

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

JASHON PAULO DANELON

**UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS (Fungicida e Indutor de Resistência)
NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS IMPACTOS EM PRODUTIVIDADE
E QUALIDADE**

Ilha Solteira

2021

JASHON PAULO DANELON

**UTILIZAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS (Fungicida e Indutor de Resistência)
NA CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS IMPACTOS EM PRODUTIVIDADE
E QUALIDADE**

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.^a Dr.^a Ana Carolina
Firmino

Ilha Solteira

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Danelon, Jashon Paulo.
D179u Utilização de produtos químicos (fungicida e indutor de resistência) na cultura da cana-de-açúcar e seus impactos em produtividade e qualidade / Jashon Paulo Danelon. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
34 f. : il.

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

Orientador: Ana Carolina Firmino
Inclui bibliografia

1. Efeito fisiológico. 2. Greening. 3. Estrobilurina. 4. Senescência.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Seção Técnica de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CSB33-9999



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeito da aplicação de fungicidas e de indutor de resistência na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar

AUTOR: JASHON PAULO DANELON

ORIENTADORA: ANA CAROLINA FIRMINO

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

Prof.^a. Dr.^a. ANA CAROLINA FIRMINO (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

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

Prof. Dr. LEANDRO TROPALDI (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - UNESP

Ilha Solteira, 21 de maio de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JASHON PAULO DANELON – Nascido na cidade de Rancharia, SP em 31/05/1991, filho de Paulo Antônio Danelon e Edna Cristina Pereira Danelon. Graduado em Engenharia Agrônômica pela Faculdades Gammon, Paraguaçu Paulista - SP em 2012. Na graduação, em seu trabalho de conclusão de curso, realizou o Trabalho de Iniciação Científica “Consortiação da Cultura do Milho com Braquiária (*Brachiaria ruziziensis*) e Crotalária (*Crotalaria spectabilis*), no qual posteriormente veio a apresentar no XXXIV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Durante sua carreira profissional teve a oportunidade de atuar como *Trainne* na empresa Usina Cocal, Unidade Paraguaçu Paulista, com foco em Plantio e Preparo de Solo com Agricultura de Precisão. Atuou como Assistente Técnico de Desenvolvimento de Mercado e Assistente Técnico de Vendas na empresa Syngenta, realizando ensaios experimentais tanto para demonstração ao cliente como para desenvolvimento de novos produtos e realizando a geração de demanda junto à produtores de cana-de-açúcar, nas meso regiões de Assis - SP, Presidente Prudente - SP e Lençóis Paulista - SP, respectivamente. Exerceu a função de Representante Técnico de Vendas na empresa Microgeo, em Usinas e Produtores de Cana-de-açúcar, com sede em Presidente Prudente/SP, realizando a geração de demanda e vendas, acompanhamento das áreas aplicadas e apresentação de resultados. E atualmente, atua como Representante Técnico de Vendas na empresa Syngenta, com atendimento em Usinas e Produtores de Cana-de-açúcar, no estado do Paraná e oeste do estado de São Paulo, também realizando a geração de demanda bem como vendas, além de compartilhar inovações e boas práticas junto aos clientes.

À Deus pela minha vida e minha saúde. A minha família Jéssica, Maria Júlia, Edna e Paulo Danelon, pelo amor incondicional e apoio nos momentos mais difíceis. Ao Prof. Dr. Paulo Alexandre Monteiro de Figueiredo por toda orientação e companheirismo durante essa trajetória.

Dedico

AGRADECIMENTOS

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

Aos meus pais Paulo Antônio Danelon e Edna Cristina Pereira Danelon, pelo eterno orgulho de nossa caminhada, pelo apoio, compreensão, ajuda, e, em especial, por todo carinho ao longo deste percurso.

A minha esposa Jéssica Suellen Santana Danelon e filha Maria Júlia Danelon, pelo carinho, compreensão e pela grande ajuda.

A minha irmã Asley Cristina Danelon Francischelli e sua família, pelo carinho de sempre.

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

A Prof. Dr^a. Ana Carolina Firmino, 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 uso de produtos químicos, ocorre em todas as fases da cultura da cana-de-açúcar, desde o plantio até a colheita. Dentre os produtos utilizados estão inseticidas, herbicidas, fungicidas e maturadores. No entanto, com a mudança no cultivo devido a parada das queimadas e uso de colheita mecanizada houve uma intensificação na aplicação de fungicidas visando o controle de algumas doenças que começaram a atacar a cana-de-açúcar com mais intensidade. Além disso, os fungicidas sistêmicos vêm sendo estudados visando não apenas a proteção, mas ganhos fisiológicos que refletem em produtividade. Em vista disso, o presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito de fungicidas e de um indutor de resistência na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar cultivada. O experimento foi conduzido no campo, com delineamento em blocos casualizados com 4 repetições e 7 tratamentos, sendo eles a testemunha; trifloxistrobina 100 g ia.ha⁻¹ + tebuconazol 200 g ia.ha⁻¹; azoxystrobina 100 g ia.ha⁻¹ + ciproconazol 40 g ia.ha⁻¹; piraclostrobina 99,9 g ia.ha⁻¹ + fluxapiroxade 50,1 g ia.ha⁻¹; azoxystrobina 60 g ia.ha⁻¹ + benzovindiflupir 30 g ia.ha⁻¹; azoxystrobina 75 g ia.ha⁻¹ + mancozeb 1.050 g ia.ha⁻¹ e acibenzolar-s-methyl 12,5 g ia.ha⁻¹, aplicados por meio de pulverizações em duas épocas. Para avaliação da produtividade foi realizada a estimativa de toneladas por hectare, e para qualidade de matéria prima foram avaliados os índices de açúcar total recuperável, sólidos solúveis, pureza, porcentagem de fibra e porcentagem de sacarose do suco. Concluiu-se que a aplicação de azoxystrobina + ciproconazol, piraclostrobina + fluxapiroxade, azoxystrobina + benzovindiflupir e azoxystrobina + mancozeb, aumentou a produtividade da variedade RB 86 7515 de cana-de-açúcar, mas não influenciou na qualidade da matéria-prima.

Palavras chaves: efeito fisiológico; greening; estrobilurina; senescência.

