



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS ERECHIM

CURSO DE AGRONOMIA

WILLIAN LUIZ FAVARETTO

**DOSES DE FUNGICIDA MULTISSÍTIO ASSOCIADAS A SÍTIO-
ESPECÍFICOS NO CONTROLE DE FERRUGEM DA FOLHA E
RENDIMENTO DE TRIGO**

ERECHIM – RS

2023

WILLIAN LUIZ FAVARETTO

**DOSES DE FUNGICIDA MULTISSÍTIO ASSOCIADAS A SÍTIO-
ESPECÍFICOS NO CONTROLE DE FERRUGEM DA FOLHA E
RENDIMENTO DE TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia na Universidade Federal da
Fronteira Sul.

Orientadora: Profa. Dra. Paola Mendes Milanesi

ERECHIM – RS

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Favaretto, Willian Luiz
DOSES DE FUNGICIDA MULTISSÍTIO ASSOCIADAS A
SÍTIO-ESPECÍFICOS NO CONTROLE DE FERRUGEM DA FOLHA E
RENDIMENTO DE TRIGO / Willian Luiz Favaretto. -- 2023.
22 f.

Orientadora: Dra. Paola Mendes Milanesi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim,RS, 2023.

1. Triticum aestivum L.. 2. Puccinia triticina.. 3.
Mancozebe.. 4. AACPD.. I. Milanesi, Paola Mendes,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

WILLIAN LUIZ FAVARETTO

**DOSES DE FUNGICIDA MULTISSÍTIO ASSOCIADAS A SÍTIO-
ESPECÍFICOS NO CONTROLE DE FERRUGEM DA FOLHA E
RENDIMENTO DE TRIGO**

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

29/06/2023

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Paola Mendes Milanesi – UFFS
Orientador

Eng. Agrônomo Rodrigo José Tonin - UFFS
Avaliador

Prof. Dr. Leandro Galon - UFFS
Avaliador

DOSES DE FUNGICIDA MULTISSÍTIO ASSOCIADAS A SÍTIO- ESPECÍFICOS NO CONTROLE DE FERRUGEM DA FOLHA E RENDIMENTO DE TRIGO

RESUMO: O trigo é um cereal amplamente utilizado na alimentação humana e animal. Entretanto, a incidência de doenças causa perdas em sua produtividade e qualidade. Teve-se como objetivo avaliar a eficiência da aplicação de doses do fungicida multissítio mancozebe aliado a um programa com fungicidas sistêmicos (ou sítio específicos) visando o controle de ferrugem da folha e rendimento de trigo. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim, em delineamento de blocos casualizados com 4 repetições. A cultivar utilizada foi TBIO Ello CL e foram avaliados 6 tratamentos, sendo: T1 - testemunha, sem aplicação de fungicida; T2 - programa sítio-específico (fluxapiraxade + piraclostrobina + epoxiconazol; trifloxistrobina + tebuconazol; e tiofanato-metílico); T3 - programa + 1,5 kg mancozebe ha⁻¹; T4 - programa + 2,0 kg mancozebe ha⁻¹; T5 - programa + 2,5 kg mancozebe ha⁻¹; e T6 - programa + 3,0 kg mancozebe ha⁻¹. Estimou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e o controle (%) para a ferrugem da folha. Também foram quantificados: comprimento de espiga (cm); número de grãos cheios e chochos; peso de hectolitro (PH); peso de mil grãos (PMG, g); e produtividade (kg ha⁻¹). Foi constatado que o tratamento 4 é o melhor tratamento por proporcionar controle de 98,17% para ferrugem da folha do trigo e assegurar melhor produtividade (4195,54 kg ha⁻¹), comprimento de espiga (7,93 cm) e o maior número de grãos cheios (47) por espiga. Esse resultado indica que a dose de 2,0 kg mancozebe ha⁻¹, associada a fungicidas sítio específicos condiciona não somente controle satisfatório de ferrugem da folha, mas também incremento em rendimento e produtividade de trigo, cv. TBIO Ello CL.

Palavras- chave: *Triticum aestivum* L.; *Puccinia triticina*; mancozebe; AACPD.

