

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FERRUGEM ALARANJADA DA CANA-DE-AÇÚCAR:
VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO CONTROLE
QUÍMICO, E CURVAS DE PROGRESSO DA DOENÇA SOB
CONDIÇÕES NATURAIS DE CULTIVO**

Marcos Antonio Zeneratto

Engenheiro Agrônomo

2017

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FERRUGEM ALARANJADA DA CANA-DE-AÇÚCAR:
VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO CONTROLE
QUÍMICO, E CURVAS DE PROGRESSO DA DOENÇA SOB
CONDIÇÕES NATURAIS DE CULTIVO**

Marcos Antonio Zeneratto

Orientador: Prof. Dr. Antonio de Goes

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2017

Z54f Zeneratto, Marcos Antonio
Ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar : viabilidade técnica e econômica do controle químico, e curvas de progresso da doença sob condições naturais de cultivo / Marcos Antonio Zeneratto. -- Jaboticabal, 2017
viii, 37 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017

Orientadora: Antonio de Goes

Banca examinadora: Fernanda Dias Pereira, Ivan Antonio dos Anjos

Bibliografia

1. Fungicida. 2. Manejo. 3. *Puccinia kuehnii*. 4. *Saccharum* spp. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 632.952:633.61

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: FERRUGEM ALARANJADA DA CANA-DE-AÇÚCAR: VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO CONTROLE QUÍMICO, E CURVAS DE PROGRESSO DA DOENÇA SOB CONDIÇÕES NATURAIS DE

AUTOR: MARCOS ANTONIO ZENERATTO

ORIENTADOR: ANTONIO DE GÓES

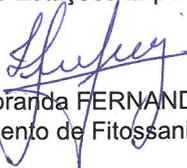
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ANTONIO DE GÓES
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pesquisador Dr. IVAN ANTÔNIO DOS ANJOS
Divisão de Estações Experimentais / IAC - Ribeirão Preto, SP



Pós-doutoranda FERNANDA DIAS PEREIRA
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 22 de novembro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Marcos Antonio Zeneratto, Pindorama, SP, nascido no dia oito de abril de 1971, filho de Aldécio Zeneratto e Maria Evanir Breschi Zeneratto. Concluiu o curso de Engenharia Agrônômica em 1996, na Faculdade de Ciências Agrônômica - FCA, da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", em Botucatu, SP. Em 1996, no segundo semestre, realizou a conclusão de curso com estágio curricular na FMC na região de Maringá-PR e desde julho de 1997 atua na região do Noroeste e Norte do Oeste Paulista na função de Consultor Especialista em Cana-de-Açúcar, junto à Cooperativa de Produtores Rurais – COOPERCITRUS, rua Bernardino de Campos, 540 em Olímpia, SP.

AGRADEÇO

A Deus pelo amparo e permitido por mais uma etapa alcançada em minha vida.

DEDICO

A minha mãe Evanir (*in memoriam*) e ao meu pai Aldécio, que trabalharam muito para que eu até aqui chegasse e aos meus irmãos Marciel e Marisa.

OFEREÇO

À minha querida esposa Maria Helena e aos meus filhos Stéphanie Maria, Gustavo, Maria Rafaela e Stéphan Rafael, cujo apoio, carinho, dedicação e companheirismo foram indispensáveis.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio de Goes pela orientação, ensinamentos, estímulo para realização deste trabalho e amizade dedicados nestes anos de convívio. Agradeço as horas contínuas em que se dedicou para minha formação acadêmica e profissional.

Agradeço à Cooperativa de Produtores Rurais – COOPERCITRUS, por ter permitido que eu realizasse o mestrado.

Agradeço a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
TÍTULO - RESUMO	iii
PALAVRAS CHAVES	iii
TITLE – ABSTRACT	iv
KEYWORDS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE APÊNDICES.....	viii
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - Ferrugem alaranjada (<i>Puccinia kuehni</i>)	4
2.2 - Controle da ferrugem alaranjada	6
3 - MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 - Experimentos E1 e E2	9
3.2 - Experimento E3.....	15
4 - RESULTADOS	17
4.1 - Avaliação do efeito do número de aplicações de fungicida piraclostrobina e epoxiconazole do controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar para a cultivar SP81-3250, em E1 e E2	17
4.1.1 - Análise da viabilidade econômica do emprego de fungicidas no controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (Experimentos E1 e E2)	20
4.2 - Avaliação do efeito do volume de calda de aplicação dos fungicida piraclostrobina e epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250 (Experimento 3)	21
5 – DISCUSSÃO	24
6 - CONCLUSÕES	27
7 - REFERÊNCIAS	28
8 - APÊNDICES.....	34

FERRUGEM ALARANJADA DA CANA-DE-AÇÚCAR: VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO CONTROLE QUÍMICO, E CURVAS DE PROGRESSO DA DOENÇA SOB CONDIÇÕES NATURAIS DE CULTIVO

RESUMO – A ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (FA), causada por *Puccinia kuehnii*, é responsável por superior a 40% na produtividade de genótipos de cana-de-açúcar suscetíveis e intermediários. Nesse estudo foram realizados três experimentos. No experimento E1 foi avaliado o efeito do número de aplicações de fungicida piraclostrobina + epoxiconazole (PE) no município de Olímpia-SP, em E2 foi avaliado o efeito do número de aplicações de fungicida piraclostrobina + epoxiconazole (PE) no município de Catigua-SP, ambos em épocas distintas, e em E3 foi avaliado o efeito do volume de calda de PE no controle da doença. A partir dos dados obtidos nos experimentos E1 e E2, foi também avaliada a viabilidade econômica do controle da FA da cana-de-açúcar. Os experimentos foram realizados em dois locais, Olímpia e Catiguá, Estado de São Paulo, sendo empregada a cultivar SP81-3250, em quarto ciclo, após o terceiro corte, em estágio de desenvolvimento (Elongação do colmo; Crescimento intenso; Início do acúmulo de sacarose) da cultura. Em E1 e E2 usou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC), com quatro tratamentos, sendo 0 (testemunha), 1, 2 e 3 aplicações. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de 8 metros, espaçadas de 1,5 metros. Foram realizadas sete avaliações, com as quais determinou-se a severidade, a partir das quais foi obtida a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Também foi estimado o rendimento de colmos, expresso em tonelada de colmos por hectare (TCH). Em E3 foi adotado procedimento semelhante, cujos tratamentos foram representados pelos volumes 0 (testemunha), 80, 160 e 240 L calda ha⁻¹. Em E1 e E2, a partir de dados relativos a aumento de rendimento de colmos (TCH) foi estimado a viabilidade econômica. Em E1 e E2, verificou-se que independente das variáveis avaliadas todos os tratamentos foram superiores à testemunha. Houve relação entre AACPD e produtividade. O controle da doença, nos melhores tratamentos, resultou em aumento de produtividade da ordem de 18,7 e 25,5 t cana ha⁻¹, respectivamente para Olímpia e Catiguá. Em E3 observou-se que mesmo em baixos volumes de calda, como 80 L calda ha⁻¹, houve eficiente controle da doença, com indicação de maior otimização do uso da água e, possivelmente, com redução do custo operacional e de controle da doença. A viabilidade econômica do controle de FA foi demonstrado, com retorno de R\$2,38 por Real investido.

Palavras-chave: Fungicida, Manejo, *Puccinia kuehnii*, *Saccharum* spp

ORANGE RAFFLE OF SUGAR CANE: TECHNICAL AND ECONOMIC VIABILITY OF CHEMICAL CONTROL, AND CURVES OF PROGRESS OF THE DISEASE UNDER NATURAL CONDITIONS OF CULTURE

ABSTRACT - The orange rust of sugarcane (FA), caused by *Puccinia kuehnii*, is responsible for over 40% in the yield of susceptible and intermediate sugarcane genotypes. Three experiments were performed in this study. In the E1 experiment, the effect of the number of applications of fungicide pyraclostrobin + epoxiconazole (PE) in the municipality of Olímpia-SP, in E2, was evaluated the effect of the number of applications of fungicide pyraclostrobin + epoxiconazole (PE) in the municipality of Catigua-SP, both at different times, and in E3 the effect of the volume of PE syrup on disease control was evaluated. From the data obtained in experiments E1 and E2, the economic viability of sugarcane FA control was also evaluated. The experiments were carried out at two locations, Olímpia and Catiguá, State of São Paulo, and the cultivar SP81-3250 was used, in the fourth cycle, after the third cut, at the development stage (Elongation of the stem, intense growth; sucrose) of the culture. In E1 and E2, the experimental design in randomized blocks (DBC) was used, with four treatments, being 0 (control), 1, 2 and 3 applications. Each plot was constituted by four lines of 8 meters, spaced of 1.5 meters. Seven evaluations were performed, with which the severity was determined, from which the area under the disease progress curve (AACPD) was obtained. The yield of stalks, expressed in ton of stems per hectare (TCH), was also estimated. In E3 a similar procedure was adopted, whose treatments were represented by volumes 0 (control), 80, 160 and 240 L syrup ha⁻¹. In E1 and E2, data on increased yield of stalks (TCH) were estimated economically viability. In E1 and E2, it was verified that regardless of the evaluated variables all the treatments were superior to the control. There was a relationship between AACPD and productivity. The control of the disease, in the best treatments, resulted in an increase of productivity of 18.7 and 25.5 t cana ha⁻¹, respectively, for Olímpia and Catiguá. In E3, it was observed that even in low volumes of syrup, such as 80 L syrup ha⁻¹, there was an efficient control of the disease, with an indication of greater optimization of water use and, possibly, reduction of operational cost and disease control. The economic viability of the AF control was demonstrated, with a return of R \$ 2.38 per invested Real.

