após aplicação. 31
Tabela 6 - Análise de variância para os parâmetros de diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura (cm) e TCH em função dos tratamentos aplicados na época 4 de avaliação, 60 dias após aplicação. 31
Tabela 7 - Análise de variância dos dados resultantes da avaliação tecnológica na época 1. 33
Tabela 8 - Análise de variância dos dados resultantes da avaliação tecnológica na época 2. 33
Tabela 9 - Análise de variância dos dados resultantes da avaliação tecnológica na época 3. 34
Tabela 10 - Análise de variância dos dados resultantes da avaliação tecnológica na época 4. 34
Tabela 11: Análise dos parâmetros TCH, TAH e ATR em fatorial 5 x 4, nas diferentes épocas de avaliação.....37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
2 OBJETIVOS 12
3 REVISÃO DE LITERATURA 12
3.1 Cultivo da Cana-de-açúcar e sua importância econômica 12
3.2 Uso de maturadores na cana-de-açúcar 14
3.3 Aplicação de fungicidas do grupo das Estrobilurinas associados a Triazóis 16
4 MATERIAL E MÉTODOS 17
4.1 Variedade e estágio da cana-de-açúcar 18
4.2 Delineamento experimental 18
4.3 Delimitação de pontos na parcela 19
4.4 Precipitação pluviométrica na área experimental durante a condução do trabalho 20
4.5 Pulverização e produtos 21
4.6 Avaliações 22
4.7 Determinação da produtividade 23
4.8 Coleta e preparo de amostras de colmos para a análise 24
4.9 Análise laboratoriais – Determinação e cálculos químico-tecnológicos 24
4.10 Estatística 29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 29
5.1 Análise estatística e interpretação de resultados 29
5.2 Variáveis de análise biométrica 29
5.3 Variáveis de análise tecnológica 33
5.4 Análise em fatorial 5 x 4 36
6 CONCLUSÃO 38
7 REFERÊNCIAS 39

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pertence à família das Poaceae (DANIELS; ROACH, 1987). A cultura foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século XVI, com o intuito de ocupar o território recém desbravado. Para além da incessante busca por aumentos contínuos de produtividade e expansão de áreas cultiváveis, é fundamental reconhecer o papel crucial desempenhado pela ampla gama de produtos de alta tecnologia e pelos serviços especializados que sustentam o setor agroindustrial. Esses elementos, em conjunto, conferem ao país uma posição de destaque na liderança global tanto na agricultura de alimentos quanto na de energia. Nesse contexto de sucesso, a cultura da cana-de-açúcar emerge como uma das principais protagonistas, contribuindo para a posição de liderança mundial do Brasil nas indústrias de açúcar e álcool.

É crucial incentivar o acúmulo de sacarose nos colmos para garantir áreas produtivas de cana-de-açúcar. Dessa forma, quanto maior for a capacidade de armazenamento de açúcar de uma variedade em resposta às condições ambientais, maior será a produtividade de matéria verde por unidade de área (RODRIGUES, 1995).

Os maturadores são produtos benéficos para melhorar e alterar as características fisiológicas que participam do processo de aumento da concentração de sacarose nos colmos (MORGAN et al., 2007).

Conceitualmente, o processo de maturação fisiológica da cana-de-açúcar consiste em desacelerar a taxa de desenvolvimento vegetativo sem afetar significativamente o processo fotossintético, resultando em açúcares dos produtos desse processo mais equilibrados e armazenados no tecido vegetal (CLEMENTS, 1980). Este “freio” está relacionado às condições de stress hídrico ou baixas temperaturas, que nem sempre ocorrem no início e no final de safra da cultura.

Portanto, a aplicação de maturadores na cultura da cana-de-açúcar tem se tornado uma prática cada vez mais comum no setor sucroalcooleiro. O objetivo é antecipar a maturação no início de safra e manter a maturação natural no final de safra e, assim, disponibilizar matéria-prima de boa qualidade para industrialização, além de auxiliar no manejo dos cultivares (GHELLER, 2001).

Nesse sentido, os reguladores de crescimento têm a capacidade de modificar as características biométricas, físicas ou químicas das plantas. Esse efeito varia de acordo com o momento da aplicação, sendo mais significativo no início da safra

devido às condições climáticas adversas, o que pode resultar em maiores ganhos de sacarose.

Estudos demonstram que produtos fungicidas contendo Estrobilurina têm proporcionado alterações no metabolismo das plantas, desenvolvendo características positivas ao desenvolvimento das mesmas, mesmo na ausência de patógenos (SCHOCK, 2015).

2 OBJETIVOS

Avaliar os efeitos da associação de um maturador químico Trinexapaque-etílico quando agregado a um fungicida à base Azoxistrobina e Ciproconazol, nas variáveis produtivas e tecnológicas da cana-de-açúcar colhida em início de safra.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultivo da Cana-de-açúcar e sua importância econômica

A cana-de-açúcar (Saccharum spp.), planta que pertence a uma das mais importantes famílias da botânica, família Poaceae (DANIELS; ROACH, 1987), tem seu metabolismo fotossintético do tipo C4, assim, mostrando-se altamente eficiente na utilização de água e de luz (FAO, 2023).

A cana-de-açúcar é uma das protagonistas no segmento da agricultura brasileira, pois dela se desenvolve produtos e subprodutos de grande relevância no agronegócio, como principalmente o açúcar, biocombustíveis e bioenergia, com participação significativa nas exportações e atendimento da demanda interna (CONAB, 2025).

O Brasil ainda segue como líder mundial na produção e exportação da cultura, com uma expectativa de produção na safra 2025/26 de 668,8 milhões de toneladas, resultando em uma redução de 1,2% em relação à safra passada. No ciclo atual, a área destinada a colheita atinge 8,85 milhões de hectares, 1% acima da área colhida em 2024/25. Há uma expectativa de queda na produção, com uma diminuição de 2,1% na produtividade média nacional, estimada em 75.575 quilos por hectare frente a um desempenho registrado de 77.223 quilos por hectare na safra anterior. Isso ocorre devido as condições climáticas desfavoráveis durante as fases de rebrota e desenvolvimento das lavouras ainda em 2024 e que afetaram parte dos canaviais,

influenciando nessa redução, que se deve também a uma da irregularidade hídrica e excesso de temperaturas no desenvolvimento da cultura (CONAB, 2025).

A busca por novas tecnologias para o setor agrícola, que possam impulsionar o potencial produtivo da cultura, torna-se necessária em virtude da estagnação na produtividade que o setor enfrenta (MIGUEL et al., 2009). A obtenção de elevados níveis de produtividade na cultura depende diretamente do estímulo ao acúmulo de sacarose armazenada nos colmos. As variedades da cultura podem conter diferentes capacidades de armazenamento de açúcar, em respostas às condições oferecidas pelo ambiente, maior a produtividade de matéria verde por área (RODRIGUES, 1995). A cana-de-açúcar encontra-se sujeita às condições ambientais adversas, como períodos prolongados de precipitação, os quais podem interferir negativamente no processo de maturação da cultura em campo (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2004). Em determinadas regiões produtoras, as condições climáticas favorecem o crescimento vegetativo em detrimento do acúmulo de sacarose, comprometendo o processo fisiológico natural de amadurecimento da planta (CAPUTO et al., 2008) (LEITE et al., 2009).

No estádio final da cana-de-açúcar, ocorre a inflorescência da cultura, que é uma panícula aberta, conhecida como bandeira. Este momento não é desejado no cultivo, sendo evitado por meio de melhoramento genético ou uso de maturadores (ARALDI et al., 2010). O florescimento é controlado por um complexo de fatores, envolvendo, principalmente, fotoperíodo, temperatura, umidade e radiação solar (CASTRO, 2001), como também maturidade da planta e fertilidade do solo (FARIAS et al., 1987). Com a interação entre esses fatores pode ocorrer a transformação do ápice da cana-de-açúcar de crescimento vegetativo para reprodutivo (DUNKELMAN; BLANCHARD, 1974).