DOSES OF MULTISITE FUNGICIDE ASSOCIATED WITH SITE-SPECIFIC IN THE CONTROL OF LEAF RUST AND WHEAT YIELD

ABSTRACT: Wheat is a widely used cereal in human and animal nutrition. However, the incidence of diseases leads to losses in its productivity and quality. The objective of this study was to evaluate the efficiency of applying doses of the multisite fungicide mancozeb, combined with a program using systemic (or site-specific) fungicides, to control leaf rust and improve wheat yield. The experiment was conducted at the experimental area of the Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Erechim, using a randomized complete block design with 4 replications. The cultivar used was TBIO Ello CL, and 6 treatments were evaluated as follows: T1 - control without fungicide application; T2 - site-specific program (fluxapyroxad + pyraclostrobin + epoxiconazole; trifloxystrobin + tebuconazole; and thiophanate-methyl); T3 - program + 1.5 kg mancozeb ha⁻¹; T4 - program + 2.0 kg mancozeb ha⁻¹; T5 - program + 2.5 kg mancozeb ha⁻¹; and T6 - program + 3.0 kg mancozeb ha⁻¹. The area under the disease progress curve (AUDPC) and disease control (%) for leaf rust were estimated. Additionally, the following parameters were quantified: spike length (cm), number of filled and shriveled grains, hectoliter weight (HW), thousand grain weight (TGW, g), and yield (kg ha⁻¹). Treatment 4 was found to be the most effective, providing 98.17% control for wheat leaf rust and ensuring higher productivity (4195.54 kg ha⁻¹), spike length (7.93 cm), and the greatest number of filled grains (47) per spike. These results indicate that the dose of 2.0 kg mancozeb ha⁻¹, combined with site-specific fungicides, not only provides satisfactory control of leaf rust but also increases the yield and productivity of TBIO Ello CL wheat.

Keywords: *Triticum aestivum* L; *Puccinia triticina*; mancozeb; AUDPC.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	10
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) tem sua importância relacionada com a cadeia de indústrias alimentícias, sendo utilizado na produção de farinhas, massas, pães biscoitos e bolos, mas também fazendo parte da composição de dietas para animais (SANTOS, 2021).

No Brasil, influenciado por boas condições de mercado e uma alta demanda, foi estimada uma produção de trigo de 9,5 milhões de toneladas, representando um aumento de 23,7% em comparação a safra 2021, que foi de aproximadamente 7,7 milhões de toneladas, aumento este relacionado com a área cultivada. Cerca de 8 milhões de toneladas está concentrada entre Rio Grande do Sul e Paraná, o que representa 87% da produção nacional de trigo (CONAB, 2022).

Entre os principais problemas enfrentados pela cultura, pode-se citar a interferência de fatores climáticos, uma vez que em condições favoráveis possuem a capacidade de manter altas produtividades, mas em condições desfavoráveis acarretam em grandes perdas de produtividade. Entretanto, o clima também contribui para o desenvolvimento de diversas doenças que possuem a capacidade de causar prejuízos à cultura (FOCHESATTO et al., 2020).

A ferrugem da folha do trigo, doença que tem capacidade de atingir níveis epidêmicos nas lavouras, incide em todas as safras da cultura na Região Sul, mesmo que em diferentes intensidades entre os anos. Trata-se de uma doença causada pelo fungo *Puccinia triticina* Eriks., um patógeno biotrófico, cuja disseminação ocorre principalmente pelo vento (THIESEN, 2019 e LAU et al., 2021).

Ao infectar a planta, o patógeno produz urédias com uredósporos de coloração marrom-alaranjada, formando pequenas elevações no tecido epitelial, que se rompem devido à pressão de esporos presentes em seu interior. Para que a doença se instale, é necessário um molhamento foliar de, no mínimo, três horas e temperatura entre 10 °C a 30 °C; entretanto, tais condições podem ser satisfeitas apenas com o orvalho. Os danos provocados pela ferrugem da folha são relativamente variados, uma vez que depende o estágio que a planta se encontra no momento de infecção. Dessa forma, quanto antes a doença ocorrer, maior poderá ser a perda em rendimento de grãos, chegando a até 50% (ALVES et al., 2015; LAU et al., 2021).

Entre as principais estratégias de controle de ferrugem da folha do trigo, destaca-se: *i*) a utilização de cultivares que possuem resistência de planta adulta, uma vez que esta

mantém o lento avanço da doença, sem causar uma perda significativa de produção; *ii*) a eliminação de plantas voluntárias na lavoura, quebrando a “ponte verde” entre as culturas, o que faz com que não se tenha a doença precocemente na lavoura; e *iii*) a utilização do controle químico, um método emergencial, e que apesar de ser fácil, rápido e eficaz, possui um custo mais elevado (MACIEL et al., 2020; LAU et al., 2021).

O uso do controle químico é o método mais difundido entre os triticultores, os quais geralmente optam por utilizar fungicidas sistêmicos, tais como os do grupo dos inibidores da quinona oxidase (QoIs – estrobilurinas), que provocam inibição da cadeia respiratória, no complexo enzimático III, impedindo a respiração do patógeno (PERREIRA et al., 2009). Outro grupo químico bastante utilizado é o dos inibidores de desmetilação (DMIs - triazóis) que causam redução na disponibilidade de ergosterol, um constituinte da membrana plasmática que, quando em falta, causa rompimento da mesma (GOULART, 2022).

Entretanto nos últimos anos, novos ingredientes ativos vêm ganhando o mercado de cereais de inverno, como é o caso dos inibidores da succinato desidrogenase (SDHIs - carboxamidas). Por serem em sua grande maioria moléculas sistêmicas, possuem ação protetora e curativa e atuam na inibição da respiração mitocondrial no complexo enzimático II, impedindo a respiração celular e, conseqüentemente, a síntese de ATP (RODRIGUES et al., 2014).