ABSTRACT

The use of chemical products occurs at all stages of sugarcane cultivation, from planting to harvest. Among the products used are insecticides, herbicides, fungicides and ripeners. However, with the change in cultivation due to the stoppage of burning and the use of mechanized harvesting, it led to greater application of fungicides aimed at controlling some diseases that began to attack sugarcane with more intensity. In addition, systemic fungicides have been studied aiming not only protection, but physiological gains that reflect in productivity. In view of this, the present study aimed to study the effect of fungicides and a resistance inducer on the productivity and quality of cultivated sugarcane. The experiment was conducted in the field, with a randomized block design with 4 replications and 7 treatments, being the control; trifloxystrobin 100 g ia.ha⁻¹ + tebuconazole 200 g ia.ha⁻¹; azoxystrobin 100 g ia.ha⁻¹ + cyproconazole 40 g ia.ha⁻¹; pyraclostrobin 99,9 g ia.ha⁻¹ + fluxapyroxade 50.1 g ia.ha⁻¹; azoxystrobin 60 g ia.ha⁻¹ + benzovindiflupir 30 g ia.ha⁻¹; azoxystrobin 75 g ia.ha⁻¹ + mancozeb 1,050 g ia.ha⁻¹ and acibenzolar-s-methyl 12,5 g ia.ha⁻¹, applied by spraying in two periods. To evaluate productivity, an estimate of tons per hectare was made, and for raw material quality, the total recoverable sugar, soluble solids, purity, fiber percentage and percentage of sucrose in the juice were evaluated. It was concluded that the application azoxystrobin + cyproconazole, pyraclostrobin + fluxpyroxade, azoxystrobin + benzovindiflupir and azoxystrobin + mancozeb, increased the productivity of the RB 86 7515 variety of sugarcane, but did not influenced the quality of the raw material.

Keywords: physiological effect; greening; strobilurin; senescence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitações (mm) e temperaturas (°C) médias mensais no período referente julho de 2019 a agosto de 2020 em Rancharia – SP. Fonte: INMET.....21

Figura 2 - Esquema gráfico da área de uma parcela experimental indicando as linhas de plantio de cana-de-açúcar variedade RB 86 7515. Rancharia - SP, 2020.....22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos aplicados. Rancharia, 2020.....22

Tabela 2 - Toneladas de colmo por hectare de cana-de-açúcar da variedade RB 86 7515 submetidas a tratamentos com fungicidas e indutor de resistência. Rancharia – SP, 2020.....25

Tabela 3 - Açúcar total recuperável (ATR), sólidos solúveis totais (Brix), porcentagem de fibra, de pureza e de sacarose de cana-de-açúcar da variedade RB 86 7515 submetidas a tratamentos com fungicidas e indutor de resistência. Rancharia – SP, 2020.....27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1	A cultura da cana-de-açúcar.....	14
3.2	Características da cana-de-açúcar.....	15
3.3	O uso de produtos químicos (fungicidas e indutores de resistência) e seus efeitos fisiológicos.....	16
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6	CONCLUSÃO.....	29
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas implantadas no Brasil, responsável por uma grande parcela do ganho econômico dentro do agronegócio e sendo difundida por inúmeros estados brasileiros. Este cenário vem ganhando ainda mais proporção quando nos atentamos ao número de empregos gerados, o desenvolvimento de regiões até então não desenvolvidas, utilização de áreas degradadas e agregação de valor de produtos e serviços (CHERUBIN *et al.*, 2021).

A produção de cana-de-açúcar é destinada principalmente para a produção de etanol e açúcar (CONAB, 2018). A produção de etanol com base na cana-de-açúcar como fontes renováveis de combustível é uma realidade necessária e expressiva, principalmente devido ao aumento linear da população, consequentemente dos meios de transporte e dos sistemas de produção de inúmeros setores industriais. Em relação a importância da cana-de-açúcar na produção de açúcar, esta vem se destacando, pois aliado a isso há uma grande demanda deste produto principalmente para exportação, sendo este um produto de alta qualidade, responsável por US\$ 7,9 bilhões, o que correspondeu a 4% de todos os embarques brasileiros no ano de 2020 (CONAB, 2020).

Durante os últimos anos houve uma mudança nos tratamentos culturais na cana-de-açúcar devido ao aumento da colheita mecanizada, na maior parte das vezes, sem o uso da prática de queima das lavouras, levando a uma maior quantidade de impurezas vegetais, como palhas (CONAB, 2019). Esta mudança de comportamento dos produtores em relação ao cultivo da cana-de-açúcar levou a maior aplicação de fungicidas visando o controle de algumas doenças que começaram a atacar a cultura com mais intensidade, além de, o aumento da produtividade é uma realidade entre os produtores de cana-de-açúcar, uma vez que algumas características presentes nos fungicidas atuam potencializando o crescimento das plantas e reduzindo a senescência de folhas, além é claro do efeito preventivo de doenças que acometem as lavouras (KÖEHLE *et al.*, 2002).

Os efeitos fisiológicos observados a partir da utilização destas moléculas presentes em fungicidas sistêmicos já vêm sendo observados e explicados cientificamente, atribuindo os ganhos de produtividade a manutenção das folhas

verdes, e a regulação hormonal, resistência a estresses e assimilação de nutrientes (KANUNGO; JOSHI, 2014; KÖEHLE *et al.*, 2002).

2 OBJETIVOS

Estudar o efeito de fungicidas e de um indutor de resistência na produtividade e qualidade da cana-de-açúcar.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura da cana-de-açúcar

O Brasil, atualmente, é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, numa área estimada em cerca de 8.605 mil hectares, onde há a previsão de ser colhidas aproximadamente 665,1 milhões toneladas na safra 2020/21. De acordo com as previsões realizadas pela CONAB (2020) a produção de açúcar poderá atingir 41.844,5 mil toneladas e a de etanol 29,8 bilhões de litros. De maneira geral, a produtividade média nacional apontada, neste levantamento, é de 77,29 t.ha¹, representando aumento de 1,5% em relação ao valor final obtido em 2019/20. Devido principalmente as condições climáticas favoráveis durante o ciclo e melhorias em tecnificação (CONAB, 2020).

No Brasil o Estado de São Paulo se destaca na produção de cana, possuindo a maior produção com área estimada de 4.427,0 mil hectares e produtividade média estimada de 81,65 t.ha⁻¹ (CONAB 2020). Os Estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, também possui participação importante na produção desta cultura.

Além da produtividade em si, um fator importante para comercialização da cana-de-açúcar é o ATR (açúcar total recuperável) que representa basicamente a capacidade de converter a matéria-prima em açúcar ou etanol, por intermédio dos coeficientes de transformação de cada unidade de produção (CONAB 2020). Ele é medido em quilograma de açúcar total recuperável por tonelada de cana-de-açúcar. O clima, a idade das lavouras, a forma de colheita e impurezas influenciam no ATR (CONAB, 2020). Assim, trabalhar para que os fatores que reduzem a qualidade da matéria prima sejam amenizados é de grande importância. No último levantamento pela Conab para safra 20/21 há estimativa de extração de 95.072.298 toneladas de ATR (CONAB, 2020).

O avanço do plantio de cana-de-açúcar induz inúmeros ganhos, como a mitigação de áreas degradadas, ciclagem de nutrientes, manutenção do carbono no solo, produção de fontes de bioenergia e influência no âmbito econômico-social das regiões em expansão (CHERUBIN *et al.*, 2021).