Key words: Fungicide, Management, *Puccinia kuehnii*, *Saccharum* spp

LISTA DE TABELAS**Página**

Tabela 1- Número de aplicações dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, no município de Olímpia/SP, no experimento E1. Unesp, Jaboticabal, SP, 2017	10
Tabela 2 - Número de aplicações dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, no município de Catiguá/SP, no experimento E2. Unesp, Jaboticabal, SP, 2017	12
Tabela 3 - Descrição de dados e valores para a composição da fórmula empregada para realização do cálculo, em análise da viabilidade econômica do emprego fungicida no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, em E1 e E2. Unesp-Jaboticabal, SP, 2017	13
Tabela 4 - Cálculo de Rentabilidade	14
Tabela 5 – Número de aplicações e volume de calda dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole aplicados no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, no município de Olímpia/SP. Unesp, Jaboticabal, SP, 2017	15
Tabela 6 - Valores médios para AACPD, de acordo com o número de aplicações de piraclostrobina + epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, expresso em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), nos municípios de Olímpia e Catiguá/SP. Jaboticabal/SP, 2017	17
Tabela 07. Efeito do número de aplicações de piraclostrobina + epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar, cultivar SP81-3250, quanto a produtividade de colmos por hectare, TCH, nos municípios de Olímpia e de Catiguá/SP. Jaboticabal/SP, 2017	20

- Tabela 08.** Retorno econômico relativo ao emprego dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole, em 1, 2 e 3 aplicações, no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, em Olímpia e Catiguá/SP. Jaboticabal/SP, 2017 21
- Tabela 09.** Efeito do volume de calda (L calda ha⁻¹) associado à aplicação de piraclostrobina associado a epoxiconazole, a 1,0 L ha⁻¹ no controle da Ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, de ciclo de quarto corte, sob condições naturais de infecção, em Olímpia, SP. Jaboticabal/SP, 2017 23

LISTA DE FIGURAS

Página

- Figura 1.** Relação entre níveis de severidade de sintomas da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, expresso em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e rendimento de colmos em toneladas por hectare - TCH, cultivar SP81-3250, em ciclo de quarto corte, em função do número de pulverizações de piraclostrobina + epoxiconazole, em Olímpia/SP. Jaboticabal/SP, 2017 18
- Figura 2.** Relação entre níveis de severidade de sintomas da ferrugem alaranjada, expresso em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), e rendimentos de colmos em toneladas por hectare - TCH, cultivar SP81-3250 em ciclo de quarto corte, em função do número de pulverizações de piraclostrobina + epoxiconazole, em Catiguá/SP. Jaboticabal/SP, 2017 .. 19
- Figura 3.** Efeito do volume de calda ($L\ ha^{-1}$) do fungicida piraclostrobina associado a epoxiconazole, a $1,0\ L\ ha^{-1}$, nos níveis de severidade de sintomas da Ferrugem alaranjada em folhas F+1 de cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, de terceiro ciclo, em Olímpia/SP, sob condições naturais de infecção. As setas significam as datas das aplicações do fungicida 22
- Figura 4.** Efeito do volume de calda ($L\ ha^{-1}$) do fungicida piraclostrobina associado a epoxiconazole, a $1,0\ L\ ha^{-1}$, nos níveis de severidade de sintomas da Ferrugem alaranjada em folhas F+1 de cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, de terceiro ciclo, em Olímpia/SP, sob condições naturais de infecção. As setas significam as datas das aplicações do fungicida..... 22

APÊNDICES**Página**

APÊNDICE 01. Dados relativos a temperaturas máxima, mínima e médias, temperatura média absoluta, quantidade de chuva, em mm, e número de dias chuvosos, no período de janeiro/14 a abril/14, na área experimental localizada em Olímpia/SP. (EECB, 2017)	34
APÊNDICE 02. Dados relativos a temperaturas máxima, mínima e média, temperatura média absoluta, quantidade de chuva, em mm, e número de dias chuvosos, no período de janeiro/14 a abril/14, na área experimental localizada em Catiguá/SP. (EECB, 2017), (CIIAGRO, 2017)	35
APÊNDICE 03. Dados relativos a temperaturas máxima, mínima e médias, temperatura média absoluta, quantidade de chuva, em mm, e número de dias chuvosos, no período de janeiro/14 a 02 de junho/14, na área experimental localizada em Olímpia/SP. (EECB, 2017)	36

1. INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético apresenta importância relevante no cenário brasileiro, sendo responsável por milhões de empregos diretos e indiretos, além de ser importante fonte de divisas para o país.

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é cultivada em mais de cem países, sendo uma das principais culturas no mundo e cerca de 80% da produção do planeta estão concentradas em dez países. O Brasil se destaca como o maior produtor de cana-de-açúcar e em área cultivada. No Brasil, a safra 2016/2017 de cana-de-açúcar foi de 694,5 milhões de toneladas, com um aumento de 4,4% em relação à safra anterior. Essa variação se deve ao crescimento de 5,4% da área colhida, cerca de 9 milhões de hectares, com um aumento de 468,2 mil hectares em relação à última safra (CONAB, 2016).

A produtividade da cana-de-açúcar é influenciada diretamente pelas condições climáticas, edáficas e pelos fatores biológicos. Entre os fatores biológicos encontram-se as doenças, que em condições favoráveis ao patógeno, limitam o desenvolvimento da cultura, causando sérios prejuízos. Por essa razão, as doenças são de constante preocupação nos programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar (WALKER, 1987).

O avanço da mecanização da colheita da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), que atingiu 84,8% na safra agrícola 2013/2014 (AMORIN, 2015), proporcionou mudanças de ordem fitossanitária, com destaque a doença ferrugem alaranjada, causada pelo fungo *Puccinia kuehnii* (W. Kruger) E. J. Butler, causando prejuízos significativos de ordem econômica.

A ferrugem alaranjada foi relatada na Ásia e na Austrália há mais de cem anos, porém sem registros significativos de perdas (RYAN; EGAN, 1989). No entanto, na Austrália, no início do ano de 2000, essa doença foi responsável por perdas estimadas em até 200 milhões de dólares australianos devido ao ataque severo na variedade Q124, que na época ocupava 45% da principal região canavieira daquele país (MAGAREY et al., 2001). Nos Estados Unidos a ferrugem alaranjada chegou em junho de 2007, na Flórida (COMSTOCK et al., 2008). Posteriormente, a doença foi cronologicamente constatada na Guatemala (OVALLE et al., 2008), Costa Rica e Nicarágua (CHAVARRÍA et al., 2009) e, em 2008, no México, El Salvador e Panamá (FLORES et al., 2009).

No Brasil, a Ferrugem alaranjada foi observada pela primeira vez em dezembro de 2009, na região de Araraquara, estado de São Paulo. Após esta constatação a doença foi relatada em diversas áreas dos estados de São Paulo e Paraná, afetando principalmente as variedades comerciais SP89-1115, RB72454 e SP84-2025 (BARBASSO et al., 2010). Atualmente, esta doença encontra-se disseminada nas principais regiões produtoras do país. As perdas de produtividade e longevidade dos canaviais decorrentes de infecções de *Puccinia kuehnii* têm implicado na adoção de estratégias de manejo, com destaque ao emprego de cultivares de elevada resistência (ARAÚJO et al., 2013).

Infante et al. (2009) citam que a severidade da doença aumenta com o tempo, sendo este o motivo pela qual a doença aparece de forma repentina quando as condições climáticas são favoráveis.

Há poucos estudos relativos à viabilidade econômica do controle químico da ferrugem alaranjada. Para esta doença, assim como várias outras que compõem o complexo de doenças foliares em cana-de-açúcar, o controle é feito via resistência varietal. Entretanto, em razão do comportamento diferencial entre os níveis de resistência das cultivares e o efeito ambiental, às vezes têm-se níveis elevados de sintomas o que, teoricamente, justificaria o controle químico.

A viabilidade técnica do controle de ferrugem alaranjada mediante o emprego de fungicidas dos grupos das estrobilurinas e carboxamidas tem sido verificada por vários pesquisadores, em diversos países produtores de cana-de-açúcar (RAID et al., 2010; CANTERI et al., 2012; COLLETTE, 2016). Entretanto, para o êxito no controle do patógeno, é vital que a otimização da eficiência dos tratamentos seja viabilizada mediante rigor técnico e racionalidade econômica.

Em cana-de-açúcar, após os primeiros meses de cultivo, devido seu porte relativamente alto e alta densidade de plantas por área, as pulverizações com defensivos agrícolas têm sido feitas por via aérea, e por pulverizadores automotrizes. Entretanto, além da dificuldade operacional das aplicações dos fungicidas, as grandes distâncias das fontes de abastecimento de água, e, às vezes, a sua própria escassez, faz-se imprescindível a racionalidade do emprego da água como veículo dos defensivos agrícolas.