A produção de açúcar está diretamente relacionada à quantidade de cana colhida, ao teor de sacarose e à qualidade tecnológica da matéria-prima. Torna-se fundamental que a colheita seja realizada no período mais apropriado, correspondente ao ponto de máximo retorno econômico em termos de açúcar recuperável por hectare. A produtividade de colmos no momento da colheita pode apresentar variações significativas, sendo influenciada principalmente pela duração do ciclo de desenvolvimento da cultura e pelo tipo de cana cultivada, seja cana-planta ou soqueira. A eficiência do uso da água na produção colhida da cana-de-açúcar, considerando colmos com aproximadamente 80% de umidade, situa-se entre

5 e 8 kg m^{-3}, enquanto para a produção de sacarose, desconsiderando a umidade, os valores variam de 0,6 a 1,0 kg m^{-3}. Os maiores índices de eficiência são observados em safras bem conduzidas de cana-soqueira em regiões subtropicais (SILVA et al., 2021).

Com o avanço do processo de maturação da cana-de-açúcar, observa-se a redução do crescimento vegetativo, acompanhada por um aumento expressivo na concentração de açúcares nos colmos. No momento da colheita, o teor de açúcar normalmente situa-se entre 10 e 12% da massa fresca da cana, embora, em condições experimentais, valores iguais ou superiores a 18% já tenham sido registrados. Verifica-se ainda uma tendência de leve redução na concentração de açúcar à medida que a produtividade da cultura aumenta. Para favorecer o acúmulo de sacarose durante a fase de maturação, é necessário evitar o crescimento vegetativo excessivo, o que pode ser obtido por meio da ocorrência de temperaturas mais baixas, da limitação no suprimento de nitrogênio e da restrição hídrica controlada. Quanto à qualidade tecnológica, especialmente à pureza do caldo, temperaturas mínimas reduzidas nas semanas que antecedem a colheita exercem efeito positivo sobre esse parâmetro (FAO, 2023).

3.2 Uso de maturadores na cana-de-açúcar

O uso de maturadores químicos é um método utilizado para acelerar e potencializar a maturação da cultura (CASTRO, 1992). Estes maturadores químicos, em grande parte, atuam inibindo a elongação dos colmos, dificultando chegar no estádio de florescimento, favorecendo o acúmulo de sacarose nos tecidos de reserva, assim, atuam no grupo de reguladores de crescimento (VIANA et al., 2008).

Por meio de sua utilização, busca-se alterar as condições naturais de maturação da cana-de-açúcar, visando aumentar os teores de açúcares sem comprometer a produtividade dos colmos. Certos produtos podem acelerar o secamento das folhas, permitindo um desponte mais elevado, o que gera uma maior produção de colmos, diminuindo a quantidade de matérias indesejadas enviadas para a fábrica e aprimorando a eficiência total da colheita (ROMERO et al., 1997).

O produto comercial Moddus, da empresa Syngenta, cujo ingrediente ativo é o Trinexapaque-etílico, é um fitorregulador que gera o acúmulo de sacarose nos

colmos quando aplicado conforme recomendação técnica e no estádio ideal. Dessa forma, o planejamento é a maximização do melhor aproveitamento agroindustrial da cultura de cana-de-açúcar. O Trinexapaque-etílico atua no metabolismo da cana-de-açúcar por meio da inibição da biossíntese do ácido giberélico, promovendo modificações na expansão das paredes celulares e, consequentemente, favorecendo o maior acúmulo de açúcares nos colmos (RESENDE et al., 2000).

Zillo (2003) avaliou os efeitos de diferentes maturadores na variedade SP80-1816 e verificou que o Trinexapaque-etílico promoveu melhorias na maioria dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar aos 44 e 65 dias após a aplicação (d.a.a.), sendo superado apenas pelo glifosato quanto aos resultados obtidos.

O Trinexapaque-etílico reduz os níveis endógenos da forma ativa do ácido giberélico, que desempenha um importante papel regulador na atividade das invertases em diferentes espécies vegetais (TYMOWSKA-LALANNE; KREIS, 1998). Um estudo anterior (RESENDE et al., 2000) mostrou que o maturador eleva consideravelmente a produtividade de açúcar quando aplicado na dose de 200 g do ingrediente ativo por hectare, entre 45 e 60 dias antes da colheita, em várias variedades comerciais brasileiras. Além disso, melhora o perfilhamento, o crescimento e a distribuição radicular nas colheitas seguintes.

De acordo com o trabalho de Guimarães et al. as concentrações de pol, Brix, açúcares redutores (AR), fibra e pureza não foram afetadas pela aplicação de Trinexapaque-etílico. Foi observado no decorrer das avaliações que houve o aumento esperado de pol, Brix, pureza e fibra, bem como a redução dos AR, em função do comportamento de maturação da cana-de-açúcar. Os valores de Brix observados em entrenós de diferentes idades indicam que o Trinexapaque-etílico pode antecipar o processo de amadurecimento da cana-de-açúcar. Esse efeito mostra-se mais pronunciado em tecidos jovens e ainda imaturos, uma vez que o produto atua principalmente inibindo a biossíntese da forma biologicamente ativa do ácido giberélico, hormônio relacionado ao crescimento e predominante em tecidos em desenvolvimento.

No que diz respeito à diminuição da atividade da invertase ácida solúvel induzida pelo Trinexapaque-etílico, o teor de Açúcar Total Recuperável (ATR)

apresentou os valores mais altos aos 35 dias após a aplicação (DAA) e os mais baixos aos 89 DAA. Isso indica uma viabilidade financeira do maturador por elevar a produtividade do açúcar; no entanto, as plantações tratadas com Trinexapaque-etílico devem ser monitoradas em relação às concentrações de açúcar para prevenir perdas de rendimento. Ao reduzir ligeiramente o crescimento vegetativo, o Trinexapaque-etílico estimula o acúmulo de sacarose, resultando, assim, em uma maior produtividade de açúcar (GUIMARÃES et al., 2005).

3.3 Aplicação de fungicidas do grupo das Estrobilurinas associados a Triazóis

As Estrobilurinas e os Triazóis são grupos químicos de fungicidas sistêmicos. Dentro destes grupos há divisões por ingrediente ativo, no qual as Estrobilurinas mais comuns e utilizadas são: Azoxistrobina, Trifloxtrobina e Piraclostrobina. Já no grupo dos Triazóis, são: Ciproconazol, Tebuconazol e Protioconazol. A associação destes grupos tem apresentado um melhor controle de doenças fúngicas com maior tempo de ação residual, vigor e aumento considerável na produtividade das principais culturas cultivadas no Brasil, como a cana-de-açúcar (MATOS et al.,2016).

A Estrobilurina surgiu como novo conceito em controle de doenças fúngicas e tem proporcionado vários efeitos fisiológicos em diversas culturas como soja, trigo, milho. Este efeito tem sido atribuído às alterações fisiológicas ocasionadas pelo fungicida, a qual tem favorecido o crescimento e desenvolvimento de várias culturas (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997). Fungicidas desse grupo atuam na inibição da respiração mitocondrial, que bloqueia a transferência de elétrons entre o citocromo b e o citocromo c1, no sítio Q0, interferindo na produção de ATP.

As Estrobilurinas caracterizam-se por menor seletividade e mobilidade limitada nos tecidos vegetais, atuando por meio da interrupção da cadeia de transporte de elétrons, o que compromete o metabolismo energético dos fungos sensíveis. Ainda assim, essas moléculas apresentam elevada lipossolubilidade. A dinâmica entre a velocidade de translocação e a eficiência fungicida está diretamente relacionada ao equilíbrio entre propriedades lipossolúveis e hidrossolúveis, aspecto que, ao longo dos anos, tem sido relativamente pouco explorado em estudos científicos (BORTOLINI; GHELLER, 2012).

O grupo dos Triazóis apresentam-se extremamente seletivos e de alta translocação na planta, inibindo a enzima lanosterol 14α-desmetilase (CYP51), essencial para a biossíntese de ergosterol na membrana celular dos fungos que quando ausente, provoca o extravasamento do protoplasma celular (DOS SANTOS; SANTOS; FARIA, 2018). Após a absorção e translocação nos tecidos vegetais, os Triazóis passam a exercer proteção por um período mais estendido, geralmente entre 15 e 25 dias, superando a persistência dos fungicidas de ação residual. Entre os principais benefícios desse comportamento destacam-se a menor suscetibilidade à lixiviação e à degradação pela radiação solar, o que reduz a necessidade de reaplicações frequentes, quando comparados aos fungicidas de caráter exclusivamente protetor (AZEVEDO, 2007).