O manejo da cultura da cana de açúcar vem sofrendo várias mudanças após as ações de entidades ambientais que originaram a Lei da Queima da Cana (Lei nº 11.241/2002), que trata da queima controlada desta cultura para despalha e de sua

gradual eliminação. A norma exige um planejamento, que deve ser entregue, anualmente, à Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), cujo objetivo é adequar as áreas de produção ao plano de eliminação de queimadas, o que já vem ocorrendo (ROSSETTO, 2021a; APTA, 2007).

O estado de São Paulo é o que mais avançou na mecanização devido a esta lei. Como maior produtor de cana-de-açúcar, os produtores deste estado vêm buscando viabilizar a sustentabilidade desse agronegócio por meio de um protocolo de intenções, regido por esta lei. A completa adoção da colheita mecanizada da cana-de-açúcar possibilitará maior ganho ambiental e resultará em menor emissão de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa, na melhoria da qualidade do solo, entre tantos outros ganhos. Ao deixar de queimar a palha da cana e fazer a colheita mecanicamente, as usinas e os produtores rurais conseguem reduzir os custos de produção e eliminar os encargos trabalhistas (RONQUIM, 2010).

No sistema de plantio mecanizado, a cana é colhida mecanicamente e picada em toletes que são transportados diretamente para a caçamba da plantadora. De lá, são levadas a esteira até uma calha, por onde deslizam direto para o sulco de plantio, aberto imediatamente antes e coberto de terra imediatamente após a sua chegada (LEITE *et al.*, 2008).

Por serem de grande porte, as máquinas para plantio mecanizado possibilitam a instalação de acessórios para tratar os toletes, por meio de pulverizações, no momento do plantio, visando a atingir apenas o alvo e evitando o excesso de produtos no ambiente. Isso atende ao conceito de tecnologia de aplicação, pois pretende utilizar os conhecimentos científicos disponíveis para a correta colocação do produto fitossanitário no alvo, na quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação ambiental (MATUO, 1990).

3.2 Características da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma gramínea da família Poaceae e do gênero *Saccharum*, que abrange várias espécies.

Esta planta possui o metabolismo C₄, ou seja, forma compostos orgânicos com quatro carbonos, com isto sua taxa fotossintética, eficiência na utilização e resgate de gás carbônico (CO₂) da atmosfera é bem maior, assim como a eficiência no uso da

água principalmente se submetida a altas temperaturas e a uma radiação solar intensa (SEGATO *et al.*, 2006).

As fases durante o ciclo da planta são: brotação, perfilhamento, crescimento e maturação, e o acúmulo de sacarose no caule ocorre durante o desenvolvimento da cana-de-açúcar na fase de maturação. Esta fase pode ser definida como o momento em que a planta reduz significativamente seu crescimento vegetativo e começa a acumular mais sacarose nos colmos (BATISTA *et al.*, 2013; ROSSETTO, 2021b). São inúmeros os fatores que influenciam este acúmulo e consequentemente a produção de cana-de-açúcar, dentre eles podemos citar, temperatura, radiação, chuva, solo, plantio, genética, adubação, controle hormonal, maturadores entre outros (BATISTA *et al.*, 2013; ROSSETTO, 2021b).

Tratando-se de produtividade, atualmente a utilização de fungicidas sistêmicos tem sido indicado no incremento produtivo das culturas, além de atuar na proteção de plantas também (KANUNGO; JOSHI, 2014; KÖEHLE *et al.*, 2002), assim, pode haver possibilidade da sua utilização em cana-de-açúcar.

3.3 O uso de produtos químicos (fungicidas e indutores de resistência) e seus efeitos fisiológicos

Atualmente, é praticado o uso de produtos químicos em todas as fases da cultura, desde o plantio até a colheita. Dentre os produtos utilizados estão inseticidas, herbicidas, fungicidas e maturadores. No entanto, com a mudança no cultivo devido a parada das queimadas e uso de colheita mecanizada levou a maior aplicação de fungicidas visando o controle de algumas doenças que começaram a atacar a cana-de-açúcar com mais intensidade, além de, aumentar a produtividade, uma vez que algumas características presentes nos fungicidas atuam potencializando o crescimento das plantas e reduzindo a senescência de folhas (KÖEHLE *et al.*, 2002).

Os fungicidas, estes que são comumente utilizados para evitar os processos de sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução dos fungos, tem como os principais fungicidas, pertencentes aos modos de ação: QoI (Inibidores de quinona externa), onde está presente o grupo químico das estrobilurinas; DMI (Inibidores da desmetilação de esteróis), sendo este representado principalmente pelo grupo químico dos triazóis; MBC (Metil benzimidazol carbamato), onde se encontram os benzimidazóis e tiofanatos e SDHI (Inibidores da enzima succinato desidrogenase),

no qual consta a presença do grupo químico das pirazóis-carboxamidas, que são consideradas um subgrupo das carboxamidas, que atualmente é um dos mais importantes grupos para o controle da ferrugem na cultura da soja em conjunto com os Qols e os DMIs (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018). E por fim, outro modo de ação presente são os Mutíssítios, que podem atuar inibindo mais de um processo na célula do fungo, simultaneamente, em diferentes locais ou organelas, estando aqui presente o grupo químico ditiocarbamatos (MARQUES, 2020).

Os efeitos fisiológicos observados a partir da utilização de algumas moléculas presentes em fungicidas sistêmicos já vêm sendo observados e explicados cientificamente, atribuindo os ganhos de produtividade a manutenção das folhas verdes, a regulação hormonal, resistência a estresses e assimilação de nutrientes (KANUNGO; JOSHI, 2014; KÖEHLE *et al.*, 2002).

Os fungicidas sistêmicos atuam pela capacidade de penetração e translocação dentro da planta. É exatamente devido a esta capacidade que mesmo em casos de não haver a presença do patógeno pode ou não vir afetar a fisiologia desta planta, bem como a produção desta cultura (FERNANDES; PICININI, 1999).

A classe de fungicidas estrobilurinas compreende uma variedade de compostos sintéticos ou naturais (extraídos de uma espécie fúngica) de proteção de plantas com atividade antifúngica de amplo espectro e estrutural semelhante a antibióticos (KANUNGO; JOSHI, 2014). O modo de ação das estrobilurinas é a inibição da respiração mitocondrial pela ligação ao centro de oxidação da ubiidroquinona do complexo mitocondrial bc1 (complexo III) e assim bloquear a transferência de elétrons (SAUTER *et al.*, 1999).