Há carência de informações quanto ao volume de calda e viabilidade econômica do emprego de fungicidas para o controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar. Neste sentido, um dos poucos trabalhos conduzidos no país,

relativo à avaliação do volume de calda em cana-de-açúcar, foi desenvolvido por Alves (2016). Este estudo envolvendo a avaliação da eficiência do controle da ferrugem alaranjada mediante fungicidas dos grupos químicos estrobilurinas e triazóis, o autor comparou a eficiência do emprego de pulverização aérea de fungicida com volumes de 30 L ha⁻¹ e 40 L ha⁻¹, comparada com aplicação terrestre com 200 L ha⁻¹. Segundo o autor, tomando como referência a expressão de sintomas nas folhas +2, +3 e +4, foi observado que menores volumes de calda resultaram em maior deposição de calda no dossel superior da cultura em estudo.

Considerando a importância que a ferrugem alaranjada representa para a cana-de-açúcar, e dada a escassez de informações acerca da viabilidade técnica e econômica do emprego de fungicidas, o presente trabalho teve como objetivo determinar: (i) o efeito do número de aplicações de piraclostrobina associado ao epoxiconazole no controle da doença; (ii) os benefícios econômicos do número de aplicações e sua respectiva rentabilidade quanto ao uso de fungicida no controle da ferrugem alaranjada e; (iii) o efeito do volume de calda de fungicida no controle da doença.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, a cana-de-açúcar é cultivada em diversas condições edafoclimáticas, assim como em diferentes situações de altitude e topografia. Muitas das vezes há cultivos em áreas extensas e contínuas, ocupando milhares de hectares. Esta falta de descontinuidade espacial, associada ao caráter semi-perene das plantas, a depender do comportamento das cultivares, de forma semelhante ao que ocorre em vários patossistemas, são componentes que predisõem a ocorrência de muitas doenças, notadamente as de natureza fúngica (BERGAMIN FILHO et al., 2004).

Os problemas fitossanitários, especialmente as doenças causadas por fungos fitopatogênicos, constituem-se em fatores limitantes da produção agrícola. Para a cana-de-açúcar, dentre as doenças fúngicas, as ferrugens alaranjada e marrom destacam-se pelos significativos danos foliares e redução de área fotossintética. De acordo com a literatura, estas doenças são responsáveis por redução na produtividade e obsolescência das cultivares, como registrado no caso de Q124, na Austrália (MAGAREY et al., 2001) e SP89-1115, RB72454 e SP84-2025, no Brasil (BARBASSO et al., 2010).

No Brasil, não existe um estudo consistente e conclusivo sobre a viabilidade econômica do controle de ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar. A literatura, quando presente, restringe-se apenas à citação quanto à sua viabilidade técnica, não havendo indicadores quanto ao retorno econômico de tais procedimentos.

2.1. Ferrugem alaranjada (*Puccinia kuehni*)

A produtividade da cana-de-açúcar, de forma semelhante ao aplicável para as demais culturas agrícolas, é dependente da influência direta das condições climáticas, edáficas e de fatores biológicos. Entre os fatores biológicos encontram-se as doenças, que, sob condições favoráveis para patógeno e do uso de cultivares suscetíveis, causam elevados prejuízos, podendo limitar a exploração comercial. Por esta razão, programas de melhoramento da cana-de-açúcar visando ao desenvolvimento de material genético resistentes aos patógenos fazem-se fundamentais.

A Ferrugem alaranjada é causada pelo fungo biotrófico *Puccinia kuehni* Buttler, 1914 (Ordem: Uredinales, Família: Pucciniaceae), que possui uma baixa gama de hospedeiros, atacando principalmente plantas do gênero *Saccharum*. Os

urediniósporos de *P. kuehnii* possuem coloração alaranjada clara, são ovóides ou piriformes, e possuem um espessamento na região apical da parede celular (VIRTUDAZO et al., 2001).

As pústulas produzidas por *P. kuehnii* são pequenas e ovais, resultando em manchas cloróticas nas folhas mais jovens, observadas na face inferior das folhas (GLYNN et al., 2010). Sob condições favoráveis e em cultivares suscetíveis, a evolução das pústulas dá-se de forma rápida, resultando em necrose das folhas. O vento é o principal agente de disseminação do fungo, advindo rápida dispersão a curtas e longas distâncias. As gotas de água e material genético com sintomas foliares, bem como o homem, através de suas vestes, podem também contribuir para a disseminação do patógeno, (FERRARI et al., 2010).

Umidade relativa, temperaturas elevadas no verão e alternância de calor e frio no outono proporcionam as condições ambientais favoráveis a infecção e desenvolvimento de *P. kuehnii* (MAGAREY, 2000). Segundo Magarey et al. (2004), as condições ótimas para a germinação de uredósporos do fungo são representadas por temperaturas entre 22 e 24°C e umidade relativa entre 98 e 99%.

Infante et al. (2009) observaram que a severidade de ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar expressa-se de forma elevada ao longo do tempo, razão esta que contribui para que a severidade da doença ocorra de forma repentina quando as condições climáticas são favoráveis. Temperatura entre 17 a 34 °C, com ótima de 18 °C, e 97% de umidade relativa são condições altamente favoráveis para a germinação dos urediniósporos. Martins (2010) em seus estudos concluiu também que os urediniósporos de *P. kuehnii* germinam na faixa de 10 a 25 °C, porém a faixa mais favorável situa-se entre 20 a 25°C. As infecções do fungo ocorrem quando da existência de cerca de 8 horas de molhamento foliar e temperaturas de 20 a 25°C. A 25 °C as pústulas induzidas pelo fungo são maiores, advindo maior severidade dos sintomas.

No Brasil, segundo Lima et al. (2017), a melhor temperatura para o desenvolvimento dos sintomas da ferrugem alaranjada é de em torno de 25 °C. Sintomas da doença não foram observados à temperatura de 27,5°C.

A associação dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole apresenta duplo mecanismo de ação. A piraclostrobina, pertencente ao grupo das estrobilurinas, conhecida como fungicidas inibidores de quinona oxidase, são responsáveis por inibição mitocondrial (PARREIRA et al, 2009). Este grupo de fungicida é também

responsável pelo bloqueio da transferência de elétrons no sítio da mitocôndria, interferindo na respiração do patógeno (GHINI & KIMATI, 2000). O fungicida epoxiconazole, o qual pertence ao grupo químico dos triazóis, atua inibindo a biossíntese do ergosterol, substância importante para a manutenção da integridade da membrana celular dos fungos (BASF Agro Brasil, 2017).

A redução de volume de calda, por uma série de benefícios vem sendo praticada nos diferentes ecossistemas, tanto no controle de insetos, como também de ácaros, fungos e plantas daninhas. Entretanto, as indicações quanto à viabilidade técnica destas reduções devem ser alierçadas em informações científicas tomando como referência vários aspectos técnicos como arquitetura da planta, massa foliar, alvo desejável e condições operacionais, dentre outros. Por exemplo, Akkerhuis et al. (1998) observaram que para a cultura da cevada houve relação entre a arquitetura da planta e a interceptação da calda de pulverização aplicada. Segundo estes autores houve intensificação da concentração da calda da folha-bandeira, quando comparada com as folhas mais velhas, situada em planos inferiores.

Souza et al. (2012), investigando a deposição do herbicida 2,4-D Amina, observaram que a diminuição do volume de calda de 130 L ha^{-1} para 80 L ha^{-1} não interferiu na cobertura das folhas das plantas infestantes. Entretanto, menores volumes de calda proporcionam maior capacidade operacional dos equipamentos de pulverização, com conseqüente redução dos custos operacionais, maior otimização operacional e melhor emprego da água. O emprego racional das caldas de pulverização em volumes adequados de um modo geral resulta em economia do consumo de água, com conseqüente redução de gastos, além de ambientalmente ser uma prática mais coerente.

2.2. Controle da Ferrugem alaranjada

A forma mais eficiente do controle das doenças de planta baseia-se no emprego de cultivares resistentes. Porém, ainda que do emprego de variedades resistentes, e a depender da natureza da resistência, sob determinadas condições ambientais os níveis de sintomas podem ser considerados expressivos, às vezes implicando na necessidade do uso de outras estratégias de manejo das doenças. Para o caso da cana-de-açúcar, por conta do comportamento de certos materiais genéticos, os níveis de severidade de sintomas em determinados microclimas, mais elevados de sintomas torna-se necessário o uso do controle químico.

O Estado de São Paulo conta com cerca de 900 mil hectares plantados com cultivares de cana-de-açúcar que embora sejam consideradas resistentes, devido ao efeito ambiental apresentam comportamento similar às cultivares suscetíveis. Este comportamento, por envolver plantas semi-perenes, de alto custo de investimento quando da implantação, faz com que seja necessário, em anos favoráveis, o uso de fungicidas para garantir maiores produtividades.

Experimentos realizados a campo demonstraram a viabilidade técnica do controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar mediante o uso de fungicidas. De acordo com literatura, os resultados têm sugerido que o potencial máximo para o crescimento e produção da cana-de-açúcar é alcançado mediante uso de fungicidas aplicados no início do surto da doença, e quando as condições de desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar forem favoráveis. Entretanto, deve sempre existir uma expectativa de incremento de produtividade de colmos por hectare da cultura (STAIER et al., 2003).

Na Austrália, Staier et al. (2003) relataram que produtores que aplicaram fungicidas seguindo orientações de monitoramento de pulverização da doença no início da severidade da ferrugem alaranjada, obtiveram um benefício definido em toneladas de colmo por hectare.

No Brasil, segundo Ferrari (2010), além da substituição das cultivares de cana-de-açúcar suscetíveis por cultivares resistentes, o plantio segundo cuidados baseados no zoneamento climático, associado ao uso de fungicidas são as alternativas mais viáveis para minimização do impacto das doenças, incluindo a ferrugem alaranjada.