O uso de fungicidas à base do ingrediente ativo Azoxistrobina tem sido amplamente investigado em diferentes culturas de importância econômica, em função dos efeitos fisiológicos benéficos, especialmente aqueles associados ao incremento da produtividade. Nesse sentido, a literatura reporta respostas fisiológicas positivas dessa classe de fungicidas em diversas culturas. Entretanto, para a cana-de-açúcar, em razão da adoção relativamente recente desses produtos, ainda há escassez de informações conclusivas. Este fungicida é reconhecido por promover alterações metabólicas nas plantas mesmo na ausência de patógenos, atuando de forma transitória sobre a respiração vegetal.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em condições de campo, em um Latossolo típico de textura arenosa, localizado no município de Martinópolis – SP. Foi escolhida uma área em que o canavial tratado se apresentava em boas condições de crescimento e desenvolvimento para uma adequada assimilação e metabolismo dos produtos aplicados, de modo a viabilizar a avaliação dos parâmetros relativos às condições fisiológicas, produtividade agrícola e qualidade tecnológica da matéria-prima. Com isso, foi selecionado um local onde apresentava um canavial com uma altura considerável, para que não houvesse o tombamento e, desse modo, atrapalhar o processo de análise, e não apresentasse variâncias de meios externos nos resultados. A área relativa à instalação e condução do experimento estava

devidamente corrigida, conforme recomendação usual adotada pela unidade sucroenergética parceira do referido projeto.

4.1 Variedade e estágio da cana-de-açúcar

O experimento foi instalado e conduzido em área cultivada com a variedade de cana-de-açúcar RB 86-7515, responsiva aos tratamentos previstos. A lavoura estava em estágio de 2º (segundo) corte, com aproximadamente sete meses de idade.

4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC). Foram consideradas 4 tratamentos com 6 repetições, totalizando 24 parcelas ou unidades experimentais, sendo tratamentos em diferentes distribuições de um Maturador à base de Trinexapaque-etílico e um Fungicida à base de Azoxistrobina e Ciproconazol (Tabela 1).

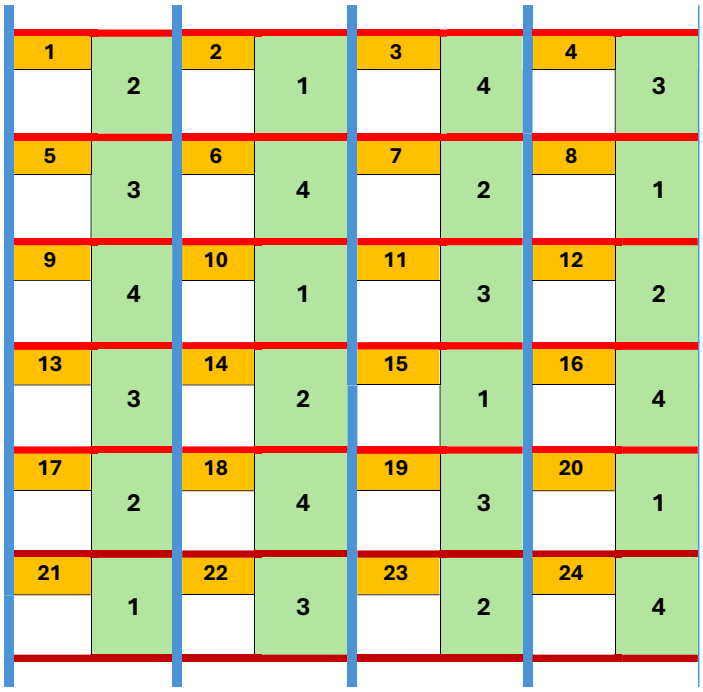
Tabela 1-Tratamentos

Tratamento	Descrição	
	Maturador	Fungicida
1	Trinexapaque-etílico 0,0 $L.ha^{-1}$	Azoxistrobina e Ciproconazol 0,0 $L.ha^{-1}$
2	Trinexapaque-etílico 0,0 $L.ha^{-1}$	Azoxistrobina e Ciproconazol 0,5 $L.ha^{-1}$
3	Trinexapaque-etílico 0,8 $L.ha^{-1}$	Azoxistrobina e Ciproconazol 0,0 $L.ha^{-1}$
4	Trinexapaque-etílico 0,8 $L.ha^{-1}$	Azoxistrobina e Ciproconazol 0,5 $L.ha^{-1}$

Fonte: Elaborado pelo autor.

As unidades experimentais foram delimitadas em 3 linhas duplas da cultura, totalizando 7,2 metros de largura, visto que cada linha dupla apresentava espaçamento de 0,9 x 1,5 e 20 metros de comprimento (Figura 1). As parcelas foram devidamente identificadas com o uso de estacas/bandeiras numeradas, de modo a facilitar os trabalhos pertinentes à instalação, condução, tratos culturais, avaliação e colheita de material vegetal do referido experimento.

Figura 1- Croqui do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda - Amarelo: Número da parcela; verde: Tratamentos, seguindo a tabela 1; vermelho: separação entre blocos; azul: separação entre parcela.

4.3 Delimitação de pontos na parcela

Para realizar as avaliações biométricas, foi demarcado 1 ponto em cada parcela ou unidade experimental, sendo estes na linha dupla intermediária da parcela. Cada ponto possuía 2 metros de comprimento e 2,4 metros de largura (1 linha dupla). O ponto era aproximadamente no centro da parcela, descartando a bordadura. Para realizar as análises biométricas específicas, foram escolhidas por parcela, de forma aleatória, 6 plantas, 3 em cada lado da linha e nelas foram fixadas fitas vermelhas e feito a despalha, para identificação nas avaliações (Figura 2).

Figura 2 -Fitas adesivas coloridas na demarcação das plantas

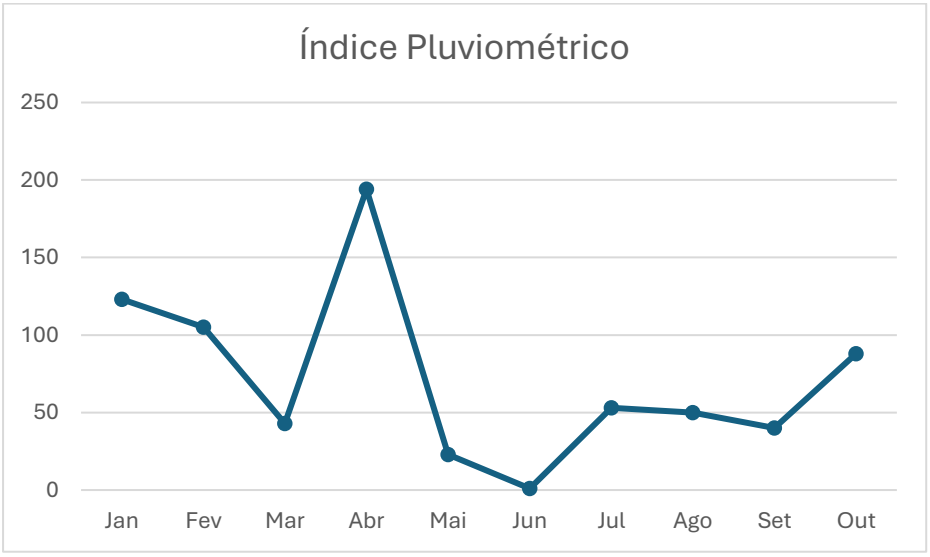


Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 Precipitação pluviométrica na área experimental durante a condução do trabalho

A disponibilidade hídrica pode afetar de diferentes formas a cultura da cana-de-açúcar, podendo dificultar no crescimento vegetativo e, assim, não conseguindo atingir um crescimento potencial, sendo capaz de prejudicar a altura e índice foliar da planta (ALMEIDA et al., 2008). Na figura 3, é possível analisar o índice médio de milímetros de chuva da área de condução do experimento, que foi conduzido nos meses de julho a setembro.

Figura 3 - Precipitação mensal relativa ao período de condução no experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5 Pulverização e produtos

Foi utilizada a aplicação aérea, realizada via drone (Figura 4) por um profissional da área. Foi operado uma altura de voo de 6,5 metros, com uma vazão de 10 $L.ha^{-1}$ e velocidade de aplicação de 30 km/h, em uma faixa de 5,5 metros. A aplicação foi efetuada pela manhã, onde o vento e a temperatura estavam favoráveis para acontecê-la. A água utilizada para a preparação de calda e a lavagem após a aplicação de cada tratamento era de alta qualidade, sem intervenção nas propriedades da calda.