Nos últimos anos, também tem havido evidências crescentes de influências diretas das estrobilurinas na fisiologia das plantas (KÖEHLE *et al.*, 2002). Este efeito fisiológico inclui o chamado “greening”, ou seja, manter a planta verde por mais tempo no campo ou reduzir a perda de clorofila, isso contribuirá que ela tenha um maior armazenamento de fotoassimilados. Na ausência do ataque de patógenos, as plantas tratadas com estrobilurinas permaneceram mais verdes e mais saudáveis do que as plantas controle, sem aplicação (KÖEHLE *et al.*, 2002).

Linhares Neto (2020) explora que o grupo das estrobilurinas atua ainda na alteração na expressão de genes ligados a mecanismos reguladores da fotossíntese; aumento na eficiência fotossintética; promoção do crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar. Uma vez na folha, o produto formulado penetra no tecido

permitindo a entrada nas células e, conseqüentemente, nas mitocôndrias. Nessa organela celular, o fungicida atua no balanço de transporte de elétrons da respiração, aumentando o fluxo de metabólitos que aumentam imediatamente o metabolismo de nitrogênio e de sacarose (CAMPBELL *et al.*, 2012; KANUNGO e JOSHI *et al.*, 2014). Essa dinâmica, tem mostrado resultados metabólicos positivos, interferindo positivamente nos processos de redução de isoporização e florescimento da cana e acarretando principalmente em aumento de toneladas de colmo por hectare.

Venâncio *et al.* (2003) relata os efeitos adicionais na fisiologia das plantas e atribui este ganho em produção a alguns fatores como absorção, redução e assimilação do nitrogênio, trocas hormonais, retardamento da senescência e redução do estresse oxidativo nas plantas.

Experimentos de campo com cereais revelaram que com a aplicação de piraclostrobina houve aumentos significativos em produção (KÖEHLE *et al.*, 2003). Os mesmos autores relatam que a piraclostrobina causa mudanças no ponto de compensação de CO₂ das plantas, com redução na emissão de CO₂ devido à inibição da respiração mitocondrial. Além disso foi relatado maior assimilação de nitrogênio (N), pela absorção e redução do nitrato em nitrito, com o aumento da capacidade e sintetização da enzima redutase do nitrato (KÖEHLE *et al.*, 2003).

De acordo com Köehle *et al.* (2003), a assimilação de N em plantas pulverizadas com piraclostrobina foi aumentado, em comparação com as plantas sem tratamento. Houve efeito proeminente no desenvolvimento do trigo quando o fungicida é aplicado durante o período de maior demanda nutricional, no caso, no período de enchimento de grãos .

O aumento da biomassa e da produção, obtido pela aplicação de piraclostrobina, mesmo em plantas não afetadas por fungos, é de especial interesse para práticas agrícolas. No campo, Köehle *et al.* (2003) observaram as parcelas tratadas com piraclostrobina apresentaram maiores valores de índice de vitalidade (ROUSE *et al.*, 1974), relacionado com o aumento do potencial ganho de produção.

Grossmann e Retzlaff (1997) testando estrobilurina em trigo observaram que houve inibição da biossíntese de etileno por meio de redução da atividade de 1-aminociclopropano 1-ácido carboxílico (ACC), enzima com papel importante na biossíntese de etileno. Isso foi relacionado ao atraso na senescência das folhas e, como resultado, a atividade fotossintética prolongada da parte aérea e uma melhor

gestão do estresse (KÖEHLE *et al.*, 1997a; GROSSMANN; RETZLAFF, 1997; GROSSMANN *et al.*, 1999).

Em relação a senescência, a perda de clorofila é um indício deste fenômeno, e a estrobilurina possui potencial de inibição da progressão da perda de clorofila ao final do ciclo da cultura (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997). Somado a isso com o aumento de estrobilurina nas folhas há o aumento dos níveis de ácido abscísico (ABA), assim, o ABA reduz a abertura dos estômatos e aumenta a utilização da água em condições de estresse (TAIZ; ZEIGER, 2016).

Em condições de estresse as plantas produzem mais radicais livres, causando o chamado estresse oxidativo, Köehle *et al.* (2003) propõem que a estrobilurina atua no balanço entre auxina e etileno, aumentando a capacidade antioxidante da planta sob meios adversos.

Kanundo e Joshi (2014) em sua revisão sobre os efeitos de piraclostrobina em culturas de países tropicais também evidenciam os ganhos de crescimento e aumento da biomassa, atraso da senescência das folhas, aumento da absorção, redução e assimilação do N e regulação do estresse oxidativo. Somado a isso, os autores sugerem a aplicação de piraclostrobina como aliado da adubação com fertilizantes em grãos, para que haja a ampliação de absorção e maior aproveitamento de N.

Lima e colaboradores (2012) testando a azoxystrobina e piraclostrobina em bananeira, observaram que as substâncias promovem o crescimento das mudas em altura e diâmetro do pseudocaule, além de maior acúmulo de matéria seca da parte aérea, incremento na área foliar, atividade da redutase do nitrato *in vivo*, teor de clorofila e de N total foliar. Houve aumento da produtividade para a cultivar BRS Notável de feijão com utilização de estrobilurinas, atribuído ao aumento da clorofila (FRUEHWIRTH *et al.*, 2017).

Além dos fungicidas sistêmicos, outro meio de incremento da produtividade da cana-de-açúcar é a utilização de indutores de resistência que podem contribuir para ganhos fisiológicos, estes que atuam na ativação da resistência latente da planta. Esta resistência é ativada pela molécula de sinal do ácido salicílico que está associada com a patogênese (proteínas RP), que contribuem para o aumento da resistência, como as quitinases e glucanases. Embora os indutores de resistência não tenham ação imediata, a sua atividade pode persistir por vários dias e até meses, porém com o passar do tempo é necessário realizar nova aplicação para a reativação da indução. Contudo, dentre os produtos indutores de resistência mais utilizados se encontra o

acibenzolar-S-metil (ASM), que vem contribuindo no controle de doenças em várias culturas como tomate e trigo (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2018).