Dentre os fungicidas com eficiência para controle da ferrugem alaranjada destacam-se os pertencentes ao grupo das estrobilurinas e triazóis, utilizados de forma isolada ou em combinação entre si (COLLETTE, 2016). Segundo Raid et al. (2009), sob níveis de cerca de 30% de severidade da doença, na Florida, principal estado produtor nos Estados Unidos da América, o uso de estrobilurinas e triazóis, de forma combinada, resultou em melhor eficiência no controle da doença. Resultados semelhantes, no Brasil, foram observados por Canteri et al. (2012), mesmo em ambiente de alta favorabilidade ao patógeno.

Estudos relativos à viabilidade técnica do controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar mediante o controle químico foram realizados no Brasil (COLLETTE, 2016). Neste estudo, o autor constatou que a combinação de fungicidas

fluxapiraxade e piraclostrobina, aplicado em folha + 3, após o aparecimento dos primeiros sintomas de severidade, resultou na redução dos níveis de severidade máxima dos sintomas da ferrugem alaranjada nas folhas avaliadas da cana-de-açúcar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado sob condições naturais de infecção de *Puccinia kuehnii*, agente causal da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, em áreas com antecedentes da doença. Foi utilizada a cultivar SP81-3250, CTC – Centro de Tecnologia Canavieira (Coopersucar), caracterizada como suscetível ao patógeno. Neste estudo foram realizados três experimentos, em épocas e ambientes distintos. Nos experimentos E1 e E2 foram determinados o efeito do número de aplicações de piraclostrobina associado a epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. O experimento E1 foi conduzido no município de Olímpia/SP, a 20° 40' 08" S e 48° 52' 12" O, com 506 metros de altitude, no período de 13 de janeiro a 25 de abril de 2014. O experimento E2 foi implantado no município de Catiguá/SP, a 21° 04' 07" S e 49° 04' 00" O, com 483 metros de altitude, no período de 31 de dezembro de 2015 a 22 de abril de 2016. Já o experimento E3 foi realizado no município de Olímpia/SP, 20° 40' 07" S e 48° 52' 13" O, com 506 metros de altitude, no período de 13 de janeiro a 02 de junho de 2014. Neste experimento E3 foi avaliado o efeito do volume de calda na aplicação dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole para o controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. Todos os experimentos foram conduzidos em plantas após terceiro corte, portanto de quarto ciclo, em área com histórico de alta severidade da doença. Posteriormente, baseado nos dados relativos aos experimentos E1 e E2 foi realizada análise de viabilidade econômica do controle químico da ferrugem alaranjada.

3.1. Experimentos E1 e E2

As condições ambientais prevalentes no período de experimentação foram favoráveis para o desenvolvimento da doença, em E1 e em E2, conforme dados climáticos apresentados nos anexos 1 e 2, respectivamente.

Os tratamentos avaliados nos experimentos E1 e E2 foram constituídos pela aplicação do fungicida Opera® (piraclostrobina a 133 g L⁻¹ e epoxiconazole a 50 g L⁻¹, Basf SA, São Paulo) a base de 1,0 L ha⁻¹, mediante 1, 2 e 3 aplicações sequenciais, que corresponderam aos tratamentos T1, T2 e T3. A testemunha foi representada pela aplicação de água, sem fungicida (T0). À calda de pulverização foi acrescido o adjuvante Assist® (756 g L⁻¹ de óleo mineral do grupo químico hidrocarbonetos alifáticos, Basf SA, São Paulo) a 0,208 % (v/v).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições, sendo cada parcela com 48,0 m². Cada parcela foi constituída por quatro linhas de plantas espaçadas em 1,5 metros e 8 metros de comprimento, totalizando 48 m².

Os fungicidas foram aplicados utilizando-se Pulverizador Costal Elétrico Turia Duo[®], dotado de lança, com 150 cm de comprimento, com pontas de pulverização tipo bico de jato plano, de baixa deriva, Magnojet 8002[®] para o volume de calda 240 ha⁻¹. As aplicações dos fungicidas em E1 e E2 foram iniciadas nos dia 13 de janeiro de 2014 e 31 de dezembro de 2015, e estenderam para os demais, nos estádios de desenvolvimento descritos como Elongação do colmo; Crescimento intenso e Início do acúmulo de sacarose (MARIN, 2014). O início das aplicações deu-se quando a severidade dos sintomas da ferrugem alaranjada nas folhas +3 apresentaram notas dois e três, conforme Amorim et al. (1987). As datas de aplicações encontram-se apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1- Número de aplicações dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, no município de Olímpia/SP, no experimento E1. Unesp, Jaboticabal, SP, 2017.

Tratamentos E1 (Número de aplicações)	Local/Datas de aplicações		
	Olímpia		
	13/01/14	23/02/14	22/03/14
0	-	-	-
1	+	-	-
2	+	+	-
3	+	+	+

(-) significa ausência de pulverização com fungicida; (+) significa a realização de pulverização com fungicida.

Para as avaliações foram coletadas dez folhas nas plantas centrais de cada parcela. Os intervalos de avaliação foram de 14 dias, com sequência de sete avaliações, estendendo-se até o 84^o dia. As avaliações foram realizadas na folha +3, conforme sistema de Kuijper, segundo Van Dillewijn, (1952), validadas por Chavarría

et al. (2009) e Klosowsky et al. (2013). A quantidade de doença foi estimada mediante emprego de escala de notas adotada para a Ferrugem marrom (Amorim et al., (1987), adaptada para ferrugem alaranjada, sendo: 1 (sem sintomas); 2, menor ou igual a 0,5% da área foliar ocupada com sintomas; nota 3, menor ou igual a 1%; nota 4, menor ou igual 5%; nota 5, menor ou igual a 10%, nota 6, igual ou menor a 25%; nota 7, menor ou igual a 35%; nota 8, menor ou igual 50% e nota 9, sintomas severos, com mais de 50 % de severidade. A partir dos dados de severidade dos sintomas foi calculada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Campbell & Madden (1990) através da fórmula:

$$\text{AACPD} = \sum (y_i + y_{i+1}) / 2 * (t_{i+1} - t_i), \text{ em que:}$$

i = número de avaliações;

y = severidade de sintomas da ferrugem alaranjada (%) e

t = tempo (dias).

Para a estimativa do rendimento de colmos por hectare foram colhidos e pesados os colmos contidos nas duas linhas centrais da parcela. A colheita do E1 foi realizada em 25/04/2014, enquanto que o E2 foi colhido em XXXX. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) utilizando-se o programa SASM-Agri (CANTERI et al., 2001). As diferenças médias entre os tratamentos foram avaliadas por comparações múltiplas usando o teste de Duncan, com 5% de probabilidade de erro. Análise de regressão para determinar a relação entre número de aplicações de fungicidas, níveis de severidade de sintomas e o rendimento foi também realizada, sendo empregado o mesmo Programa.

Tabela 2- Número de aplicações dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, no município de Catiguá/SP, experimento E2. Unesp, Jaboticabal, SP, 2017.

Tratamentos E2 (Número de aplicações)	Local/Datas de aplicações		
	Catiguá		
	31/12/15	31/01/16	27/02/16
0	-	-	-
1	+	-	-
2	+	+	-
3	+	+	+

(-) significa ausência de pulverização com fungicida; (+) significa a realização de pulverização com fungicida.

A partir dos dados obtidos nos experimentos E1 e E2 foi determinada a viabilidade econômica do controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. Os indicadores econômicos foram obtidos tomando-se como referência os dados biológicos, dados de produtividade, custos de aplicação (Tabela 3) e o cálculo de rentabilidade (Tabela 4). A fórmula empregada para a comparação da eficiência econômica dos tratamentos foi a seguinte:

$$VE = (PCC \times DT \text{ em TCH}) - ((CC \times n) + CA)$$

Sendo:

VE – Viabilidade Econômica em moeda corrente brasileira real – R\$;

PCC – Preço Cana Campo, padrão sistema Consecana/SP (ago/2017);

DT – Diferença (TCH) dos Tratamentos em Relação a Testemunha;

CC – Custo de Controle do fungicida na aplicação;

n – número de realização de aplicações de fungicida;

CA – Custo Aplicação – pulverização do volume de calda.

Tabela 3 - Descrição de dados e valores para a composição da fórmula empregada para realização do cálculo, em análise da viabilidade econômica do emprego fungicida no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, em E1 e E2. Unesp-Jaboticabal, SP, 2017.

DESCRIÇÃO	VALORES EM R\$
¹ Preço Cana Campo PCC – R\$/tonelada	63,91
² Pulverização do volume de calda CA – R\$/hectare	43,39
³ Fungicida piraclostrobina a 133 g e epoxiconazole a 50 g CC – R\$/litro	68,20
³ Adjuvante óleo mineral a 756 g – CC R\$/litro	16,70

¹ Consecana/SP – Ago/2017, ² Agriannual 2017, ³ Preço de mercado, 20/09/2017 – Coopercitrus – Cooperativa de Produtores Rurais.

Tabela 4 - Cálculo de Rentabilidade.