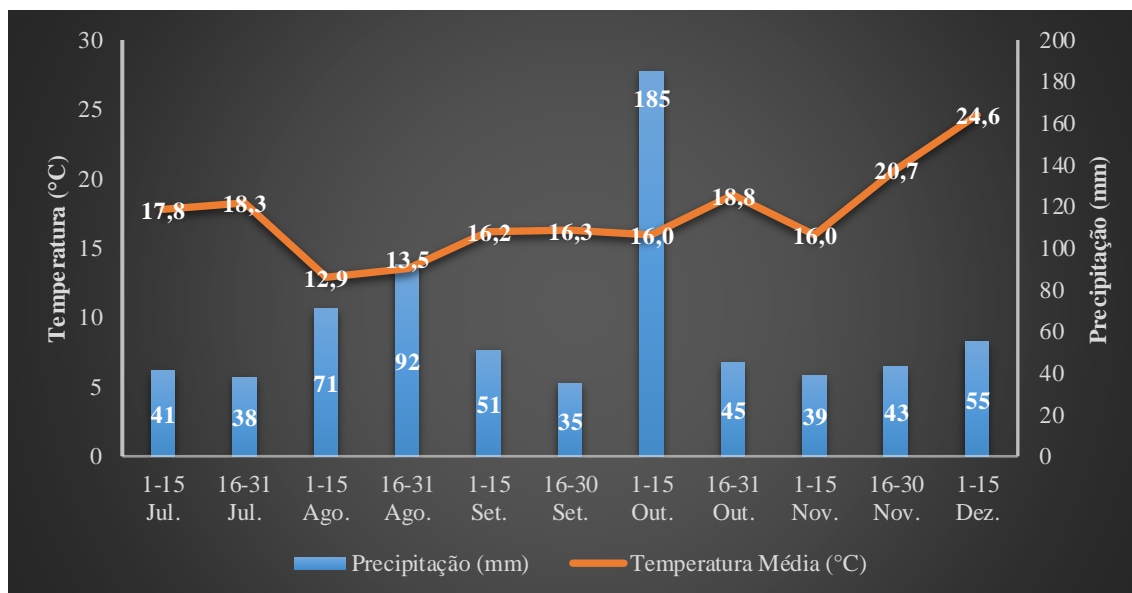
Outros fungicidas que vem se somando ao manejo da ferrugem da folha são os não sistêmicos com ação multissítio (mancozebe e clorotalonil). Esses fungicidas atuam nos patógenos de forma generalizada, em diferentes processos metabólicos vitais, tais como: permeabilidade de membranas, respiração celular e ação de enzimas, reduzindo sua agressividade e risco de insensibilidade aos fungicidas sistêmicos. Com isso, tais fungicidas ajudam a manter o potencial produtivo das culturas (SACON et al., 2019; ALMEIDA et al., 2020).

Diante do exposto, teve-se como objetivo com o presente trabalho, avaliar a eficiência de doses de fungicida multissítio em associação a sistêmicos (sítio específicos) no controle de ferrugem da folha em trigo e os efeitos sobre o rendimento da cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental e no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, durante a safra 2022. O solo do local onde o experimento foi implantado é classificado como um Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (*Oxisol*), unidade de mapeamento Erechim (EMBRAPA, 2018). A caracterização química do solo, coletado anteriormente a semeadura do experimento (profundidade de 0,00 – 0,10 m), indicou: pH: 5,1; matéria orgânica (MO): 3,1% (teor médio); P: 12,6 mg dm⁻³; K: 206,4 mg dm⁻³; Al: 0,3 cmol_c dm⁻³; Ca: 4,1 cmol_c dm⁻³; Mg: 2,0 cmol_c dm⁻³; e CTC: 12,9 cmol_c dm⁻³. De acordo com a classificação de Köppen, o clima no local é classificado como Cfa (clima temperado úmido com verão quente), o qual possui uma distribuição uniforme de chuvas no ano (CEMETRS, 2012). Na figura 1 consta a representação dos dados meteorológicos vigentes durante a condução do experimento, na safra 2022.

Figura 1 - Precipitação média (mm) e temperatura média (°C) do período entre 01/07/22 e 15/12/22, durante a condução do experimento. Erechim/RS.



Fonte: Inmet, 2022.

Para condução do experimento foi utilizada a cultivar TBIO Ello CL, o qual possui um ciclo médio, estatura média alta e resposta moderadamente resistente a resistente contra a ferrugem da folha. A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto, sendo a palhada presente formada por aveia preta e nabo forrageiro. A dessecação pré-

semeadura foi feita com o herbicida glifosato potássico ($620 \text{ g i.a. L}^{-1}$; $2,8 \text{ L ha}^{-1}$), seguindo orientações da bula.

O trigo foi semeado em 08 de julho de 2022, com semeadora de fluxo contínuo no espaçamento de 0,17 m entrelinhas e densidade de 69 sementes por metro linear, visando a obtenção de uma população final de 3.300.000 plantas por hectare. Na adubação de base utilizou-se 350 kg ha^{-1} do fertilizante mineral N-P-K, (fórmula 05-30-15), de acordo com a demanda de nutrientes expressada pela análise de solo. Posteriormente foram realizadas aplicações de uréia (45% N) em cobertura, nos estádios de perfilhamento e alongação, totalizando $120 \text{ kg de uréia ha}^{-1}$.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC), com 4 repetições e 6 tratamentos. As unidades experimentais possuíam 20 m^2 (dimensões: 4 m de largura e 5 m de comprimento). A testemunha (T1), não recebeu aplicação de fungicidas; T2 recebeu apenas aplicações de fungicidas sítio-específicos; e T3, T4, T5 e T6 foram compostos por uma combinação de fungicidas sítio-específicos e doses do multissítio mancozebe (Quadro 1).