Figura 4 - Drone de aplicação utilizado



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os produtos utilizados no experimento são regulares para este modo de pulverização e para esta cultura, sendo eles o maturador Moddus® e o fungicida Priori Xtra®, ambos patenteados pela empresa Syngenta (Figura 5).

Figura 5 - Produtos aplicados no experimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Avaliações

Ponto zero

Como “Ponto Zero”, foi realizada uma avaliação prévia na área experimental, antes da instalação do experimento. Nesta ocasião, foi realizada uma avaliação biométrica na qual foram delimitadas e analisadas apenas 2 parcelas de cada tratamento, assim, analisado a altura, diâmetro (da base, médio e no ápice) de 6 canas e número de perfilho em 2 metros em cada parcela para obter o valor produtivo, TCH – Tonelada de colmos por hectare, e tecnológico da área antes da instalação (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados coletados na avaliação de ponto zero, 0 dias após aplicação, para os parâmetros biométricos.

	Número de Colmos	Diâmetro Basal	Diâmetro Médio	Diâmetro Apical	Altura de Planta	TCH	
	14,21	29,73	27,66	22,08	245,52	97,33	
Brix	**Fibra**	**Pol**	**Pol cana**	**Pureza**	**AR**	**ATR**	**TAH**
17,92	12,42	14,93	12,55	80,04	0,75	127,78	12,03

Fonte: Elaborado pelo autor.

Legenda: Parâmetros biométricos de Número de colmos; diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura de planta (cm), Tonelada de cana por Hectare (TCH) e para os parâmetros tecnológicos Brix (%), Fibra em % cana, Pol em % caldo, Pol cana em %. Pureza aparente em %,

Açúcares Redutores % cana (AR), açúcar teórico recuperável (ATR) e Tonelada de Açúcar por hectare (TAH).

4.7 Determinação da produtividade

Dentro da área útil das parcelas, nas duas linhas centrais de plantas e, dentro destas, 2 m aleatórios, foram realizados, aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação, a contagem dos perfilhos e a medição do comprimento de seis perfilhos, da base até a inserção da folha +1, por meio de uma fita métrica, e do diâmetro, com um paquímetro, na altura de 1/3 do comprimento do colmo da base para a ponta (LANDELL; SILVA, 1995). Também foi mensurado o diâmetro apical e da base do colmo, para ser notado o desenvolvimento da planta (Figura 6). Este método foi realizado em todos os colmos demarcados na parcela, 6 colmos por parcela, para uma melhor análise e comprovação de dados, no qual foi utilizado a formula: TCH = (0,007854 x d^2 x h x C) / E

Onde:

- TCH = Toneladas de Cana por Hectare
- 0,007854 = Constante de conversão para volume em metros cúbicos (πr^2)
- d = Diâmetro médio do colmo em centímetros
- h = Altura média do colmo em centímetros
- C = Número de colmos por metro linear
- E = Espaçamento entre sulcos em metros

Figura 6 - Avaliações de altura e diâmetro do colmo



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.8 Coleta e preparo de amostras de colmos para a análise

Aos 0, 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação, foi realizada a coleta manual de seis colmos na linha central de cada parcela, os quais foram despontados na altura da gema apical (ponto de quebra) e levados ao Laboratório de análises da usina (Figura 8). O processamento realizado foi conforme 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 químicotecnológicas conforme CONSECANA (2006).

Figura 7 - Coleta e identificação de amostras de colmos



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.9 Análise laboratoriais – Determinação e cálculos químico-tecnológicos

A identificação de cada amostra é de suma importância para que não haja confusão no momento da análise laboratorial, que é realizada dentro da usina. As amostras foram colocadas em feixes feitos com fitilhos, logo após identificadas com uma etiqueta onde mostrava o número da amostra, o tratamento e a repetição (Figura 8 e 9).

Figura 8 - Etiquetagem das amostras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 9 - Feixes de 6 canas, identificação e desponta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pol cana

A Pol (PCC) indica a porcentagem aparente de sacarose presente em uma solução de açúcares. No caldo de cana madura, os níveis de glicose e frutose costumam ser baixos, geralmente abaixo de 0,5%, em comparação com o teor de sacarose, que pode ultrapassar os 16% em média durante a safra. Isso resulta em uma aproximação considerável ao teor real de sacarose, sendo comumente aceito como tal. A sacarose, um dissacarídeo, é o principal parâmetro de qualidade

tecnológica da cana-de-açúcar; refere-se ao açúcar diretamente cristalizável no processo de fabricação (FERNANDES, 2003).

Pol% cana (PC): será calculada através da seguinte expressão: PC = S x (1-0,01 F) x C, onde:

S = Pol do Caldo extraído

F = Fibra industrial % cana

C = fator de transformação da pol do caldo extraído em pol do caldo absoluto.

A pol do caldo (S) (teor de sacarose aparente por cento, em peso, de caldo) é calculada pela equação seguinte: S = LPb (0,2605 – 0,0009882 x B).

A transformação da leitura sacarimétrica com a mistura clarificante, à base de alumínio, para a leitura equivalente em subacetato de chumbo ou (octapol), será feita pela equação:

LPb = 1,00621 x LAl + 0,05117, onde:

LPb = leitura sacarimétrica equivalente a de subacetato de chumbo;

LAl = leitura sacarimétrica obtida com a mistura clarificante à base de alumínio.

Assim sendo, a equação completa para o cálculo da pol da cana (S) passa a ser a seguinte:

S = (1,00621 x LAl + 0,05117) x (0,2605 - 0,0009882 x B), onde:

B = Brix do caldo

Brix% caldo

Brix% caldo: determinado por refratometria a 20ºC (SCHENEIDER, 1979).

Açúcares redutores (AR)

Os açúcares redutores (AR) referem-se ao termo utilizado para designar os açúcares (monossacarídeos), glicose e frutose, principalmente. Os açúcares redutores são produtos precursores de cor no processo industrial, isto é, participam de reações que aumentam a cor do açúcar, depreciando a qualidade do produto. Durante a maturação da cana-de-açúcar, à medida que o teor de sacarose se eleva, os açúcares redutores decrescem de aproximadamente 2,0% para valores abaixo de 0,5%, entre março/abril e setembro/outubro no Hemisfério Sul, podendo chegar a 0,2%. Esse comportamento torna importante a análise do teor de açúcares redutores

para acompanhamento e julgamento da maturação, principalmente nos primeiros meses de safra (FERNANDES, 2003).

Açúcares Redutores % cana (AR): determinado pela Técnica de Somogy,
adaptado por Nelson (1944).

Pureza aparente

A pureza reflete a porcentagem de sacarose contida nos sólidos solúveis, sendo denominada “pureza real”, entretanto quando esta determinação é realizada numa solução açucarada impura, diz-se “pureza aparente”. A pureza expressa quantos por cento dos sólidos solúveis (ºBrix) são representados pela sacarose (pol) (FERNANDES, 2003).

Pureza aparente da cana (%): o coeficiente de pureza aparente da cana, segundo Fernandes (2003), será calculado pela relação: Pureza aparente % da cana = Pol% cana x 100 Brix% cana

Fibra da cana

A fibra é a matéria insolúvel em água contida na cana. No colmo de cana, as fibras do parênquima são de estrutura mais frágil e fina, e formam as células isodiamétricas de estocagem do caldo de alto teor de sacarose (FERNANDES, 2003). No sistema de pagamento de cana pelo teor de sacarose (PCTS) a fibra é estimada em função do peso de bagaço úmido da prensa. Determinada pelo método da prensa hidráulica, conforme determinado no Ato 13/83, de 21/04/1983 – IAA, citado por Mutton (1984) e atualizações semestrais do CONSECANA. F = 0,08 * PBU + 0,876, onde F é a Fibra cana e PBU refere-se ao peso do bagaço úmido da prensa, em gramas.

Fibra % cana: determinado segundo Fernandes (2003).

Umidade % cana

Umidade % cana: será determinada por intermédio da pesagem do bolo úmido
que colocado em sacos de papel seco, descontando a tara, será levado para uma estufa a aproximadamente 650C, por 48 horas, para secagem, até o peso constante.