Município de Olímpia							
Tratamentos, número de aplicações	Produtividade (TCH)	Preço cana campo R\$/tonelada	Diferença dos tratamentos em relação a testemunha em produtividade (TCH)	Preço cana campo R\$/tonelada	Rendimento financeiro obtido através do número de aplicações de fungicida em R\$/hectare	Custo de fungicida, adjuvante e aplicação do volume de calda em valores que representa o número de aplicações em R\$/hectare	Rentabilidade econômica do emprego dos fungicidas piradlostrobina e epoxiconazole no controle da Ferrugem alaranjada expresso em R\$/hectare
0	74,3	-	0	-	-	-	-
1	75,8	63,91	1,5	63,91	95,87	128,29	-32,43
2	86,4	63,91	12,1	63,91	773,31	256,58	516,73
3	93,0	63,9	18,7	63,91	1195,12	384,87	810,25
Município de Catigua							
0	60,4	-	0	-	-	-	-
1	69,6	63,91	9,2	63,91	587,97	128,29	459,68
2	74,9	63,91	14,5	63,91	926,70	256,58	670,12
3	85,9	63,9	25,5	63,91	1629,71	384,87	1244,84

3.2. Experimente E3

Foi utilizado o fungicida Opera® (133 g de piraclostrobina + 50 g epoxiconazole L⁻¹, Basf SA, São Paulo) a 1,0 L ha⁻¹, acrescido de óleo mineral Assist® (838 g L⁻¹ de hidrocarboneto aromático, Basf SA, São Paulo) a 0,208 % (v/v), ou o equivalente a 1,0 L ha⁻¹. Foram avaliados quatro tratamentos (L calda ha⁻¹), sendo: 1- Testemunha (sem fungicida); 2- 80 L ha⁻¹; 3- 160 L ha⁻¹ e; 4- 240 L ha⁻¹. Foram realizadas três aplicações sequenciais do fungicida, com início em 13/01/2014, quando os sintomas de ferrugem alaranjada nas folhas +3 apresentavam notas dois e três, conforme Amorim et al. (1987), adaptada para ferrugem alaranjada. As demais aplicações do fungicida foram realizadas em 23/02 e 22/03/2014 (Tabela 5).

Tabela 5 - Número de aplicações e volume de calda dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole aplicados no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, no município de Olímpia/SP. Unesp, Jaboticabal, SP, 2017.

Tratamentos (Número de aplicações)	Local/Datas de aplicações		
	Olímpia		
	13/01/14	23/02/14	22/03/14
1	80	80	80
2	160	160	160
3	240	240	240

A aplicação dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazole deu-se mediante pulverizador costal, modelo Costal Elétrico Turia Duo®, utilizando-se pontas de pulverização, tipo jato plano de baixa deriva Magnojet®: utilizando-se modelos apropriados á obtenção dos volumes desejados, sendo: 8001 para 80 ha⁻¹, 80015 para o volume de calda 160 ha⁻¹ e 8002 para o volume de calda 240 ha⁻¹. Para melhoria da aplicação e uniformização da aplicação da calda foi adotado de lança com 200 cm de comprimento.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. Cada unidade amostral foi constituída por quatro linhas de plantas, com 8 m de comprimento e com espaçamento de 1,5 m, totalizando 48 m² para cada

parcela. Em cada parcela foram marcadas dez plantas, uma de cada touceira, localizadas nas duas linhas centrais.

A quantidade de doença foi estimada de modo semelhante a E1 e E2, com avaliações nas folhas +1 e +3, em cada uma das plantas das cinco touceiras por linha, nas duas linhas centrais das parcelas. Foram realizadas 11 avaliações, sendo iniciadas quando da data da primeira aplicação do fungicida, e, a última, 139 dias após a primeira. O intervalo entre avaliações foi de 14 dias. Posteriormente, os dados de severidade foram transformados em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), conforme Campbell & Madden (1990).

A análise de variância foi realizada mediante o Programa SASM_AGRI (Canteri et al., 2001), e as médias comparadas mediante o teste Scott-Knott, a 5% de significância. Aos dados obtidos foram aplicados os testes de médias e analisada a homogeneidade entre as matrizes de variância para os tratamentos mediante testes de Hartley F-max, Cochran e Bartlett Chi-Sqr, determinando os melhores tratamentos para o controle da doença.

4. RESULTADOS

4.1 Avaliação do efeito do número de aplicações do fungicida piraclostrobina e epoxiconazole do controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar para a cultivar SP81-3250, em E1 e E2

Mediante análise dos dados relativos à área abaixo da curva de progresso da doença - AACPD verifica-se que, independentemente dos locais avaliados, aplicações de piraclostrobina + epoxiconazole resultaram no controle do patógeno (Tabela 6). Todos os tratamentos foram superiores à testemunha. Não houve diferença entre os tratamentos com fungicidas, porém os menores níveis de sintomas foram observados com duas e três aplicações. Foi observada relação positiva direta e inversa entre o número de aplicações do fungicida e os níveis de severidade de sintomas da ferrugem alaranjada ($p \leq 0,05$). Não foi observada diferença entre duas e três aplicações de fungicidas (Figuras 1 e 2).

Tabela 6 – Valores médios para AACPD, de acordo com o número de aplicações de piraclostrobina + epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, expresso em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), nos municípios de Olímpia e Catiguá/SP. Jaboticabal/SP, 2017.

Tratamentos (Número de aplicações)	Local/Dados de AACPD		Local/Dados de AACPD	
	Olímpia		Catiguá	
	Dados		Dados	
	1	2	1	2
0	5.679,6	75,3 a	9.240,9	96,1 a
1	2.870,8	53,2 b	6.522,7	80,6 b
2	1.912,5	43,56 c	4.642,3	67,9 c
3	1.671,9	40,72 c	4.771,9	68,9 c
C.V.	12,43%	12,43%	8,0%	8,0%

¹Dados reais; ²Dados transformados em $(x+k)^{1/2}$, com $k = 0,5$. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si (Duncan, $P \leq 0,05$).

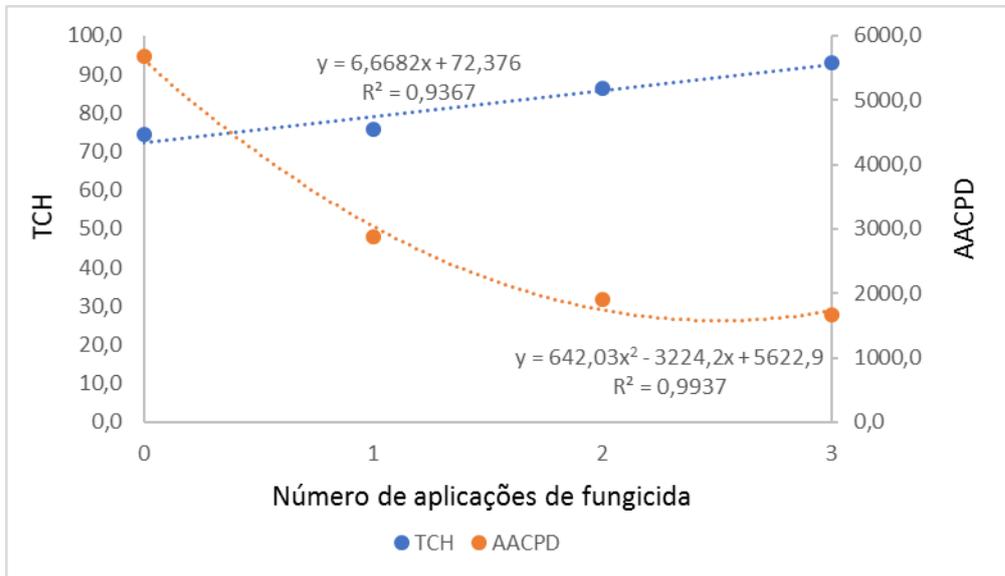


Figura 1. Relação entre níveis de severidade de sintomas da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, expresso em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), e rendimento de colmos em toneladas por hectare - TCH, cultivar SP81-3250, em ciclo de quarto corte, em função do número de pulverizações de piraclostrobina + epoxiconazole, em Olímpia/SP. Jaboticabal/SP, 2017.

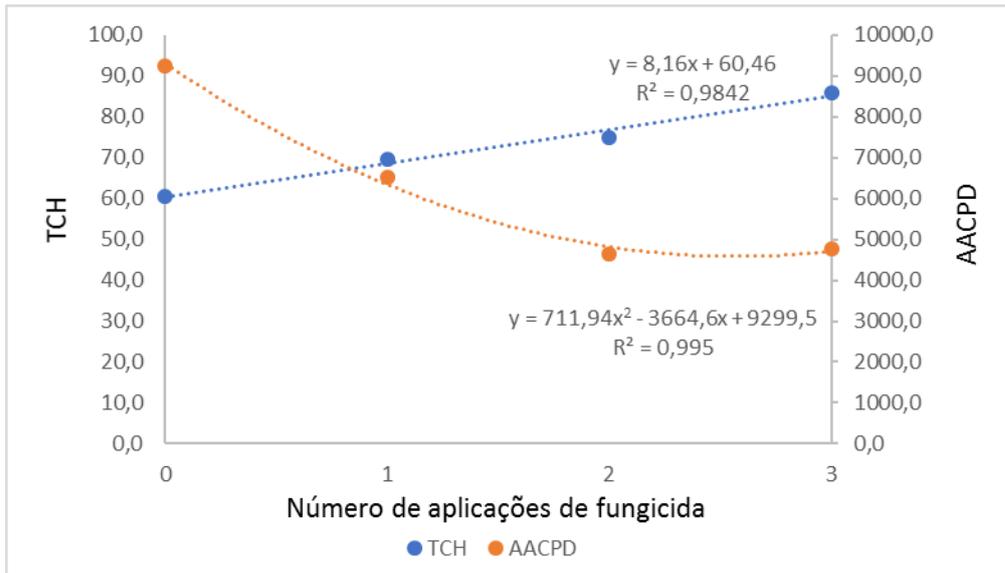


Figura 2. Relação entre níveis de severidade de sintomas da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, expresso em área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), e rendimentos de colmos em toneladas por hectare - TCH, cultivar SP81-3250 em ciclo de quarto corte, em função do número de pulverizações de piraclostrobina + epoxiconazole, em Catiguá/SP. Jaboticabal/SP, 2017.