As aplicações de fungicidas foram executadas com um pulverizador costal pressurizado a CO_2 , o qual possuía pontas do tipo leque 110:02, espaçamento entre pontas de 0,5 metros e vazão de 150 L ha^{-1} ; buscou-se fazer as aplicações a uma velocidade de 1 m s^{-1} , temperatura amena, umidade do ar elevada e velocidade do vento inferior a 10 km h^{-1} . O intervalo entre cada aplicação foi de 12 dias levando-se em conta o ambiente favorável ao desenvolvimento de ferrugem da folha (Quadro 1).

Outros tratos culturais relacionados ao controle de plantas daninhas e insetos praga foram padronizados para todos os tratamentos, conforme as indicações técnicas para a cultura do trigo e do triticale (JORIS et al., 2022).

As plantas daninhas que se desenvolveram no local referente ao experimento foram *Lolium multiflorum* e *Raphanus raphanistrum*. Para o controle destas foram utilizados os herbicidas piroxsulam (45 g i.a. L^{-1} ; 400 mL ha^{-1}), clodinafope-propargil ($240 \text{ g i.a. L}^{-1}$; 250 mL ha^{-1}) e metsulfurom metílico (600 g i.a. kg ; $6,6 \text{ g ha}^{-1}$).

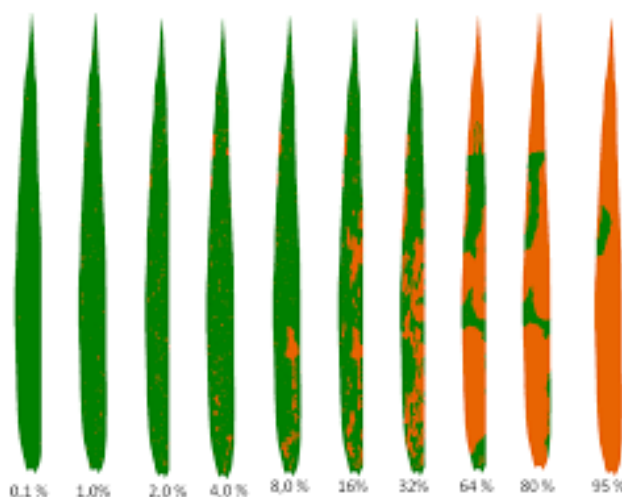
Com relação aos insetos praga que foram identificados no período, houve ocorrência de percevejo barriga verde (*Dichelops melacanthus*) e pulgão da aveia (*Rhopalosiphum graminum*). Para o controle, foram utilizados os inseticidas tiametoxam ($141 \text{ g i.a. L}^{-1}$; 150 mL ha^{-1}) + lambda-cialotrina ($106 \text{ mL i.a. L}^{-1}$; 150 mL ha^{-1}).

Quadro 1 - Programas de aplicação (tratamentos; Trat.) e respectivos posicionamentos dos fungicidas utilizados para o controle de ferrugem da folha em trigo, cv. TBIO Ello CL, conforme estádios fenológicos, datas de aplicação e dias após a semeadura (DAS), safra 2022. Erechim – RS.

Trat.	1º Aplicação – Elongação (20/09/2022; 74 DAS)	2º Aplicação – Emborrachamento (02/10/2022; 86 DAS)	3º Aplicação – Início florescimento (14/10/2022; 98 DAS)	4º Aplicação – Final florescimento (29/10/2022; 113 DAS)
T1	Testemunha – sem aplicação de fungicidas			
T2	fluxapiraxade + piraclostrobina (350 mL p.c. ha ⁻¹)	piraclostrobina + epoxiconazol (250 mL p.c. ha ⁻¹)	trifloxistrobina + tebuconazol (600 mL p.c. ha ⁻¹)	tiofanato-metílico (100 mL p.c. ha ⁻¹)
T3	fluxapiraxade + piraclostrobina (350 mL p.c. ha ⁻¹)	piraclostrobina + epoxiconazol (250 mL p.c. ha ⁻¹)	trifloxistrobina + tebuconazol (600 mL p.c. ha ⁻¹)	tiofanato-metílico (100 mL p.c. ha ⁻¹)
	<i>+ mancozebe (1,5 kg p.c. ha⁻¹)</i>			
T4	fluxapiraxade + piraclostrobina (350 mL p.c. ha ⁻¹)	piraclostrobina + epoxiconazol (250 mL p.c. ha ⁻¹)	trifloxistrobina + tebuconazol (600 mL p.c. ha ⁻¹)	tiofanato-metílico (100 mL p.c. ha ⁻¹)
	<i>+ mancozebe (2,0 kg p.c. ha⁻¹)</i>			
T5	fluxapiraxade + piraclostrobina (350 mL p.c. ha ⁻¹)	piraclostrobina + epoxiconazol (250 mL p.c. ha ⁻¹)	trifloxistrobina + tebuconazol (600 mL p.c. ha ⁻¹)	tiofanato-metílico (100 mL p.c. ha ⁻¹)
	<i>+ mancozebe (2,5 kg p.c. ha⁻¹)</i>			
T6	fluxapiraxade + piraclostrobina (350 mL p.c. ha ⁻¹)	piraclostrobina + epoxiconazol (250 mL p.c. ha ⁻¹)	trifloxistrobina + tebuconazol (600 mL p.c. ha ⁻¹)	tiofanato-metílico (100 mL p.c. ha ⁻¹)
	<i>+ mancozebe (3,0 kg p.c. ha⁻¹)</i>			