A seguir, pesaremos novamente, descontando a tara. A umidade será calculada da seguinte forma:

U% = (Pmu – Pms) x 100/ Pmu

U%= umidade em porcentagem

Pmu= peso da massa úmida já descontada o peso do saco

Pms= peso da massa seca já descontado o peso do saco

Açúcar teórico recuperável (ATR)

O açúcar teórico recuperável (ATR) constitui um dos parâmetros do sistema de pagamento de cana implantado em São Paulo a partir da safra de 1998/99, e reflete o resultado da diferença entre o ART (açúcares redutores totais) da cana e as perdas na lavagem de cana, no bagaço final, na torta do filtro ou prensa e as “indeterminadas”, considerando a eficiência média padrão, ou seja, representa a quantidade de açúcares (na forma de açúcares invertidos ou ART) que são recuperados na usina assumindo perdas de 12% na lavagem de cana, extração (perda de pol no bagaço final), torta dos filtros ou prensas e as “indeterminadas” (FERNANDES, 2003).

Açúcar teórico recuperável - ATR (kg t colmos): calculado pelo SPCTS atual,
aprovado pelo Consecana (2006).

Margem de contribuição agrícola (MCA)

A MCA é a diferença entre a receita obtida com a matéria-prima entregue na indústria e os custos variáveis do corte, carregamento e transporte, e tratos culturais da soqueira. Para tanto, utilizou-se da fórmula:

MCA = VTC X (TCH – Garr) – GCCTt X TCH – GTSha

VTC = ATR X Patr

Onde:

MCA = margem de contribuição agrícola;

TCH = toneladas de cana por hectare (t cana/ha);

Garr = custo do arrendamento, em tonelada de cana por hectare (t cana/ha);

GCCTt = gastos com corte, carregamento e transporte da cana (R$/t cana);

VTC = valor da tonelada de cana no sistema PCTS, em R$/t cana;

ATR = açúcares teóricos recuperáveis, em kg/t cana;

Patr = preço por quilograma de ATR, em R$/kg;

Para obtenção do VTC, “sistema PCTS válido para São Paulo a partir da safra 1998/99”; GTSha = gastos variáveis da aplicação do maturador (produto + avião), em R$/ha. Onde resultou em um gasto de 40,00 R$/ha de aplicação. E os produtos obtiveram um custo de: Maturador R$ 100,00 por hectare, Fungicida R$ 150,00 por hectare e a mistura totalizando R$ 250,00. Os colmos foram analisados no laboratório da Usina Atena, onde foram acompanhadas as análises e tabulados os resultados.

4.10 Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a $P<0,05$. Constatada a significância, os tratamentos foram comparados a 5% utilizando o programa estatístico Agroestat®.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise estatística e interpretação de resultados

O presente experimento teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes tratamentos (Tabela 1) e épocas de avaliação (15, 30, 45 e 60 dias após aplicação - daa) sobre características agronômicas e tecnológicas da cultura da cana-de-açúcar. Foram analisadas variáveis relacionadas à morfologia da planta, produtividade e qualidade da matéria-prima.

5.2 Variáveis de análise biométrica

As variáveis biométricas avaliadas foram: Número de colmos, Diâmetro Basal, Diâmetro Médio, Diâmetro Apical, Altura e a produtividade expressa em toneladas de colmo por hectare (TCH), que foi determinado de acordo com o método de LANDELL e SILVA (1995).

Os dados foram analisados em quatro épocas distintas após a aplicação, conforme descrito a seguir: Época 1, 15 dias após a aplicação; Época 2, 30 dias após a aplicação; Época 3, 45 dias após a aplicação; e Época 4, 60 dias após a aplicação. Nos dados também foram atribuídos a Diferença Mínima Significativa (DMS) e Coeficiente de Variação (CV).

Tabela 3 - Análise de variância para os parâmetros de diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura (cm) e TCH em função dos tratamentos aplicados na época 1 de avaliação, 15 dias após aplicação.

	Diâmetro Basal	Diâmetro Médio	Diâmetro Apical	Altura	TCH
T1	31,31 a	28,94 a	21,69 a	254,11 a	99,11 a
T2	28,75 a	28,33 a	20,69 a	254,30 a	95,88 a
T3	29,64 a	28,83 a	20,86 a	255,75 a	99,58 a
T4	30,78 a	29,25 a	21,39 a	257,78 a	103,04 a
DMS	3,34	2,42	3,12	34,42	28,83
CV	6,72	5,04	8,85	8,09	17,43

Legenda: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 L.ha^{-1} de fungicida; T3 – 0,8 L.ha^{-1} de Maturador; T4 – 0,5 L.ha^{-1} de fungicida + 0,8 L.ha^{-1} de Maturador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Análise de variância para os parâmetros de diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura (cm) e TCH em função dos tratamentos aplicados na época 2 de avaliação, 30 dias após aplicação.

	Diâmetro Basal	Diâmetro Médio	Diâmetro Apical	Altura	TCH
T1	30,52 a	30,11 a	26,69 a	253,27 a	106,95 a
T2	29,39 a	29,47 a	26,19 a	247,61 a	101,61 a
T3	30,06 a	29,61 a	25,42 a	254,67 a	104,97 a
T4	32,22 a	30,36 a	28,03 a	255,31 a	109,88 a
DMS	3,04	3,01	6,29	35,50	34,29
CV	5,98	6,04	14,20	8,44	19,47

Legenda: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 L.ha^{-1} de fungicida; T3 – 0,8 L.ha^{-1} de Maturador; T4 – 0,5 L.ha^{-1} + 0,8 L.ha^{-1} de Maturador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Análise de variância para os parâmetros de diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura (cm) e TCH em função dos tratamentos aplicados na época 3 de avaliação, 45 dias após aplicação.

	Diâmetro Basal	Diâmetro Médio	Diâmetro Apical	Altura	TCH
T1	29,33 a	29,22 a	20,94 a	248,72 a	98,99 a
T2	28,67 a	28,97 a	21,42 a	246,94 a	97,40 a
T3	29,75 a	29,27 a	21,50 a	258,14 a	103,78 a
T4	30,39 a	29,87 a	22,57 a	261,06 a	108,49 a
DMS	3,54	2,37	2,68	31,98	27,19
CV	7,20	4,85	7,46	7,57	15,99

Legenda: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 L.ha^{-1} de fungicida; T3 – 0,8 L.ha^{-1} de Maturador; T4 – 0,5 L.ha^{-1} de fungicida + 0,8 L.ha^{-1} de Maturador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Análise de variância para os parâmetros de diâmetros do colmo (cm), sendo eles basal, médio e apical; altura (cm) e TCH em função dos tratamentos aplicados na época 4 de avaliação, 60 dias após aplicação.

	Diâmetro Basal	Diâmetro Médio	Diâmetro Apical	Altura	TCH
T1	28,83 a	28,75 a	23,64 a	263,69 a	101,46 a
T2	28,31 a	28,53 a	23,28 a	249,28 a	95,09 a
T3	28,92 a	29,22 a	23,33 a	253,86 a	102,49 a
T4	29,93 a	29,42 a	24,85 a	267,21 a	107,91 a
DMS	2,93	3,15	3,55	34,11	30,90
CV	6,07	6,53	8,96	7,93	18,26

Legenda: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 L.ha^{-1} de fungicida; T3 – 0,8 L.ha^{-1} de Maturador; T4 – 0,5 L.ha^{-1} de fungicida + 0,8 L.ha^{-1} de Maturador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O parâmetro número de colmos foi apresentado, em todas as épocas de avaliação, com um único valor fixo (14,21) para todos os tratamentos. Essa padronização foi adotada com o objetivo de evidenciar exclusivamente o efeito de cada tratamento, evitando que diferenças pré-existentes na área experimental influenciassem os resultados como, por exemplo, parcelas que já apresentavam maior número de colmos antes da instalação do experimento. Além disso, considerando que o experimento foi conduzido no final do ciclo da cultura, a emissão de novos perfilhos não é comum, o que reforça a adequação desse procedimento metodológico. Segundo Miranda (2019), o perfilhamento é influenciado por múltiplos

fatores, incluindo o estádio fisiológico da planta e condições ambientais, sendo mais responsivo a intervenções em fases iniciais do ciclo.