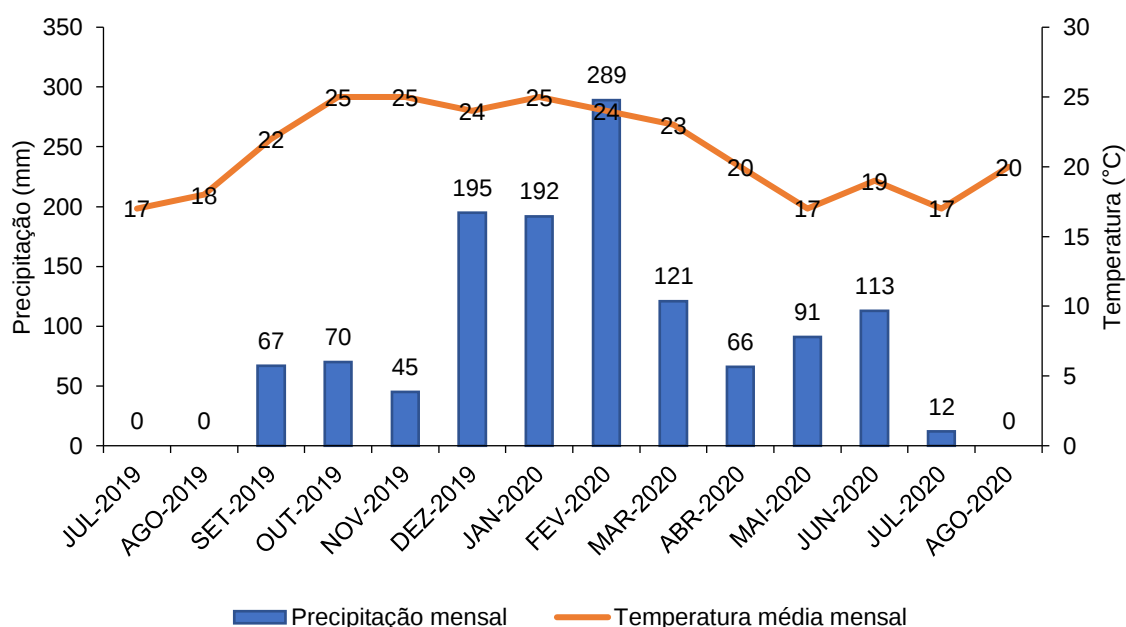
Essa indução de resistência foi explorada com êxito por Viana *et al.* (2019) trabalhando com Acibenzolar-S-methyl aplicado na variedade SP81-3250 de cana-de-açúcar, no incremento das características fotossintéticas e a maturação fisiológica da variedade. Entretanto para as cultivares RB 73-9735 e RB 83-5486, o uso de indutores não apresentou efeito positivo na qualidade da cana-de-açúcar (AUAD e REZENDE, 2018).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado em uma área produtora de cana-de-açúcar situada na Fazenda Retiro das Flores, município de Rancharia, região Oeste do estado de São Paulo (22° 14' 27" S, 50° 53' 6" W).

O clima da região é do tipo Cwa, ou seja, subtropical úmido, chuvoso no verão e com inverno seco, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger (1928), altitude média de 519 m, e solo de textura arenosa. Os dados meteorológicos da região do período de julho de 2019 a agosto de 2020, correspondente a época em que o experimento foi conduzido, estão representados na Figura 1.

Figura 1. Precipitações (mm) e temperaturas (°C) médias mensais no período referente julho de 2019 a agosto de 2020 em Rancharia – SP.



Fonte: INMET.

A variedade de cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a RB 86 7515, posicionada com ciclo médio, plantada em 2016, com espaçamento de 1,50 m entre linhas. A primeira colheita foi realizada em 2017, a segunda em 2018 e a terceira em 2019.

Foi realizada adubação com 350 Kg/ha do adubo Minorgan Cobertura na linha, contendo 10% de N, 2,0% de P, 10% de K, 4,90% de Ca, 0,34% de Mg, 10,07% de S, 0,10% de Fe, 0,25% de Na, acrescido de 105,30; 94,50; 2166,00; 94,50 ppm de Mn,

Cu, Zn e B, respectivamente e 25,20% de M.O. O controle de plantas daninhas e insetos-pragas, foram realizados tratamentos de aplicações de herbicidas e inseticidas em área total, ou seja, igual para todos os tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições e 7 tratamentos (testemunha, 5 fungicidas e um indutor de resistência) de acordo com a Tabela 1. O trabalho constou de 28 parcelas experimentais, sendo que cada parcela foi composta de 6 linhas x 10 metros de comprimento, nas quais a 1ª e a 6ª linhas foram consideradas bordadura (Figura 2).

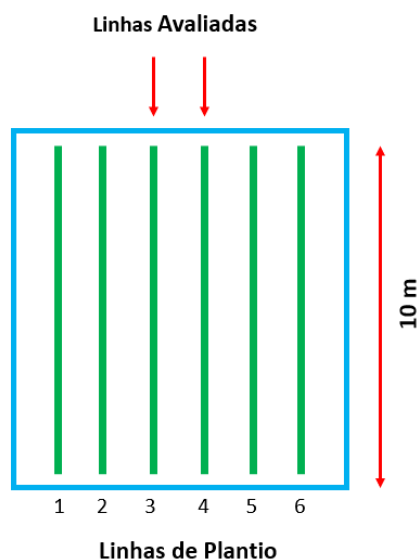
Tabela 1. Descrição dos tratamentos aplicados. Rancharia, 2020

Tratamento	Descrição
T1	testemunha: sem nenhum tipo de aplicação de fungicida
T2	trifloxistrobina 100 g ia.ha ⁻¹ + tebuconazol 200 g ia.ha ⁻¹ sc
T3	azoxystrobina 100 g ia.ha ⁻¹ + ciproconazol 40 g ia.ha ⁻¹ sc
T4	piraclostrobina 99,9 g ia.ha ⁻¹ + fluxapiroxade 50,1 g ia.ha ⁻¹ sc
T5	azoxystrobina 60 g ia.ha ⁻¹ + benzovindiflupir 30 g ia.ha ⁻¹ wg
T6	azoxystrobina 75 g ia.ha ⁻¹ + mancozeb 1.050 g ia.ha ⁻¹ wg
T7	acibenzolar-s-methyl 12,5 g ia.ha ⁻¹ wg

Fonte: Próprio autor.

O experimento constou de duas aplicações dos tratamentos mencionados, com a primeira aplicação realizada com as plantas aos 5 meses (24/12/2019), e a segunda 32 dias após a primeira aplicação (26/01/2020) durante o crescimento para o 4º corte, que ocorreu com 11 meses de idade. As aplicações foram realizadas com auxílio de pulverizador costal motorizado, com bicos ADI 11002, com volume de calda de 150 L.ha⁻¹, espaçamento entre bicos de 50 cm, com faixa de aplicação de 3,0 m. As aplicações foram realizadas todas ao final da tarde, para garantir as melhores condições de temperatura, velocidade do vento e umidade relativa do ar no momento da aplicação.

Figura 2. Esquema gráfico da área de uma parcela experimental indicando as linhas de plantio de cana-de-açúcar variedade RB 86 7515. Rancharia - SP, 2020.



Fonte: Próprio autor.

A fim de avaliar a produtividade agrícola em *Toneladas de Colmos por Hectare* e qualidade da cana-de-açúcar foram realizados os seguintes testes e determinações:

Produtividade Agrícola: as plantas foram amostradas em um ponto por repetição, totalizando quatro pontos por tratamento. Para cada ponto foi contabilizado os colmos industrializáveis em cinco metros nas duas linhas centrais de cada parcela (linhas 3 e 4), para a identificação de colmos/metro. Em seguida foram colhidas cinco plantas em cada uma das duas linhas, dando origem a uma amostra de 10 plantas por repetição para a identificação do peso por colmo. O resultado foi expresso em toneladas de colmos por hectare (TCH).