Com o desenvolvimento da cultura, foram realizadas avaliações da severidade de ferrugem da folha. Para tal, aleatoriamente, foram avaliadas 10 plantas na parte central da parcela. Essas avaliações foram conduzidas previamente as aplicações dos fungicidas, adotando-se como padrão de comparação a escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo (Figura 2), proposta por Alves et al. (2015).

Figura 2 - Escala diagramática para avaliação de severidade (%) de ferrugem da folha do trigo. Fonte: Alves et al. (2015).



Com os dados de severidade obtidos foi possível determinar a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para cada tratamento. Os valores de AACPD foram calculados conforme a equação composta por Campbell e Madden (1990), em que:

$$AACPD = \sum \left\{ \left[\left(\frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \right) \right] X(t_{i+1} - t_i) \right\}$$

Sendo: Y_i e Y_{i+1} : valores de duas leituras consecutivas de severidade; e t_i e t_{i+1} : datas das duas leituras.

Durante a fase de pré-colheita, foi avaliado o comprimento de espiga (cm) e o número de grãos cheios e chochos por espiga. Estas métricas foram determinadas pela coleta de 10 plantas de trigo na área útil central de cada parcela.

A colheita foi realizada em 02/12/2022, de forma manual e o trigo foi trilhado com o auxílio de uma trilhadora estacionária de parcelas. Cada parcela possuía uma área

útil correspondente a 4 m². Após serem trilhadas, as amostras foram identificadas e levadas até o Laboratório de Fitopatologia, onde foi determinado umidade, peso de hectolitro (PH) (kg hL⁻¹), peso de mil grãos (PMG, g) e produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

A determinação do PH foi efetuada com balança da marca Dalle Molle, modelo 40. Para o peso de mil grãos foram feitas contagens de 100 grãos em 8 amostras por parcela e posteriormente pesadas em balança analítica (BRASIL, 2009). Após essa etapa ser concluída, foi quantificada a produtividade. A umidade dos grãos foi ajustada para o 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F ($p \leq 0,05$) e, se significativos, realizou-se o teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para a comparação de médias. As análises foram realizadas com auxílio do *software* estatístico SISVAR versão 5.6 (FEREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a condução do experimento houve condições favoráveis para o desenvolvimento da doença, tanto pela presença de orvalho durante toda a noite e madrugada, comum no Sul do país na época em que a cultura estava instalada, quanto pelas chuvas frequentes. Para o desenvolvimento da ferrugem da folha são necessárias temperaturas na faixa de 2 a 30 °C, sendo 20 °C a temperatura ótima, assim como alta umidade relativa, que contribui para um molhamento foliar contínuo (THIESEN, 2019; STRAPASSON, et al. 2019.; LAU et al., 2021).

Entre os meses de julho e dezembro de 2022, durante a condução do referido trabalho, a precipitação acumulada foi igual a 695 mm e a temperatura média foi de 17,9 °C (Figura 1), condições estas que satisfizeram o que é preconizado como ideal para a ocorrência de sintomas mais severos da doença. Os valores de AACPD em T1 (Tabela 1) superaram em mais de 38 vezes o valor registrado em T2, justificando-se devido as condições meteorológicas do período e a entrada precoce da doença na cultura, sendo essa registrada ainda no início do perfilhamento, em 19/09/2022.

Constatou-se que nos tratamentos com aplicação de fungicidas os percentuais de controle ficaram acima de 97%, o que pode ser explicado tanto pela detecção precoce de ferrugem da folha, quanto pela aplicação na ocorrência dos primeiros sintomas da doença, diminuindo as complicações causadas pelo progresso da mesma (CUNHA JUNIOR, 2020).

Tabela 1 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e controle (%) de ferrugem da folha do trigo, cv. TBIO Ello CL, após a aplicação de fungicidas sítio-específicos combinados a doses de mancozebe (T1 - Testemunha; T2- programa sítio-específico; T3 - programa + 1,5 kg mancozebe ha⁻¹; T4 - programa + 2,0 kg mancozebe ha⁻¹; T5 - programa + 2,5 kg mancozebe ha⁻¹; T6 - programa + 3,0 kg mancozebe ha⁻¹), safra 2023.