Nenhum parâmetro biométrico mostrou diferença estatística significativa. O tratamento T4, que combinou Trinexapaque-etílico e fungicida, apresentou os maiores valores de diâmetro do colmo (base, médio e apical) em várias épocas, especialmente na avaliação realizada 30 dias após a aplicação, que apresentou uma diferença numérica maior nos resultados comparado aos outros tratamentos. Embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas, há uma disposição de ganho em vigor estrutural das plantas com esse tratamento. Estudos como o de Serciloto (2024), demonstram que o uso combinado de reguladores de crescimento e fungicidas pode intensificar o desenvolvimento de colmos, favorecendo maior acúmulo de biomassa.

A altura da planta variou entre os tratamentos, contudo não mostrou diferencia estatística significativa, com T4 novamente apresentando os maiores valores médios em quase todas as épocas, alcançando até 263,69 cm aos 60 dias após aplicação. A ação do Trinexapaque-etílico, que atua inibindo o alongamento celular, pode resultar inicialmente em redução da altura, mas essa resposta depende da dose e da interação com outros produtos. A aplicação conjunta com Estrobilurinas pode mitigar parcialmente essa inibição, promovendo equilíbrio entre crescimento e acúmulo de fotoassimilados (BARBARA; FERRO, 2020). À medida que o maturador Trinexapaque-etílico é aplicado, ele é absorvido pela planta e passa a atuar seletivamente através da redução do nível de giberelina ativa, induzindo a planta a inibir temporariamente ou reduzir o ritmo de crescimento, sem afetar, o processo de fotossíntese e a integridade da gema apical (KIM et al., 2007).

A produtividade estimada (TCH) também não apresentou diferença estatística significativa. Porém, este parâmetro foi numericamente maior no tratamento T4, mantendo-se superior em todas as épocas. Este resultado evidencia uma a relação benéfica da combinação entre Trinexapaque-etílico e o fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol no aumento do rendimento agrícola da cana-de-açúcar. Segundo a Embrapa (2023), a utilização de bioestimulantes e fungicidas fisiológicos pode promover aumento de até 20% na produtividade, em decorrência da melhoria na eficiência fotossintética e sanidade da planta.

5.3 Variáveis de análise tecnológica

As tabelas a seguir 7, 8, 9 e 10 apresentam os parâmetros: de Brix (%), Fibra em % cana, Pol em % caldo, Pol cana em %. Pureza aparente em %, Açúcares Redutores % cana (AR), açúcar teórico recuperável (ATR), Tonelada de Açúcar por hectare (TAH) e Margem de contribuição agrícola (MCA) em diferentes épocas.

Tabela 7 - Análise de variância dos dados resultantes da avaliação tecnológica na época 1.

Época 1 – 15 dias após aplicação									
	Brix	**Fibra**	**Pol**	**Pol cana**	**Pureza**	**AR**	**ATR**	**TAH**	**MCA**
T1	18,82 a	12,53 a	16,10 a	13,52 a	85,53 a	0,59 a	135,68 a	13,44 a	11143,47 a
T2	18,60 a	12,44 a	15,59 a	13,14 a	83,79 a	0,65 a	132,43 a	12,69 a	10181,51 a
T3	18,73 a	12,20 a	15,85 a	13,38 a	84,61 a	0,62 a	134,58 a	13,45 a	11005,28 a
T4	18,94 a	11,55 a	16,01 a	13,77 a	84,94 a	0,62 a	137,73 a	14,15 a	11552,69 a
DMS	1,18	1,15	1,51	1,36	3,49	0,10	12,33	4,04	3909,73
CV	3,78	5,67	6,09	5,69	2,48	9,52	5,48	18,08	21,42

Legenda: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 L.ha^{-1} de fungicida; T3 – 0,8 L.ha^{-1} de Maturador; T4 – 0,5 L.ha^{-1} de fungicida + 0,8 L.ha^{-1} de Maturador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8 - Análise de variância dos dados resultantes da avaliação tecnológica na época 2.

Época 2 – 30 dias após aplicação									
	Brix	**Fibra**	**Pol**	**Pol cana**	**Pureza**	**AR**	**ATR**	**TAH**	**MCA**
T1	19,06 b	13,38 a	16,04 a	13,27 a	84,12 a	0,63 a	133,50 a	14,26 a	11872,90 a
T2	19,79 ab	13,14 a	16,38 a	13,60 a	82,82 a	0,66 a	137,01 a	13,77 a	11251,20 a
T3	20,43 a	12,65 a	17,52 a	14,70 a	85,80 a	0,59 a	146,91 a	15,40 a	13073,61 a
T4	19,03 b	13,24 a	16,03 a	13,27 a	84,24 a	0,62 a	133,45 a	14,59 a	11878,48 a
DMS	1,13	2,10	1,79	1,63	6,79	0,19	14,31	4,17	3972,17
CV	3,47	9,63	6,53	7,13	4,84	18,10	6,24	17,26	19,86

Legenda: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 L.ha^{-1} de fungicida; T3 – 0,8 L.ha^{-1} de Maturador; T4 – 0,5 L.ha^{-1} de fungicida + 0,8 L.ha^{-1} de Maturador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9 - Análise de variância dos dados resultantes da avaliação tecnológica na época 3.

Época 3 – 45 dias após aplicação									
	Brix	**Fibra**	**Pol**	**Pol cana**	**Pureza**	**AR**	**ATR**	**TAH**	**MCA**
T1	20,11 a	13,37 a	17,38 a	14,37 a	86,39 a	0,56 a	143,57 a	14,22 a	12021,67 a
T2	20,11 a	14,53 a	17,72 a	14,36 a	88,15 a	0,50 a	142,86 a	13,90 a	11506,57 a
T3	20,81 a	13,17 a	17,92 a	15,18 a	86,05 a	0,57 a	151,46 a	15,72 a	13470,68 a
T4	20,98 a	13,5 a	18,00 a	14,90 a	85,87 a	0,58 a	148,76 a	16,14 a	13688,06 a
DMS	1,06	1,43	1,37	1,34	5,51	0,16	12,29	4,44	4424,08
CV	3,11	6,30	4,64	5,47	3,83	17,28	5,03	17,78	20,98

Legenda: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 L.ha^{-1} de fungicida; T3 – 0,8 L.ha^{-1} de Maturador; T4 – 0,5 L.ha^{-1} de fungicida + 0,8 L.ha^{-1} de Maturador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10 - Análise de variância dos dados resultantes da avaliação tecnológica na época 4.

Época 4 – 60 dias após aplicação									
	Brix	**Fibra**	**Pol**	**Pol cana**	**Pureza**	**AR**	**ATR**	**TAH**	**MCA**
T1	19,35 b	14,02 a	16,99 b	13,90 a	87,78 a	0,52 a	138,64 a	14,06 a	11788,87 a
T2	20,19 a	13,89 a	17,81 ab	14,59 a	88,18 a	0,50 a	145,16 a	13,82 a	11467,12 a
T3	20,50 a	14,32 a	18,00 a	14,63 a	87,80 a	0,51 a	145,54 a	14,94 a	12619,09 a
T4	20,21 a	13,87 a	17,80 ab	14,60 a	88,08 a	0,51 a	145,28 a	15,72 a	13233,72 a
DMS	0,68	2,10	0,88	1,00	2,79	0,07	9,20	4,76	4699,96
CV	2,03	9,01	2,99	4,17	1,90	8,42	3,85	19,54	23,01

Legenda: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 L.ha^{-1} de fungicida; T3 – 0,8 L.ha^{-1} de Maturador; T4 – 0,5 L.ha^{-1} de fungicida + 0,8 L.ha^{-1} de Maturador.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar os dados apresentados podemos notar que a maioria dos parâmetros, em diferentes épocas, não mostraram diferenças estatística significativa. Apenas o Brix, na época 2 e 4 e o Pol na época 4, que mostrou alguma diferença entre os tratamentos.

O teor de sólidos solúveis (Brix), determinado por refratometria a 20ºC, mostrou um melhor desempenho no Tratamento 3, que apresentava apenas Trinexapaque-etílico, comparado aos demais tratamentos, na época 2, e na época 4 mostrou melhor desempenho em relação a testemunha (T1) e equiparada estatisticamente aos demais tratamentos. O Tratamento 4 que consiste na mistura entre o maturador e fungicida, apesar de não obter uma diferença estatisticamente

significativa, obteve na época 3 maior teor de brix numericamente que o tratamento 3. Na época 4 (60 dias), houve uma leve redução numérica no teor de brix, comparado as demais épocas, possivelmente devido à supermaturação e à inversão de sacarose em açúcares redutores (SCHENEIDER, 1979).