Qualidade do caldo da cana-de-açúcar: após a análise biométrica, subamostras das plantas foram encaminhadas ao laboratório para a avaliação da qualidade do caldo e mensurados segundo a normativa 16228 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e presente no manual do Conselho dos Produtores de Cana de Açúcar, Açúcar e Etanol do Estado de São Paulo (CONSECANA, 2015).

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

Todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos dados. Após verificada, os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e seguida

da comparação de médias por meio do teste de Scott-Knott ($p < 0,05$), com auxílio do sistema SASM (CANTERI *et al.*, 2001).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo na produtividade estimada de cana-de-açúcar da variedade RB 86 7515 em relação aos tratamentos aplicados (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade agrícola (Toneladas de Colmo por Hectare - TCH) de cana-de-açúcar da variedade RB 86 7515 submetidas a tratamentos com fungicidas e indutor de resistência. Rancharia – SP, 2020.

Tratamentos*	Produtividade Agrícola (TCH) t.ha ^{-1**}
T1 - Testemunha	42,41 b
T2 - trifloxistrobina + tebuconazol	41,45 b
T3 - azoxystrobin + ciproconazol	59,05 a
T4 - piraclostrobina + fluxapiroxade	54,34 a
T5 - azoxystrobin + benzovindiflupir	55,26 a
T6 - azoxystrobin + mancozeb	60,50 a
T7 - acibenzolar-s-methyl	49,28 b
QMR	77.1581*
CV (%)	16,97

Nota: * Concentrações dos ingredientes ativos: t1 - testemunha; t2 - trifloxistrobina 100 g ia.ha⁻¹ + tebuconazol 200 g ia.ha⁻¹; t3 - azoxystrobin 100 g ia.ha⁻¹ + ciproconazol 40 g ia.ha⁻¹; t4 - piraclostrobina 99,9 g ia.ha⁻¹ + fluxapiroxade 50,1 g ia.ha⁻¹; t5 - azoxystrobin 60 g ia.ha⁻¹ + benzovindiflupir 30 g ia.ha⁻¹; t6 - azoxystrobin 75 g ia.ha⁻¹ + mancozeb 1.050 g ia.ha⁻¹ e t7 - acibenzolar-s-methyl 12,5 g ia.ha⁻¹. QMR – quadrado médio do resíduo. **Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. CV – coeficiente de variação. * - significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Próprio autor.

Verificou-se um aumento de 16,64; 11,93; 12,85; 18,09 toneladas de colmo por hectare em relação a testemunha com o uso de azoxystrobina + ciproconazol; piraclostrobina + fluxapiroxade; azoxystrobina + benzovindiflupir; azoxystrobina + mancozeb, respectivamente.

Este incremento de produtividade, nas parcelas que receberam a aplicação de fungicida do grupo químico estrobilurina pode estar relacionado à influência direta na fisiologia da planta causado por este grupo de produtos químicos, já que foi descartada a possibilidade dele ter ocorrido pelo controle de doenças, visto que, conforme inspeções realizadas no decorrer do experimento não foi notada a presença de

patógenos de modo expressivo, inclusive no tratamento testemunha, que não recebeu nenhum produto. A hipótese de que os fungicidas que se mostraram promissores terem influenciado a fisiologia da planta vem do fato destes grupo de produtos químicos exercerem o que é conhecido como efeito “greening” que, até mesmo na ausência do ataque de patógenos, as plantas tratadas com estrobirulinas ficam com um verde intenso e parecem mais saudáveis do que plantas não tratadas com o produto (KÖEHLE *et al.*, 2003).

Outro aspecto importante é que a cana-de-açúcar é uma cultura muito responsiva a adubação nitrogenada (BRANCALIÃO *et al.*, 2018), assim um dos mecanismos de atuação das estrobirulinas nas plantas é a maior assimilação de N pelas plantas (KANUNGO; JOSHI, 2014), intensificando o ganho de biomassa e consequentemente maior produção de fotoassimilados e acúmulo de sacarose pela cultura.

Resultados semelhantes foram observados por Fernádes *et al.* (2013) que ao testarem o uso de fungicidas e maturadores do rendimento e qualidade da variedade SP81-3250 de cana-de-açúcar, verificaram que os fungicidas do grupo químico das estrobilurinas proporcionaram maior produtividade em relação a testemunha. Collete (2016) trabalhando com duas cultivares (RB72454 e SP813250) verificou que as combinações de fluxapiroxade + piraclostrobina, piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol também resultaram na máxima produtividade.

Após a aplicação de piraclostrobina na parte aérea de plantas trigo, salsa e soja também foi observado plantas mais vigorosas com maior crescimento foliar (VENANCIO *et al.*, 2003; KÖEHLE *et al.*, 2002; SWOBODA; PEDERSON, 2009).

Em relação à qualidade da cana-de-açúcar, foi observado que os tratamentos com fungicidas não apresentaram efeito significativo para nenhuma das variáveis analisadas (açúcar total recuperável, sólidos solúveis totais, porcentagem de fibra, de pureza e de sacarose) como pode ser verificado na Tabela 3.

Observou-se que a cultura contou com precipitação de 1.261 mm bem distribuída em todo período e temperatura média em torno de 24 °C com poucas oscilações durante a condução do experimento (Figura 1), condições ideais para um bom desenvolvimento da cultura, como mencionado por Barbieri e Villa Nova (1977).

Tabela 3. Açúcar total recuperável (ATR), sólidos solúveis totais (Brix), porcentagem de fibra, de pureza e de sacarose de cana-de-açúcar da variedade RB 86 7515

submetidas a tratamentos com fungicidas e indutor de resistência. Rancharia – SP, 2020.

Tratamentos	ATR	Brix	Fibra	Pureza	Pol
	Kg.t ⁻¹	°		%	
T1	140,56 a	19,02 a	12,27 a	87,95 a	14,10 a
T2	143,12 a	19,40 a	12,53 a	88,25 a	14,37 a
T3	138,56 a	18,84 a	12,51 a	87,80 a	13,88 a
T4	136,01 a	18,57 a	12,75 a	87,75 a	13,62 a
T5	136,33 a	18,68 a	12,37 a	86,69 a	13,62 a
T6	141,50 a	19,19 a	12,45 a	88,02 a	14,19 a
T7	140,49 a	18,96 a	12,41 a	88,44 a	14,10 a
QMR	14.1093 ^{ns}	0.1769 ^{ns}	0.1086 ^{ns}	1.1676 ^{ns}	0.1673 ^{ns}
CV (%)	2,69	2,22	2,64	1,23	2,93

Nota: Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. t1 - testemunha; t2 - trifloxistrobina 100 g ia.ha⁻¹ + tebuconazol 200 g ia.ha⁻¹; t3 - azoxystrobin 100 g ia.ha⁻¹ + ciproconazol 40 g ia.ha⁻¹; t4 - piraclostrobina 99,9 g ia.ha⁻¹ + fluxapiroxade 50,1 g ia.ha⁻¹; t5 - azoxystrobin 60 g ia.ha⁻¹ + benzovindiflupir 30 g ia.ha⁻¹; t6 - azoxystrobin 75 g ia.ha⁻¹ + mancozeb 1.050 g ia.ha⁻¹ e t7 - acibenzolar-s-methyl 12,5 g ia.ha⁻¹. QMR – quadrado médio do resíduo. CV – coeficiente de variação. ^{ns} – efeito não significativo pelo teste F.