Em ambos os experimentos, E1 e E2, os níveis de severidade de sintomas da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar foram muito expressivos. Na área correspondente a E2, as condições de temperatura e índice pluviométrico foram mais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, sendo estes mais expressivos, quando comparado com os níveis observados em E1.

O maior nível de severidade de sintomas foi observado nas plantas localizadas em Catiguá, onde, para o caso da testemunha, a severidade foi 38% superior àquele observado em Olímpia. Este nível mais elevado de sintomas certamente impactou em menor rendimento de colmos, mesmo em condições de maior índice pluviométrico. Por se tratar de mesma cultivar, mesmo ciclo de cultivo e condições de manejos semelhantes, admite-se que este diferencial, em níveis de severidade, foi resultante das condições ambientais mais favoráveis em Catiguá, representadas por chuvas de maior intensidade e de maior distribuição (Apêndices 1 e 2).

Em termos de rendimento de colmos, observou-se que todos os tratamentos com fungicidas, quando do emprego de três aplicações, resultaram em aumento da produção de cana-de-açúcar, quando comparada com a testemunha (Tabela 7). As

diferenças observadas entre o tratamento com três aplicações de fungicida e a testemunha foram de 18,7 e 25,5 t de TCH, correspondente às áreas experimentais E1, em Olímpia, e E2, Catiguá, respectivamente.

Tabela 7. Efeito do número de aplicações de piraclostrobina + epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar, cultivar SP81-3250, quanto a produtividade de colmos por hectare, TCH, nos municípios de Olímpia e Catiguá/SP. Jaboticabal/SP, 2017.

Tratamentos (Número de aplicações)	Locais/Produtividade (TCH)	
	Olímpia	Catiguá
0	74,3 b	60,4 b
1	75,8 b	69,6 ab
2	86,4 ab	74,9 ab
3	93,0 a	85,9 a
C.V.	18,12%	22,32%

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si (Duncan, $P \leq 0,05$).

4.1.1. Análise da viabilidade econômica do emprego de fungicidas no controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (Experimentos E1 e E2)

Em termos de TCH, observou-se que aplicações dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada, mesmo em condições de ambiente de menor favorabilidade a ocorrência da doença, como verificado em E1, uma aplicação desses fungicidas é insuficiente para obtenção de resposta para viabilidade econômica (Tabela 8). Já no experimento E2, conduzido em Catiguá, diante condições ambientais mais favoráveis à ocorrência da doença, uma aplicação dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole resultou em melhor resposta de viabilidade econômica (Tabela 2). Por outro lado, duas e três aplicações dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole, para ambas as localidades, resultaram em respostas positivas do ponto de vista econômico. Para outras culturas, respostas viáveis economicamente têm sido constatadas. Por exemplo, em milho, Costa et al (2012) verificaram que um maior de aplicações de fungicidas no

controle de doenças foliares resultaram em rendimento positivo e de benefício econômico, quando sob elevada pressão de doença.

Tabela 8. Retorno econômico relativo ao emprego dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole, em 1, 2 e 3 aplicações, no controle da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, em Olímpia e Catiguá/SP. Jaboticabal/SP, 2017.

Tratamentos (Número de aplicações)	Retorno econômico (R\$/hectare)	
	Olímpia	Catiguá
0	0	0
1	-32,42 ¹	459,68 ¹
2	516,73	670,12
3	810,25	1.244,84

¹Dados estabelecidos a partir do incremento de produtividade, em toneladas de colmos por hectare (TCH), comparado com a testemunha, e levando-se em conta custos dos tratamentos com fungicidas.

4.2. Avaliação do efeito do volume de calda de aplicação dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole no controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250 (Experimento 3)

Houve incremento dos níveis de severidade de sintomas de ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, entre a 1ª e 11ª avaliações (Figuras 03 e 04), agravado certamente pelas condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da doença (APÊNDICE 3). Os maiores incrementos de sintomas foram observados a partir da 5ª avaliação, aos 69 dias do início do experimento, com coincidência de maior índice pluviométrico, tanto para folhas +1, como para a +3. No tratamento testemunha o nível de severidade dos sintomas foi significativamente elevado (dados não apresentados), independentemente das avaliações (Figura 03). Na 11ª avaliação, em 02 de junho de 2014, tanto para folhas +1, como +3, foi observado menor severidade dos sintomas, independente dos tratamentos e folhas avaliadas.

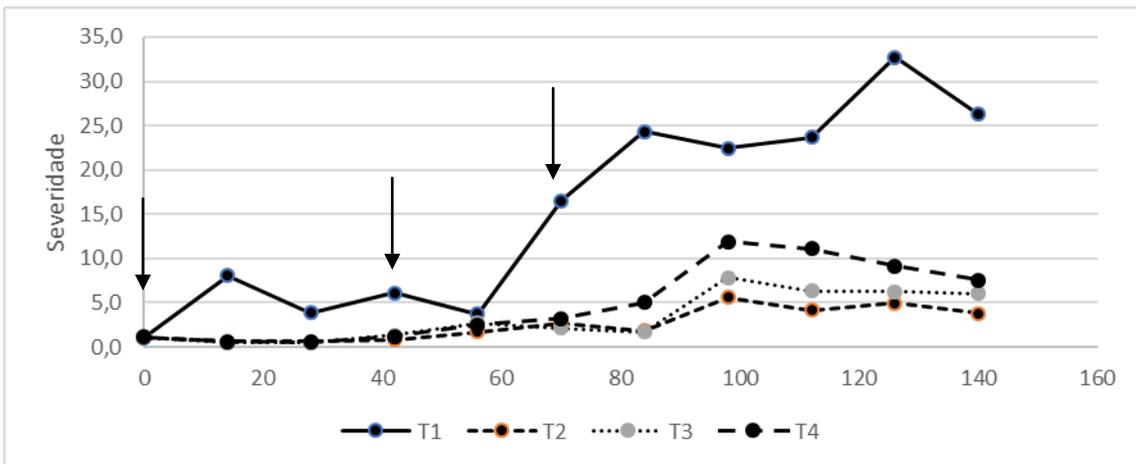


Figura 03. Efeito do volume de calda ($L ha^{-1}$) do fungicida piraclostrobina associado a epoxiconazole, a $1,0 L ha^{-1}$, nos níveis de severidade de sintomas da Ferrugem alaranjada em folhas F+1 de cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, de terceiro ciclo, em Olímpia/SP, sob condições naturais de infecção. As setas significam as datas das aplicações do fungicida.

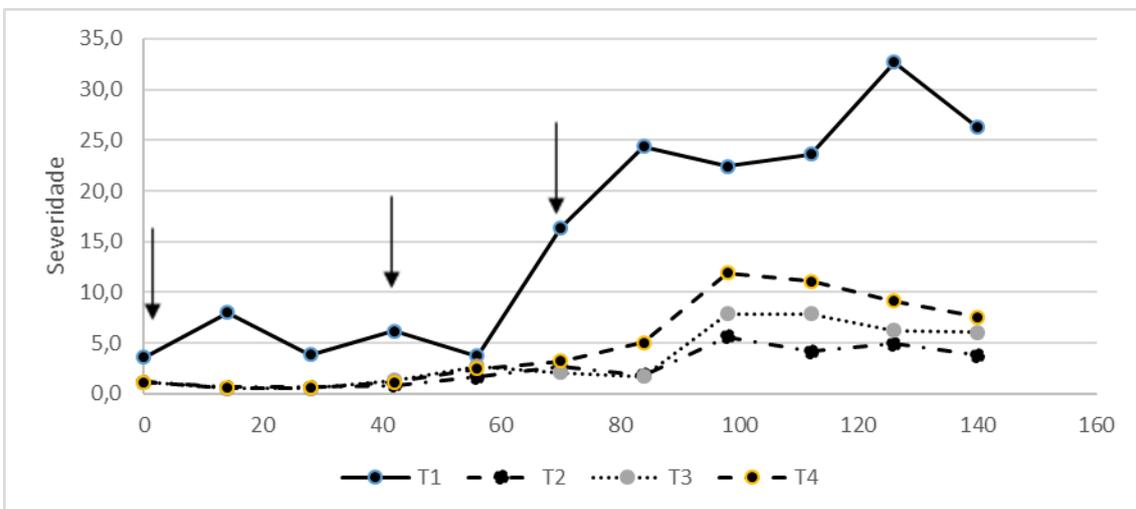


Figura 04. Efeito do volume de calda ($L ha^{-1}$) do fungicida piraclostrobina associado a epoxiconazole, a $1,0 L ha^{-1}$, nos níveis de severidade de sintomas da Ferrugem alaranjada em folhas F+3 de cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, de terceiro ciclo, em Olímpia/SP, sob condições naturais de infecção. As setas significam as datas das aplicações do fungicida.