Tratamento	AACPD	Controle (%)
T1	1921,27 a ¹	0,00 b
T2	49,95 b	97,40 a
T3	46,87 b	97,56 a
T4	35,20 b	98,17 a
T5	28,42 b	98,52 a
T6	24,00 b	98,72 a
Média geral	350,95	81,73
Média com mancozebe [†]	33,62	98,24
C.V. (%) [*]	15,29	1,27

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). [†] Considerado somente T3, T4, T5 e T6. ^{*} C.V. (%): coeficiente de variação.

Além disso, nestes tratamentos, a aplicação de fungicidas com misturas entre os grupos químicos estrobilurinas, carboxamidas e triazóis contribuiu para os bons resultados de controle de ferrugem da folha (ASSUNÇÃO; TORRES, 2013; ALMEIDA, 2020), associados a resposta de resistência que a cultivar TBIO ELLO CL possui para essa doença. O presente resultado reforça a importância da integração entre as medidas de controle químico e genético visando ferrugem da folha, pois estas medidas são determinantes para que se alcance um controle satisfatório, ou seja, acima de 80% (REIS et al., 2018) dessa doença, mesmo em condições favoráveis ao seu desenvolvimento (ASSUNÇÃO; TORRES, 2013).

Em relação aos valores médios de AACPD, considerando-se apenas os tratamentos que combinaram os fungicidas sítio-específicos e as doses de mancozebe (T3, T4, T5 e T6), houve diferença de 16,3 pontos destes tratamentos para o T2 (apenas programa sítio-específico). A média de controle com a adição de mancozebe (98,24%) superou a de T2 (sem adição) que foi de 97,40% (Tabela 1).

Outro aspecto evidenciado neste estudo é que a severidade da doença diminuiu conforme o aumento na dose do multissítio mancozebe (Tabela 1). Nesse sentido, denota-se uma redução sobre a AACPD de quase 52% entre T2, tratamento o qual só possuía fungicidas sítio-específicos, e T6, que combinava o sítio-específico com a maior dose de mancozebe ($3,0 \text{ kg ha}^{-1}$).

Entretanto, o resultado expressivo com relação a alta incidência de ferrugem da folha na testemunha indica que mesmo em cultivares resistentes, a doença avança, ainda que mais lentamente. A partir disso, pode-se entender que a resistência genética, sendo o método de fácil aquisição pelo produtor e o mais barato para o controle de ferrugem da folha do trigo, atualmente ainda possui limitações, pois para que se atinja um manejo que assegure rentabilidade ao produtor e seja eficiente, é necessário aliar este método ao controle químico, tendo isso como uma base para o manejo integrado da doença (TORMEN et al., 2013; THIESEN, 2019).

Além disso, torna-se evidente a importância da combinação do controle genético aliado ao controle químico, quando se põe em evidência a possibilidade da superação da resistência por parte das raças virulentas de *Puccinia triticina*, que tendem a quebrar a resistência da cultivar em um período próximo a cinco anos e, as quais, já tiveram êxito sobre a cultivar “BRS 194” (CHAVES et al., 2009).

Com relação aos componentes de rendimento comprimento de espiga, grãos cheios e grãos chochos por espiga não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Entretanto, em valores absolutos, nota-se que em T4 (programa sítio-específico + $2,0 \text{ kg mancozebe ha}^{-1}$) o comprimento de espiga e a quantidade de grãos cheios por espiga superou em 4% e 16%, respectivamente, os resultados obtidos no tratamento testemunha (T1).

As médias para as variáveis analisadas nos tratamentos com adição de mancozebe, independentemente da dose utilizada, superam os resultados da testemunha, sendo 7,69 cm (comprimento de espiga) e 42 grãos cheios/espiga (Tabela 2). Além disso, na variável grãos chochos/espiga, a média dos tratamentos com mancozebe foi menor (14) do que na testemunha (16). Resultados semelhantes aos observados no presente trabalho, com relação a tamanho de espiga, foram registrados por BONFADA (2015).

Tabela 2 - Comprimento de espiga (cm) e número de grãos cheios e chochos por espigas de trigo, cv. TBIO Ello CL, após a aplicação de fungicidas sítio-específicos combinados a doses de mancozebe (T1 - Testemunha; T2- programa sítio-específico; T3 - programa + 1,5 kg mancozebe ha⁻¹; T4 - programa + 2,0 kg mancozebe ha⁻¹; T5 - programa + 2,5 kg mancozebe ha⁻¹; T6 - programa + 3,0 kg mancozebe ha⁻¹), safra 2023.

Tratamento	Comprimento de espiga (cm)	Grãos cheios/espiga	Grãos chochos/espiga
T1	7,62 ^{ns}	41 ^{ns}	16 ^{ns}
T2	7,87	46	15
T3	7,62	42	13
T4	7,93	47	14
T5	7,85	42	16
T6	7,37	39	14
Média geral	7,72	43	15
Média com mancozebe [†]	7,69	42	14
C.V. (%) [*]	5,70	10,75	25,06

^{ns} Não significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). [†] Considerado somente T3, T4, T5 e T6. ^{*}C.V. (%): coeficiente de variação.