O teor de fibra influencia tanto na eficiência de moagem quanto também na qualidade do caldo. Valores ideais situam-se entre 11% e 13%. Ao longo das épocas, os teores de fibra mantiveram-se dentro dessa faixa, com ligeiras variações. Na época 1, os valores foram mais baixos, aumentando gradualmente até a época 3, refletindo o acúmulo de matéria seca nos colmos. Na época 4, observou-se uma estabilização ou leve redução, possivelmente devido à degradação de fibras com o avanço da maturação (BOVI; SERRA, 1999).

O Pol representa a porcentagem aparente de sacarose contida numa solução de açúcares. Apesar de apresentar diferença estatística apenas na época 4, nos 15 dias após aplicação houve um aumento numérico, comparado com os valores do ponto zero, atingindo o máximo na época 3, com valores próximos a 18. Na época 4, os valores de Pol apresentaram uma paralização, sugerindo início da inversão enzimática da sacarose (FERNÁNDES et al., 2013). Na época 4 houve diferença estatística nos resultados, mostrando que o Tratamento 3 se destacou e o Tratamento 1 mostrou-se como pior. Já nas demais épocas não houve diferença estatística dos resultados analisados. O Pol na cana representa a quantidade de sacarose por unidade de massa da cana. Os valores apresentaram comportamento semelhante ao Pol no caldo, com aumento numérico progressivo até a época 3 e leve paralização na época 4. Isso indica que o acúmulo de sacarose nos colmos foi praticamente total aos 45 dias após a aplicação dos tratamentos. Já na comparação dos tratamentos não houve uma diferença estatística dos resultados.

A Pureza do caldo, calculada pela relação entre Pol e Brix, é um indicador da qualidade do caldo para a produção de açúcar. Segundo Ripoli e Ripoli (2004), a pureza ideal do caldo deve estar acima de 85% para garantir uma matéria-prima de qualidade para a indústria sucroalcooleira. O coeficiente de pureza aparente da cana, segundo Fernandes (2003), foi calculado pela relação: Pureza aparente % da cana = Pol% cana x 100 Brix% cana. Na análise comparativa de dados dos tratamentos não foi identificado uma diferença estatística dos resultados.

Os açúcares redutores (AR) referem-se ao termo utilizado para designar os açúcares (monossacarídeos) glicose e frutose, principalmente. Os açúcares

redutores são produtos precursores de cor no processo industrial, isto é, participam de reações que aumentam a cor do açúcar, depreciando a qualidade do produto. Valores inferiores a 0,8% são recomendados. Os valores indicados de cada tratamento apresentaram-se leve diferença numérica, com isso não foi apresentado diferença estatística. Podemos reparar que os valores conforme as épocas foram reduzindo-se numericamente de forma progressiva até a época 4, atingindo valores ideais (LEITE; CRUSCIOL; SILVA, 2011). Os Açúcares Redutores % cana (AR) foi determinado pela Técnica de Somogy, adaptado por Nelson (1944).

O açúcar teórico recuperável (ATR) representa a quantidade de açúcares (na forma de açúcares invertidos ou ART) que são recuperados na usina, assumindo perdas de 12% na lavagem de cana, extração (perda de pol no bagaço final), torta dos filtros ou prensas e as “indeterminadas” (FERNANDES, 2003). Os tratamentos não mostraram variação significativa nas amostras tratadas com os produtos usados quando comparados com a testemunha estatisticamente, somente diferenças numéricas. O índice de ATR aumentou numericamente ao longo das épocas avaliadas, até a época 3, onde foi observado o pico de acúmulo de açúcares

No parâmetro Tonelada de Açúcar por hectare (TAH), uma variável que está totalmente ligada ao TCH e o ATR, mostrou que estatisticamente não houve diferenciação, porém, um resultado positivo numericamente ao tratamento 4 nas épocas 3 e 4, indicando que a mistura dos produtos tem aptidão de aumento de açúcar na cana de açúcar.

A Margem de contribuição agrícola também não apresentou diferença estatística entre os tratamentos em todas as épocas. Não foi realizado o parâmetro de Margem de contribuição industrial (MCI), pois não foi produzido o álcool.

5.4 Análise em fatorial 5 x 4

Foi realizado outra análise estatística, realizada em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), em fatorial 5 x 4, tratando-se de 5 épocas e 4 disposições dos dois produtos. Assim, com essa análise, pode-se analisar as interações e evoluções do fatorial, desfrutando melhor dos dados tabulados. Foram considerados os parâmetros de Tonelada de canas por hectare (TCH), açúcar teórico recuperável (ATR) e Tonelada de Açúcar por hectare (TAH), nos quais são os principais parâmetros indicadores de produtividade e qualidade no setor sucroenergético.

Tabela 11: Análise dos parâmetros TCH, TAH e ATR em fatorial 5 x 4, nas diferentes épocas de avaliação.

	TCH	ATR	TAH
Fator A - Época			
1	101,14 a	127,78 c	12,92 b
2	99,40 a	135,11 b	13,43 ab
3	105,85 a	137,72 b	14,50 ab
4	102,16 a	146,67 a	14,99 a
5	101,74 a	143,65 a	14,64 ab
DMS	13,18	5,6	1,89
f	0,50 NS	27,11 **	3,33 *
Fator B - Produtos			
1	100,14 a	135,84 b	13,60 a
2	98,97 a	137,05 ab	13,51 a
3	100,07 a	141,25 a	14,19 a
4	109,06 a	138,60 ab	15,09 a
DMS	11,09	4,71	1,59
f	2,46 NS	3,37 *	2,84 *
Fator A * Fator B			
f	0,57 NS	1,43 NS	0,66 NS
CV	16,08	5,05	16,74

Legenda: Épocas citadas correlacionam: Época 1 – 0 Dias Após Aplicação (DAA); e assim respectivamente, 2 – 15; 3 – 30; 4 – 45; 5 – 60. Já os produtos correlacionam com os tratamentos: T1 - Testemunha; T2 - 0,5 $L.ha^{-1}$ de fungicida; T3 – 0,8 $L.ha^{-1}$ de Maturador; T4 – 0,5 $L.ha^{-1}$ de fungicida + 0,8 $L.ha^{-1}$ de Maturador..

De modo geral, observa-se que o fator Época exerceu influência distinta sobre os parâmetros avaliados. Para TCH, não houve efeito significativo, indicando que a produtividade de colmos se manteve estatisticamente estável ao longo das épocas avaliadas. Isso sugere que, nas condições do experimento, o avanço das épocas não impactou a produção de biomassa da cultura (INMAN-BAMBER; SMITH, 2005).

Em contrapartida, o ATR apresentou efeito altamente significativo em função das épocas. Nota-se um incremento progressivo dos valores ao longo do tempo. As letras distintas evidenciam diferenças estatísticas claras entre as épocas iniciais e finais, indicando evolução na concentração de açúcares com o avanço do ciclo. Esse comportamento é esperado, uma vez que a maturação da cana-de-açúcar está diretamente associada ao acúmulo de sacarose (WATT et al.,2005).

Para o TAH, também houve efeito significativo das épocas. Os valores aumentaram das primeiras para as últimas épocas. As épocas 2 a 5 apresentaram valores superiores à época 1, com diferenças indicadas pelas letras. Esse resultado

reflete a combinação entre produtividade de colmos (TCH) e qualidade tecnológica (ATR), indicando que, mesmo sem variação significativa em TCH, o aumento no ATR contribuiu para maiores rendimentos de açúcar por área.

Em relação ao fator Produtos (Fator B), verifica-se que não houve efeito significativo sobre TCH, demonstrando que os diferentes tratamentos não influenciaram a produção de colmos. Para o ATR, entretanto, houve efeito significativo dos produtos. O tratamento 3 apresentou o maior valor, diferindo estatisticamente de alguns outros tratamentos, enquanto os demais apresentaram valores intermediários. Esse resultado indica que a aplicação do fungicida pode influenciar positivamente a qualidade tecnológica da cana, promovendo maior acúmulo de açúcares (FERNÁNDES et al., 2013).