Todos os tratamentos com fungicidas resultaram em controle eficiente da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (Tabela 9). Para as folhas F+1, o mais baixo nível de severidade dos sintomas foi observado no tratamento relativo a piraclostrobina associado a epoxiconazole, a 160 e 240 L ha⁻¹ de calda. Ambos tratamentos não diferiram entre si, porém foram superiores àquele correspondente a 80 L ha⁻¹ de calda. Para folhas +3, as melhores respostas de controle da doença foram obtidas mediante o emprego de 80 L calda ha⁻¹. Não foi observada diferença estatística quando da aplicação do fungicida nas vazões de 160 e 240 L ha⁻¹.

Tabela 9. Efeito do volume de calda (L calda ha⁻¹) associado à aplicação de piraclostrobina associado a epoxiconazole, a 1,0 L ha⁻¹ no controle da Ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250, de ciclo de quarto corte, sob condições naturais de infecção, em Olímpia, SP. Jaboticabal/SP, 2017.

Tratamentos*	Volume de calda (L ha ⁻¹)	Folha avaliada/AACPD	
		F+1	F+3
1	0	15.702 c	15.711 c
2	80	5.833 b	2.583 a
3	160	3.424 a	3.610 b
4	240	5.280 a	5.280 b
CV (%)		10,59	10,28

O fungicida foi acrescido de óleo mineral a 1,0 L ha⁻¹. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si (Scott-Knott, $P \geq 0,05$)

5. DISCUSSÃO

As condições ambientais existentes no transcorrer da execução dos experimentos foram favoráveis ao desenvolvimento dos sintomas da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. A prevalência de chuvas regulares, e às vezes em níveis elevados nos períodos críticos de suscetibilidade da planta foram os fatores que mais contribuíram para o incremento dos sintomas.

A cultivar utilizada neste estudo, os estádios de cultivos, assim como os locais de execução dos experimentos contribuíram para a ocorrência dos sintomas da doença.

De acordo com os dados de severidades e as condições climáticas ocorridas durante os experimentos, principalmente em E2, é possível reafirmar os resultados obtidos por Infante et al (2009), que a severidade da doença aumenta exponencialmente com o tempo, sendo este o motivo pela qual a doença aparece de forma repentina quando as condições climáticas são favoráveis.

A variação de temperatura média para o E2, no município de Catiguá, foi de 23,89 a 25,17°C (Apêndice 2), indicando maior favorabilidade para ocorrência e severidade dos sintomas da ferrugem alaranjada quando comparado com E1, no município de Olímpia/SP, que apresentou uma variação da temperatura média de 23,6 a 27,32°C (Apêndice 1). Lima (2013), em seu trabalho, mostrou que as temperaturas que mais favoreceram a expressão dos sintomas da ferrugem alaranjada foram 22,5°C e 25 °C.

De acordo com a AACPD é possível confirmar o elevado nível de suscetibilidade de cana-de-açúcar da cultivar SP81-3250 a *P. kuehnii* (Tabela 6). Também foi evidenciado que a aplicação sequencial dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole, em formulação comercial, a 1,0 L ha⁻¹, é eficiente no controle da ferrugem alaranjada (Figuras 1 e 2). Assim como observado por Collette (2016), a porcentagem de severidade da ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar, nas cultivares SP81-3250 e RB72454, foi reduzida quando do emprego de piraclostrobina + epoxiconazole a 183 g L⁻¹ ha⁻¹. Os fungicidas fluxaproxade e piraclostrobina na dose de 350 mL ha⁻¹, quando aplicado após o aparecimento dos primeiros sintomas da doença, contribuíram para a redução nos níveis de severidade máxima dos sintomas da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar.

No presente estudo pode-se verificar que o volume de 80 L de calda ha⁻¹ proporcionou níveis de eficiência similar ou superior a 160 l de calda ha⁻¹, tal

eficiência, pode estar associada a maior concentração do ingrediente ativo por cm^2 de gota, proporcionando assim menor desperdício de calda por escoamento na folha. O volume de 80 L de calda há^{-1} é eficiente, e a arquitetura ou a dominância das folhas mais importantes asseguram esta possibilidade, atendendo à necessidade para as folhas +1, +2, e +3, visto que o controle da ferrugem alaranjada se restringe a folha +3. Alves (2016), investigando aplicação de fungicida com volumes de calda de aplicação aérea com 30 L ha^{-1} e 40 L ha^{-1} , e aplicação terrestre com 200 L ha^{-1} , no controle da ferrugem alaranjada, utilizando como referência a folha +2, +3 e +4, pode observar que, com taxas de aplicação menores, a pulverização aérea promoveu maior deposição de calda no dossel superior da cultura em estudo, indicando que menores taxas de aplicação proporcionam maior capacidade operacional.

A viabilidade do controle químico em estádios de desenvolvimento da planta, cuja doença possa comprometer o seu crescimento, especialmente em cultivares menos resistente, deve ser considerada como medida auxiliar. Uma relação negativa (TCH menor quanto maior a severidade da doença) e inversa (TCH maior quanto menor a severidade da doença) foi observada entre os níveis de severidade de sintomas da ferrugem alaranjada, expressa em AACPD, e o rendimento de colmos, em toneladas, TCH (Figuras 01 e 02).

De acordo com os resultados, há viabilidade técnica do controle de *P. kuehni*, especialmente quando do emprego de três pulverizações sequenciais. A redução nos níveis de severidade, expresso em AACPD, foi de 50% e 29%, em Olímpia e Catiguá, respectivamente. Em termos de produtividade, os incrementos foram de 20 a 30%, em Olímpia e Catiguá, respectivamente. De forma semelhante ao apontado por Raid et al. (2009), a viabilidade econômica do emprego de tais tratamento também está condicionada aos níveis de suscetibilidade das cultivares e condições ambientais prevalentes em um determinado ano agrícola. Somado a isso, tem-se que a viabilidade econômica do uso de fungicida estará condicionada ao valor da matéria prima, e não somente aos incrementos em TCH.

A viabilidade econômica para uma, duas e três aplicações do fungicida piraclostrobina e epoxiconazole no controle de ferrugem alaranjada em cana-de-açúcar sobre a cultivar SP81-3250 no quarto ciclo de produção, demonstrou, que nas condições menos favoráveis a doença uma aplicação de fungicida piraclostrobina e epoxiconazole foi insuficiente para obtenção de resposta

econômica. No entanto, quando as condições climáticas são favoráveis à maior severidade da doença, uma aplicação do fungicida já proporcionou resposta econômica. De forma quantitativa os benefícios do uso dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole, no controle da ferrugem alaranjada para as condições deste estudo, demonstra que para cada um real investido tem-se um retorno de cerca de 2,38 reais.

Sendo assim, a demonstração da viabilidade do controle da ferrugem alaranjada mediante aplicação dos fungicidas piraclostrobina e epoxiconazole e redução do volume de calda constitui em um marco importante no controle desta importante doença da cana-de-açúcar.

6. CONCLUSÕES

Para cultivares suscetíveis três aplicações sequenciais do fungicida piraclostrobina associado ao epoxiconazole são eficientes no controle da Ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, e resulta em aumento de produtividade;

A vazão de 80L calda ha⁻¹ do fungicida piraclostrobina associado a epoxiconazole é eficiente no controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar;

Para cultivar suscetível, o emprego de controle químico é viável economicamente.

7. REFERÊNCIAS

AKKERHUIS, G.A.J.M.; AXELSEN, J.A.; KJAER, C. Towards predicting pesticide deposition from plant phenology; a study in spring barley. **Pesticide Science**, London v.53, n.3, p.252-262, 1998.

ALVES, T. C. **Tecnologia de aplicação aérea e terrestre no controle da ferrugem alaranjada** 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; SANGUINO, A.; CARDOSO, C. O. N.; MORAES, V. A.; FERNANDES, C. R. **Metodologia de avaliação de ferrugem da cana-de-açúcar (*Puccinia melanocephala*)**. São Paulo: Copersucar, 1987. 13-16 p. (Boletim Técnico Copersucar. Documentos, 39).

AMORIM, F. Fim da queima da cana ‘exclui’ produtores. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 11 mar. 2014. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/ribeirao/155787-fim-da-queima-da-cana-exclui-produtores.shtml>>. Acesso em: fev. 2015.

ARAÚJO, K.L.; CANTERI, M.G.; GILIO, T.A.S.; NEUBAUER, R.A.; SANCHES, P.B.; SUMIDA, C.H.; GIGLIOTI, E.A. Resistência genotípica e monitoramento da favorabilidade para ocorrência da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.39, n.4, p.271-275, 2013.

BARBASSO, D.; JORDÃO, H.; MACCHERONI, W.; BOLDINI, J.; BRESSIANI, J.; SANGUINO, A. First report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane, in Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 94, n.9, p. 1170, 2010.

BASF Agro Brasil. **Opera**: fungicida. Guaratinguetá, [2017?]. Disponível em: <http://www.agro.basf.com.br/agr/ms/pt_BR/function/conversions:publish/content/AP/Brazil/solutions/fungicides/Bulas/Opera_v2.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.

BERGAMIN FILHO, A., LARANJEIRA, F.F., AMORIM, L. & GOTTWALD, T.R. Dinâmica espacial da clorose variegada dos citros em três regiões do Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 56-65, 2004.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: Wjley, p. 532, 1990.

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

CANTERI, M.G.; GIGLIOTI, E.A.; ARAUJO, K.L., NEUBAUER, R.A., SANCHES, P.R.B., SUMIDA, C.H. Eficiência de fungicidas no controle da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology 38** - 45o Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2012, Manaus. 1 CD –ROM.