Na variável peso de mil grãos (PMG), houve diferença estatística somente entre os tratamentos e a testemunha - T1 (Tabela 3), o que representou mais de 14% de incremento. Isso relaciona-se com a sanidade das plantas de trigo verificada naqueles tratamentos em que foi realizada a aplicação de fungicidas, nas quais denota-se controle superior a 97% (Tabela 1). Quando comparado o peso de mil grãos de trigo obtido no presente trabalho com o do catálogo da cv. TBIO ELLO CL, constata-se que os resultados foram semelhantes, visto que a cultivar apresenta o PMG médio de 32 g (BIOTRIGO, 2023).

Quanto ao peso hectolitro (PH), verificou-se que nos tratamentos T2, T3, T4, T5 e T6, o valor foi acima de 78, o qual refere-se a um aumento médio de 16% em relação a testemunha (Tabela 2). Isso torna-se importante quando se leva em conta que o trigo é comercializado com um valor específico para as sacas de 60 kg, uma vez que os melhores preços são pagos para valores de PH entre 78 e 85, já que estes possuem a melhor

qualidade. Abaixo de PH 78 existem decréscimos em virtude do menor valor nutricional do trigo (FELDMANN, 2023).

Tabela 3 - Peso de mil grãos (PMG, g), peso do hectolitro (PH) e produtividade (kg ha⁻¹) de trigo, cv. TBIO Ello CL, após a aplicação de fungicidas sítio-específicos combinados a doses de mancozebe (T1 - Testemunha; T2- programa sítio-específico; T3 - programa + 1,5 kg mancozebe ha⁻¹; T4 - programa + 2,0 kg mancozebe ha⁻¹; T5 - programa + 2,5 kg mancozebe ha⁻¹; T6 - programa + 3,0 kg mancozebe ha⁻¹). Safra 2023.

Tratamento	PMG (g)	PH	Produtividade (kg ha ⁻¹)
T1	26,87 b ¹	75,46 b	3044,99 b
T2	31,69 a	79,77 a	3902,25 ab
T3	30,87 a	79,74 a	3756,88 ab
T4	31,48 a	79,68 a	4195,54 a
T5	30,98 a	79,20 a	3785,46 ab
T6	31,10 a	79,94 a	3851,00 ab
Média geral	30,50	78,96	3756,02
Média com mancozebe [†]	31,10	79,64	3897,22
C.V. (%) [*]	2,20	1,32	12,61

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). [†] Considerado somente T3, T4, T5 e T6. ^{*}C.V.(%): coeficiente de variação.

Analisando somente a média obtida nos tratamentos com doses de mancozebe (T3, T4, T5 e T6) para as variáveis PMG (g) e de PH, constatou-se incremento de 15,7% e 5,5%, respectivamente. Entretanto, essas médias não indicam superação quando comparadas ao resultado obtido em T2, ou seja, 31,69 g (para PMG) e 79,64 (para PH) (Tabela 2).

O peso de mil grãos e o peso de hectolitro são afetados tanto pelo ambiente, quanto pela presença de patógenos; logo, fica evidente os valores de PMG e PH serem próximos em todos os tratamentos que receberam aplicações de fungicidas (T2, T3, T4, T5, T6), denotando o melhor perfil sanitário das plantas de trigo, diferindo apenas da testemunha, sem fungicida, visto que esse tratamento teve a influência dos patógenos sobre a sanidade (FRANCESCHI *et al.*, 2009; GULART *et al.*, 2013). Resultados semelhantes a esses foram obtidos por Oliveira *et al.* (2013) e Sacon *et al.* (2019), que mesmo em condições

de severas infecções provocadas por *Puccinia triticina*, isso não foi um fator determinante para que ocorresse diferenciação entre os tratamentos para as variáveis PMG e PH.

O tratamento 4, contendo o programa fungicida sítio-específico somado a 2 kg de mancozebe ha^{-1} , obteve os melhores resultados de produtividade, apresentando incremento de 38% em relação a testemunha, o que equivale a 19 sc ha^{-1} . Além disso, quando comparado a T2, o qual recebeu apenas o programa sítio-específico, sem a adição de mancozebe, o mesmo teve um incremento de 7,5%, representando 4,8 sc ha^{-1} (Tabela 3). Isso torna nítido o reflexo da diminuição da severidade da doença nesse tratamento (Tabela 1).

O mancozebe, um fungicida protetor, atua tanto na redução de severidade, o qual contribui diretamente na produtividade da cultura, quanto em respostas fisiológicas na planta, mantendo as folhas verdes por um período maior e, conseqüentemente, aumentando o acúmulo de fotoassimilados e o enchimento dos grãos (BALDO, 2020).

A diferença de produtividade entre o tratamento contendo somente os fungicidas sítio-específicos (T2) e a média dos tratamentos contendo doses de mancozebe correspondeu a apenas 5 kg ha^{-1} (Tabela 3). Esta similaridade entre os tratamentos reforça o fato que a produtividade tem relação direta com a eficiência do controle da doença (SACON *et al.*, 2019), uma vez que o tratamento com fungicidas sítio-específico obteve um controle de 97,40% e a média entre os tratamentos com doses do multissítio foram de 98,24% (Tabela 1).