Fonte: Próprio autor.

Não foi observado diferença nos parâmetros de qualidade entre os tratamentos. A influência de fungicidas e indutores sob a qualidade do caldo da cana-de-açúcar é variável nas pesquisas realizadas nos últimos anos. Vuyyuru *et al.* (2019a) trabalhando com épocas de avaliação diferentes, observaram que o uso de fungicidas na cana, não apresentaram efeito significativo para quilogramas de sacarose por tonelada nas duas épocas avaliadas (2015 e 2016). Entretanto ao avaliarem a quantidade de sacarose por hectare verificaram que o mefenoxam e azoxystrobin em 2016 apresentaram um aumento de pelo menos uma tonelada em relação a testemunha.

Vuyyuru *et al.* (2019b), observaram que o uso de fungicidas na cana, associados ou não com rotação de cultura, melhoraram significativamente o rendimento da cana e do açúcar, todavia esta melhora na qualidade da planta varia conforme o ano, por exemplo, mancozeb e mefenoxam apresentaram desempenho semelhante em 2016, mas em 2017 mefenoxam foi melhor que todos os outros fungicidas testados e a testemunha.

Em relação ao uso do indutor, não foi observado incremento na produtividade tampouco na qualidade da cana-de-açúcar, entretanto em trabalho envolvendo a comparação com fungicidas, Viana *et al.* (2019) relataram que o uso de indutores de resistência melhorou a qualidade do caldo de cana-de-açúcar.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados, concluiu-se que a aplicação azoxystrobina + ciproconazol, piraclostrobina + fluxapirroxade, azoxystrobina + benzovindiflupir e azoxystrobina + mancozeb, aumentaram a produtividade agrícola (TCH) da variedade RB 86 7515 de cana-de-açúcar, mas não influenciaram na qualidade da matéria-prima.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (ed). **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1.
- APTA. **Proibição de queima de palha de cana contraria lei e pode causar desemprego**. [S. l.], 2007. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/noticias/proibio-de-queima-de-palha-de-cana-contraria-lei-e-pode-causar-desemprego>. Acesso em: 13 maio 2021.
- ARAÚJO, R.; ALVES JUNIOR, J.; CASAROLI, D.; E EVANGELISTA, A. W. P. Variation in the sugar yield in response to drying-off of sugarcane before harvest and the occurrence of low air temperatures. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 1, p. 118-127, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052016000100118&lng=en&tlng=en. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.1590/1678-4499.170
- AUAD, A. M.; RESENDE, T. T. DE. Use of chemical inducers as a resistance trigger in Brachiaria grasses and sugarcane. **Florida Entomologist**, [s. l.], v. 101, n. 1, p. 119-124, 2018. Disponível em: <https://bioone.org/journals/florida-entomologist/volume-101/issue-1/024.101.0121/Use-of-Chemical-Inducers-as-a-Resistance-Trigger-in-Brachiaria/10.1653/024.101.0121.full>. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.1653/024.101.0121.
- BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N. A. **Climatologia e a cana-de-açúcar**. In: PLANALSUCAR – Coordenadoria Regional Sul – COSUL: Araras, 1977. p. 1-22.
- BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes hídricos**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.
- BRANCALÃO, S. R.; MOREIRA, F. R.; BIDÓIA, M; A. P.; LANDELL, M. G. A.; FINOTO, E. L. **Nitrogênio na produção de cana-de-açúcar: aspectos agrônômicos e de manejo na cana-soca e planta**. [S. l.]: Copercana, 2018. Disponível em: <https://www.copercana.com.br/noticias/nitrogenio-na-producao-de-cana-de-acucar-aspectos-agronomicos-e-de-manejo-na-cana-soca-e-planta->. Acesso em: 13 mai. 2021.
- CAMPBELL, L. G.; KLOTZ FUGATE, K.; SMITH, L. J. Effect of pyraclostrobin on postharvest storage and quality of sugarbeet harvested before and after a frost. **Journal of Sugar Beet Research**, Denver, v. 49, n. 1, p. 1, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Karen-Fugate-2/publication/259969940_Effect_of_Pyraclostrobin_on_Postharvest_Storage_and_Quality_of_Sugarbeet_Harvested_Before_and_After_a_Frost/links/02e7e52ebbc9b71fcc000000/Effect-of-Pyraclostrobin-on-Postharvest-Storage-and-Quality-of-Sugarbeet-Harvested-Before-and-After-a-Frost.pdf. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.5274/jsbr.49.1.1

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; DAS VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTI, E. A.; GODOY, C. V. SASM-Agri-Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2001. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/512901/1/SASMAGRI.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

CHERUBIN, M. R.; CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P.; NOGUEIRA, L. A. H.; SOUZA, G. M.; CANTARELLA, H. Land Use and Management Effects on Sustainable Sugarcane-Derived Bioenergy. **Land**, Basel, v. 10, n. 1, p. 72, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/10/1/72>. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.3390/land10010072

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Safra 2020/21. Brasília: CONAB. 2020.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Safra 2019/20. Brasília: CONAB. 2019.

CONAB. **Análise mensal: cana-de-açúcar**. Brasília: CONAB. 2018.

CONSECANA. **Manual de instruções**: CONSECANA. 6. ed. São Paulo: 2015.

FERNÁNDES, M. da S., SEGATO, S. V.; ROCHA, D. R. Produtividade, açúcar e brotação de cana-de-açúcar submetida a fungicidas e maturadores. **Nucleus**, Ituverava, v. 10, n. 2, p. 323-338, 2013. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/268034564.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

FERNANDES, J. M.; PICININI, E. C. **Controlando as doenças de trigo na hora certa**. [S. l.], 1999. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=852200&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22FERNANDES,%20J.%20M.%20C.%22&qFacets=autoria:%22FERNANDES,%20J.%20M.%20C.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=2>. Acesso em: 13 mai. 2021.