O TAH também foi significativamente afetado pelos produtos. O tratamento 4 apresentou o maior valor, destacando-se numericamente em relação aos demais. Esse resultado reforça que, mesmo sem alterar significativamente o TCH, alguns tratamentos foram capazes de melhorar a produção final de açúcar por hectare, possivelmente devido ao efeito sobre o ATR (SILVA et al., 2021).

A interação entre Época e Produtos (Fator A × B) não foi significativa para nenhum dos parâmetros avaliados, indicando que os efeitos dos produtos foram consistentes ao longo das diferentes épocas, sem comportamento dependente do tempo.

Em síntese, os resultados evidenciam que o avanço das épocas influenciou principalmente a qualidade tecnológica da cana (ATR) e, consequentemente, a produção de açúcar (TAH), enquanto os produtos testados apresentaram efeito mais evidente sobre ATR e TAH do que sobre a produtividade de colmos (TCH). A ausência de interação significativa indica estabilidade dos efeitos dos tratamentos ao longo do tempo.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que, a maioria dos parâmetros avaliados não indicaram diferença estatística significativa em comparação aos tratamentos. Já na avaliação sobre o fatorial 5x4, conclui-se que as épocas de avaliação influenciaram significativamente os parâmetros tecnológicos (ATR e TAH), evidenciando o avanço da maturação da cultura, enquanto o TCH permaneceu estável. Além disso, os produtos avaliados contribuíram principalmente para a

melhoria da qualidade da matéria-prima, sem interação significativa com as épocas. Os resultados obtidos podem ter sido influenciados pelas condições ambientais durante o período experimental, especialmente pela precipitação, pelas características da área de cultivo e pela época de instalação do experimento. Dessa forma, tais fatores devem ser considerados na interpretação dos resultados, sendo recomendadas novas avaliações em diferentes condições para confirmação dos efeitos observados.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C. S. et al. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.

ARALDI, R. et al. Florescimento em cana-de-açúcar. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 40, n. 3, p. 694-702, 2010.

AZEVEDO, L. A. S. *Fungicidas sistêmicos: teoria e prática*. Campinas: EMOPI, 2007. 284 p.

BARBARA, G.; FERRO, D. A. M. Sugar cane maturation: comparison between the active ingredients of the trinexapac-ethyl products (Moddus) and glyphosate (Roundup). *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 48571-48578, 2020.

BORTOLINI, A. M. M.; GHELLER, J. A. Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 1, p. 109-121, 2012.

BOVI, R.; SERRA, G. E. Impurezas fibrosas da cana-de-açúcar e parâmetros tecnológicos do caldo extraído. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 885-896, 1999.

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

CASTRO, P. R. C. Fisiologia da cana-de-açúcar. In: ENCONTRO DE CANA-DE-AÇÚCAR, 1992, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.], 1992. p. 5-8.

CASTRO, P. R. C. *Fisiologia vegetal aplicada à cana-de-açúcar*. Maceió, 2001. 7 p.

CLEMENTS, H. F. *Sugar cane crop logging and crop control: principles and practices*. Hawaii: The University Press of Hawaii, 1980. 520 p.

CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2025/2026*. Brasília, DF: Companhia Nacional de Abastecimento, 2025.

CONSECANA. *Regulamento dos negócios de compra e venda de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: manual de instruções*. Piracicaba: CONSECANA, 2006. 16 p.

DANIELS, J.; ROACH, B. T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D. J. (ed.). *Sugarcane improvement through breeding*. Amsterdam: Elsevier, 1987. p. 7-84.

DOS SANTOS, F. H.; SANTOS, L. A.; FARIA, C. M. D. R. Translocação de triazóis e estrobilurinas no controle do oídio da soja. *Applied Research & Agrotechnology*, v. 11, n. 1, p. 87-92, 2018.

DUNKELMAN, P. H.; BLANCHARD, M. A. Controlled photoperiodism in basic sugarcane breeding. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists*, v. 4, p. 80-85, 1974.

EMBRAPA. *Novo bioinsumo aumenta em até 20% a produtividade da cana-de-açúcar*. Brasília, DF: Embrapa, 2023.

FAO. *Cane sugar production and efficiency*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023.

FARIAS, S. O. et al. Controle de florescimento em cana-de-açúcar através do corte no período de indução floral. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4., 1987, Olinda. *Anais...* Olinda: STAB, 1987. p. 718-721.

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

FERNÁNDES, M. S. et al. Produtividade, açúcar e brotação de cana-de-açúcar submetida a fungicidas e maturadores. *Nucleus*, v. 10, n. 2, p. 323-338, 2013.

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. *Resumos...* São Carlos: UFSCar, 2001.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim methyl in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pesticide Science*, v. 50, p. 11-20, 1997.

GUIMARÃES, E. R. et al. Crescimento, acúmulo de sacarose e atividade de invertases em cana-de-açúcar submetida ao tratamento com etil-trinexapac. *Científica*, v. 33, n. 1, p. 20-26, 2005.

INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. *Field Crops Research*, v. 92, n. 2-3, p. 185-202, 2005.

KIM, H. Y. et al. Effect of prohexadione calcium on growth components and endogenous gibberellins contents of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, v. 193, p. 445-451, 2007.

LANDELL, M. G. A.; SILVA, M. A. *Manual do experimentador: melhoramento da cana-de-açúcar*. Pindorama: Instituto Agronômico, 1995.

LEITE, G. H. P. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar em função da aplicação de maturadores em meio de safra. *Bragantia*, Campinas, v. 68, p. 527-534, 2009.

LEITE, G. H. P.; 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.

MATOS, G. A. et al. Avaliação da mistura de fungicidas no controle de doenças do cafeeiro. *Revista GeTeC*, v. 5, n. 9, 2016.

MIGUEL, F. B. et al. Viabilidade econômica na utilização de um regulador vegetal em cana-planta. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 53-59, 2009.

MIRANDA, E. G. R. *Uso de bioestimulantes e tamanho de toletes no desenvolvimento inicial de perfilhos em cana-de-açúcar*. 2019.

MORGAN, T. et al. Chemical ripeners increase early season sugar content in a range of sugarcane varieties. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 58, p. 233-241, 2007.

MUTTON, M. J. R. *Efeitos da queima, manejo e armazenamento sobre as características tecnológicas dos colmos de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)*. 1984. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1984.

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

RESENDE, P. A. P. et al. Moddus, a plant growth regulator and management tool for sugarcane production in Brazil. *Sugar Cane International*, v. 103, p. 5-9, 2000.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. *Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente*. Piracicaba: Barros & Marques, 2004.

RODRIGUES, F. E. *Eficácia de Azoxistrobina + Ciproconazol no controle de ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar*. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Tecnologia (FATEC), 2012.

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

ROMERO, E. et al. *Características y beneficios de la maduración química de la caña de azúcar de Tucumán*. Tucumán: EEAOC, 1997.

SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Estimativa da maturação da cana-de-açúcar por meio de parâmetros edafoclimáticos. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 61, n. 5, p. 486-491, 2004.

SCHENEIDER, F. *Sugar analysis ICUMSA methods*. Copenhagen, 1979.

SCHOCK, A. A. *Respostas fisiológicas em plantas jovens de Jatropha curcas L. submetidas à estrobilurina e alagamento*. 2015. 66 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

SERCILOTO, C. Bioestimulantes combinando ácidos húmicos e fúlvicos impulsionam produtividade da cana-de-açúcar. *Portal do Agronegócio*, 2024.

SILVA, J. R. et al. Cana-de-açúcar e sustentabilidade: desafios e perspectivas. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 29, n. 3, p. 261-272, 2021.

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

TYMOWSKA-LALANNE, Z.; KREIS, M. The plant invertases: physiology, biochemistry and molecular biology. *Advances in Botanical Research*, v. 28, p. 71-117, 1998.

VIANA, R. S. et al. Efeito da aplicação de maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) variedade SP81-3250. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 30, p. 65-71, 2008.

WATT, D. A. et al. Increasing the utility of genomics in unravelling sucrose accumulation. *Field Crops Research*, v. 92, n. 2-3, p. 149-158, 2005.

ZILLO, H. *Acompanhamento e comparação dos parâmetros tecnológicos com índices de maturação da cana-de-açúcar (var. SP80-1816) submetida à aplicação de maturadores químicos*. 2003. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.