CIIAGRO. Dados Mensais no período 2016. Avaliado em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp>. Acessado em 22 de junho, 2017.

CHAVARRÍA, E.; SUBIROS, F.; VEGAS, J.; RALDA, G.; GLYNN, N.C.; COMSTOCK, J.C. First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Costa Rica and Nicaragua. **Plant Disease**, Saint Paul, v.93, n.4, p. 425, 2009.

COLLETTE, L. P. **Controle químico da ferrugem alaranjada na cultura da cana-de-açúcar** 2016. 39 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

COMSTOCK, J.C.; SOOD, S.G.; GLYNN, N.C.; SHINE, J.M.; MCKEMY, J.M; CASTBURY, L.A. **First Report of *Puccinia kuehnii*, Causal Agent of Orange Rust of Sugarcane**, in the United States and Western Hemisphere. **Plant Disease**, Saint Paul, v.92, n.6, p.175, 2008.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana:** safra 2016/17 cana-de-açúcar. Brasília, v.3, n. 3, p. 1-74, 2016.

CONSECANA-SP (Ago/2017),
http://www.udop.com.br/index.php?item=consecana_sp&op=index.

COSTA, R. V., COTA, L. V., SILVA, D. D. S., MEIRELLES, W. F. M., LANZA, F. E. L. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, July – August, 2012. REVER. FALTA NÚMERO E LOCAL. PADRONIZAR

EECB. Estação Experimental de Citricultura de Bebedouro, período de 2014 e 2016. Avaliado em: <http://www.estacaoexperimental.com.br/download.aspx>. Acesso em 22 de junho, 2017.

FERRARI, J. T.; HAKAKAVA, R.; DOMINGUES, R. J.; TERÇARIOL, I. M. L. **Ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar.** São Paulo: Instituto Biológico APTA, 2010 (Documento Técnico, 005), p 11-15.

FLORES, R.C.; LOYO, J.R.; OJEDA, R.A.; RANGEL, O.C.A.; CERÓN, F.A.; MÁRQUEZ, W.; GUERRA-MORENO, A.S.; HERNANDEZ-IBARRA, H.M; GONZÁLEZ, R.E.; CASTLEBURY, L.A.; DIXON, L.J.; GLYNN, N.C.; COMSTOCK, J.C.; FLYNN, J.; AMADOR, J. First report of orange rust of sugarcane caused by *Puccinia kuehnii*, in Mexico, El Salvador and Panama. **Plant Disease**, Saint Paul, v.93, n.12, p. 1347, 2009.

INFANTE, D.; MARTINEZ, B.; GONZALEZ, E.; GONZALES, N. *Puccinia kuehnii* (Kruger) Butler y *Puccinia melanocephala* H. Sydow y P Sydow. en el cultivo de la caña de azúcar. **Revista Protección Vegetal**, v.24, n.1, p.22-28, 2009. FALTA LOCAL

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas.** 1. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. p. 78.

GLYNN, N.C.; DIXON, L.J.; CASTLEBURY, L.A.; SZABO, L.J.; COMSTOCK, J.C. PCR assay for the sugarcane rust pathogens *Puccinia kuehnii* and *Puccinia melanocephala* and detection of a SNP associated with geographical in *P. kuehnii*. **Plant Pathology**, Saint Paul, v.59, p.703-711, 2010. FALTA NÚMERO

KLOSOWSKY, A. C.; RUARO, L.; BESPALHOK FILHO, J. C.; MIO, L. L. M. de. Proposta e validação de escala para ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 166-171, 2013.

LIMA, L. L. (2013). **Aspectos epidemiológicos da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar**. Tese, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, SP, Brasil.

LIMA, L.L.; SCALOPPI, E.A.G.; BARRETO, L.F.; BARRETO, M. Temperaturas e períodos de molhamento foliar no desenvolvimento da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (*Puccinia kuehnii*). **Summa Phytopathologica**, v. 43, n.2, p.132-135, 2017. LOCAL

MAGAREY, R.C. Orange rust. In: ROTT, P.; BAILEY, R.A.; COMSTOCK, J.C.; CROFT, B.J.; GIRARD, J.C.; SAUMTALLY, A.S. **A guide to sugarcane diseases**. Montpellier: La Librairie du Cirad, p. 121-125, 2000.

MAGAREY, R.C.; WILLCOX, T.; CROFT, B.; CORDINGLEY, A. Orange rust, a major pathogen affecting crops of Q124 in Queensland in 2000. **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technology**, Queensland, v. 23, p. 274-280, 2001.

MAGAREY, R. C.; STAIER, T.; WILLCOX, T. Fungicides for control of orange rust in the 2001 Queensland crop. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 24. 2002. **Anais...** Brisbane, Society of sugar cane technologists, 2002. 1 CD-ROM.

MAGAREY, R.C.; NEILSEN, W.A.; MAGNANINI, A.J. Environmental requirements for spore germination in the three sugarcane leaf pathogens. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS HELD AT BRISBANE, Queensland, p, 1-7, 2004.

MARIN, F. R. **Eficiência de produção da cana-de-açúcar brasileira: estado atual e cenários futuros baseados em simulações multimodelos**. Tese (Livre-Docência) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

MARTINS, T. D. **Aspecto epidemiológico da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar**. 2010. 65 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PARREIRA, D.F.; NEVES, W.S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, São Luís, v.3, n.2, p. 24-34, 2009.

RAID, R.N., COMSTOCK, J.C., GLYNN, N., C. Evaluation of fungicides for control of orange rust on sugarcane. *J. Am. Soc. Sugar Cane Technol*, 29: 82, 2009. LOCAL E PADRONIZAÇÃO

RAID, R. N.; COMSTOCK, J. C.; GLYNN, N. C. Orange rust of sugarcane: prospects for fungicidal control. In: AMERICAN PHYTOPATHOLOGY SOCIETY CARIBBEAN DIVISION MEETING, 2009. Orlando. **Resumos**. Campinas: Phytopathology, p. 175, 2010.

RYAN, C.C.; EGAN, B.T. Rust. In: RICAUD, C.; EGAN, B.T.; GILLASPIE JÚNIOR, A.G.; HUGHES, C.G. (Ed). **Diseases of sugarcane: major diseases**. Amsterdam: Elsevier, p. 189-210, 1989.

SOUZA, L. A. de.; CUNHA, J. P. A. R. da.; PAVANIN, L. A. Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 78-85, 2012.

STAIER, T., MAGAREY, R., WILLCOX, T.G. Control of orange rust in sugarcane with fungicides. Proc. Aust. Soc. **Sugar Cane Technol** 25, 2003.

WALKER, D.I.T. **Trends in sugarcane breeding**. In: Abbott, A.J.; Atkin, R.K. (eds.). Improving vegetative propagated crops. Bristol: Academic Press, p.3-26, 1987.

VAN DILLEWIJN, C. **Botany of sugarcane**. Waltham: The Chronica Botanica Company, 1952. p. 371.

VIRTUDAZO, E. V.; NOJIMA, H.; KAKISHIMA, M. Taxonomy of *Puccinia* species causing rust diseases on sugarcane. **Mycoscience**, Tsukuba v. 42, p. 167-175, 2001.

7. APENDICES

APÊNDICE 1 - Dados relativos a temperaturas máxima, mínima e médias, temperatura média absoluta, quantidade de chuva, em mm, e número de dias chuvosos, no período de janeiro/14 a abril/14, na área experimental localizada em Olímpia/SP.

Ano	Mês	Temperatura (° C)			Chuva (mm)	Dias de chuva
		Máxima média	Mínima média	Média		
2014	Janeiro	32,7	20,15	25,51	41,1	12
	Fevereiro	33,09	20,85	26,74	64,9	9
	Março	33,96	22,25	27,32	134,7	14
	Abril	31,04	17,56	23,59	85,6	8
Total					326,3	43

Fonte: (EECB, 2017)

APÊNDICE 2 - Dados relativos a temperaturas máxima, mínima e média, temperatura média absoluta, quantidade de chuva, em mm, e número de dias chuvosos, no período de janeiro/14 a abril/14, na área experimental localizada em Catiguá/SP.

Ano	Mês	Temperatura (° C)			Chuva (mm)	Dias de chuva
		Máxima média	Mínima média	Média		
2016	Janeiro	29,62	20,11	23,89	288,8	18
	Fevereiro	31,9	20,46	25,17	179,7	18
	Março	30,92	19,99	24,52	206,1	21
	Abril	31,08	17,81	24,22	14,8	2
Total					689,40	59

Fonte: (EECB, 2017)

APÊNDICE 3 - Dados relativos a temperaturas máxima, mínima e médias, temperatura média absoluta, quantidade de chuva, em mm, e número de dias chuvosos, no período de janeiro/14 a 02 de junho/14, na área experimental localizada em Olímpia/SP.

Ano	Mês	Temperatura (° C)			Chuva (mm)	Dias de chuva
		Máxima média	Mínima média	Média		
2014	Janeiro	32,7	20,15	25,51	41,1	12
	Fevereiro	33,09	20,85	26,74	64,9	9
	Março	33,96	22,25	27,32	134,7	14
	Abril	31,04	17,56	23,59	85,6	8
	Maio	27,72	13,49	20,31	5,4	4
	Junho	29,32	13,37	20,83	2,8	2
Total					334,5	49

Fonte: (EECB, 2017)