FRUEHWIRTH, M.; DE ARAUJO FOLHA, R.; DELAI, R. M. Efeito de aplicação de estrobirulina no teor de clorofila e produtividade do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 10, n. 1, p. 39-48, 2017. Disponível em: <http://177.53.200.37/index.php/cultivando/article/view/774>. Acesso em: 13 mai. 2021.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**, Tokyo, v. 50, n. 1, p. 11-20, 1997. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(sici\)1096-9063\(199705\)50:1%3C11::aid-ps556%3E3.0.co;2-8](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(sici)1096-9063(199705)50:1%3C11::aid-ps556%3E3.0.co;2-8). Acesso em: 13 maio 2021. DOI 10.1002/(SICI)1096-9063(199705)50:1<11::AID-PS556>3.0.CO;2-8

GROSSMANN, K.; KWAITKOWSKI, J.; RETZLAFF, G. Regulation of phytohormone levels, leaf senescence and transpiration by the strobilurin Kresoxin-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of Plant Physiology**, [s. l.], v. 154, n. 5-6, p. 805-808, 1999. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161799802624?via%3Di> hub. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.1016/S0176-1617(99)80262-4

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em:

<https://portal.inmet.gov.br/> Acesso em: 13 maio 2021.

KANUNGO, M.; JOSHI, J. Impact of pyraclostrobin (F-500) on crop plants. **Plant Science Today**, Kerala, v. 1, n. 3, p. 174-178, 2014. Disponível em:

<https://horizonepublishing.com/journals/index.php/PST/article/view/60>. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.14719/pst.2014.1.3.60.

KÖHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. In Dehne, H. W.; Gisi, U.; Juck, K. H.; Russel, P. E.; Lyr H. Eds. **Modern Fungicides and Antifungal Compounds III**, Bonn, Germany: Agroconcept GmbH, 2003.

KOEHLER, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; STIERL, R.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. In LYR, H.; RUSSELL, P. E.; DEHNE, H-W.; SISLER, H. D. Eds, **Modern Fungicides and Antifungal Compounds III**. Intercept, Andover, UK (in press), 2002.

KÖEHLER, H.; GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G.; AKERS, A.; LIMBURGERHOF, G. Physiological effects of the new fungicide Juwel on yield in cereals. **Gesunde Pflanzen**, [s. l.], v. 49, n. 8, p. 267-271, 1997.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Reguladores vegetais no desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 8, p. 995-1001, 2008. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2008000800007&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.1590/S0100-204X2008000800007

LIMA, J. D.; DA SILVA MORAES, W.; DA SILVA, S. H. M-G. Respostas fisiológicas em mudas de bananeira tratadas com estrobilurinas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 77-85, 2012. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744111008.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.5433/1679-0359.2012v33n1p77

LINHARES NETO, M. V. **Fisiologia metabólica e sinalização no desenvolvimento reprodutivo da cana-de-açúcar sob a influência de piraclostrobina**. 2020. 108 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.

MARQUES, L. N. **Fungicidas multissítios são aliados do produtor**. 2020. Disponível em: <https://maissoja.com.br/fungicidas-multissitios-sao-aliados-do-produtor/>. Acessado em: 13 jun. 2021.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

RONQUIM, C. C. **Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos**. Embrapa Monitoramento por Satélite. Embrapa: Campinas, 2010

ROSEETTO, R. **Árvore do conhecimento: cana-de-açúcar – Queima**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2021a. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_92_22122006154841.html. Acesso em: 13 mai. 2021.

ROSSETTO, R. **Árvore do conhecimento: cana-de-açúcar: maturação**. [S. l.]: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 2021b. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_90_22122006154841.html. Acesso em: 13 mai. 2021.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W.; HARLAN, J. C. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation**. NASA/GSFC, Type 111, Final Report, Greenbelt, MD. 1974, 371p.

SAUTER, H., AMMERMAN, E., BENOIT, R., BRAND, S., GOLD, R. E., GRAMMENOS, W., ... & WINGERT, H. 1995. Mitochondrial respiration as a target for antifungals: lessons from research on strobilurins. In: Dixon, G. K.; Copping, L. G.; Hollomon, D. W. **Antifungal Agents. Discovery and Mode of Action**. Oxford: BIOS Scientific Publishers, p. 173-191.

SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E. E NÓBREGA, J. C. M. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006.

SWOBODA, C.; PEDERSEN, P. Effect of Fungicide on Soybean Growth and Yield. **Agronomy Journal**, [s. l.], v. 101, n. 2, p. 352-356, 2009. Disponível em: <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/agronj2008.0150>. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.2134/agronj2008.0150

TAIZ, L ; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia Vegetal e Desenvolvimento**. 6. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016. 888 p.

VENANCIO, W. S.; RODRIGUES, M.; BEGLIOMINI, E.; DE SOUZA, N. L. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. Publ. UEPG Exact Soil Sciences, **Agrarian Science & Engineering**, Lawrenceville, v. 9, n. 3, p. 59-68, 2003.

VIANA, R. DA S.; MOREIRA, B. R. DE A.; LISBOA, L. A. M.; FIGUEIREDO, P. A. M. DE.; RAMOS, RAMOS, S. B.; DIAS, G. H. DE O.; MOREIRA, L. C.; SPOTONI, M. T.; RECCO, C. R. S. B. Exogenous spraying of plant's resistance inducers improves yield and sugarcane quality. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, [s. l.], v. 25, n. 5, p. 833–844, 2019. Disponível em: <https://www.agrojournal.org/25/05-02.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2021.

VUYYURU, M.; SANDHU, H. S.; MCCRAY, M. J.; RAID, R. N.; ERICKSON, J. E. Effects of Nitrogen Fertilization and Seed Piece Applied Fungicides on Establishment, Tiller Dynamics, and Sucrose Yields in Successively Planted Sugarcane. **Agronomy**, Basel, v. 9, n. 7, p. 387, 2019a. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/7/387/htm>. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.3390/agronomy9070387.

VUYYURU, M.; SANDHU, H. S.; MCCRAY, J. M.; RAID, R. N.; ERICKSON, J. E.; OGRAM, A. V. Amending sugarcane monoculture through rotation breaks and fungicides: effects on soil chemical and microbial properties, and sucrose yields. **Crop and Pasture Science**, Clayton South, v. 70, n. 11, p. 990-1003, 2019b. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/cp/CP19264>. Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.1071/CP19264.

WILSON, J. R. Influence of temperature and nitrogen on growth, photosynthesis and accumulation of non-structural carbohydrate in a tropical grass, *Panicum maximum* var. trichoglume. **Netherland Journal of Agricultural Science**, Dresden, v. 23, n. 1, p. 48-61, 1975. Disponível em: <https://library.wur.nl/ojs/index.php/njas/article/view/17200> Acesso em: 13 mai. 2021. DOI 10.18174/njas.v23i1.17200