Neste trabalho, apesar dos tratamentos com o multissítio não terem superado aquele em que havia apenas o programa sítio-específico, para algumas variáveis resposta avaliadas (Tabelas 2 e 3), tal diferença foi reduzida. Deve-se considerar a importância da adição dos multissítios tendo em vista o melhor benefício em termos de controle de ferrugem da folha do trigo (Tabela 1) prevenindo, com isso, o surgimento de patótipos insensíveis aos fungicidas sítio-específicos atualmente disponibilizados no mercado para o controle químico dessa doença.

4 CONCLUSÃO

O aumento na dose do fungicida multissítio mancozebe melhora o controle de ferrugem da folha do trigo, para a cv. TBIO Ello CL.

O tratamento 6 (fungicida sítio-específico + 3,0 kg mancozebe ha⁻¹), assegura melhor controle da doença (98,72%) e PH (79,94), o que não se reflete para os demais componentes de rendimento avaliados nesse tratamento.

O programa de aplicação 4 (fungicida sítio-específico + 2,0 kg mancozebe ha⁻¹), proporciona 98,17% de controle de ferrugem da folha e a melhor produtividade (4195,54 kg ha⁻¹), comprimento de espiga (7,93 cm) e número de grãos cheios por espiga (47) e pode ser recomendado para o controle dessa doença em trigo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Luísa Rickes. DORNELES, Keilor Rosa. DALLAGNOL, Leandro José. **CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM DO TRIGO. XXIX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA.** 2020. Disponível em:
https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2020/CA_03582.pdf.
- ALVES, Gleina Costa Silva et al. Escala diagramática para quantificação da ferrugem da folha do trigo. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 1, p. 128-133, 2015.
- ASSUNÇÃO, Marlon; TORRES, Adalci Leite. Eficácia versus viabilidade econômica do controle químico e genético da ferrugem da folha em trigo. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1141-1146, 2013.
- BALDO, Vítor Augusto Carvalho. **Manejo da ferrugem asiática (Phakopsora pachyrhizi) com fungicidas sítio-específico associados a fungicidas multi-sítio.** 2020.
- BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** 2009. Regras para Análise de Sementes. Brasília: MAPA. 395p.
- BIOTRIGO GENÉTICA. **Portfólio Biotrigo.** 2023. Disponível em:
<https://biotrigo.com.br/cultivares/>. Acesso em 12 abr. 2023.
- BONFADA, Éverson Bilíbio. **Efeito do número de aplicações de fungicidas no controle de doenças e sobre componentes de rendimento do trigo.** 2015.
- CAMPBELL, C.L; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology 1st ed.** New York: Wiley-Blackwell, 1990. 560p.
- CEMETRS - Centro Estadual de Meteorologia. 2012. **Caracterização das condições climáticas, meteorológicas e da produção agrícola da região de Santa Rosa.** Nota Técnica n. 06. Porto Alegre, Brasil: Fepagro. p. 12.
- CHAVES, Márcia Soares et al. Superação da resistência qualitativa da cultivar de trigo "BRS 194" por uma nova raça de Puccinia triticina. **Ciência Rural**, v. 39, p. 228-231, 2009.
- CONAB. **Mercado impulsiona produção de trigo que atinge novo recorde com mais de 9 milhões de toneladas.** 2022. Disponível em:
<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4850-mercado-impulsiona-producao-de-trigo-que-atinge-novo-recorde-com-mais-de-9-milhoes-de-toneladas>.
- CUNHA JUNIOR, Wesley et al. **Detecção de ferrugem de folhas vegetais por meio de imagens aplicando redes neurais convolucionais.** 2020.
- EMBRAPA. 2018. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5.ed. Brasília: Embrapa Solos. 356p.

- FELDMANN, Neuri Antonio et al. QUALIDADE DE GRÃOS DE TRIGO. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 2, p. 188-212, 2023.
- FERREIRA, Daniel Furtado. **Sisvar**: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FOCHESATTO, Michele et al. APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS VISANDO O CONTROLE DE MANCHA AMARELA E FERRUGEM DA FOLHA EM TRIGO. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 2, p. 43-57, 2020.
- FRANCESCHI, Lucia de et al. Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1625-1632, 2009.
- GULART, Caroline Almeida et al. Espectro de gotas de pulverização e controle de doenças em duas cultivares de trigo. **Ciência Rural**, v. 43, p. 1747-1753, 2013.
- GOULART, Nádia et al. **TRIAZOIS ISOLADOS NO MANEJO DE FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA**. 2022.
- INMET. Instituto nacional de meteorologia. Agrometeorologia. **Precipitação Safra**, Erechim-RS, 2021.
- JORIS, Helio Antonio Wood. PENCKOWSKI, Luis Henrique. KUHNEM, Paulo. ROSA, Cunha Rosa. **Informações técnicas para trigo e triticale**. 2022. Disponível em: <https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/informacoes-tecnicas-para-trigo-e-triticale--safra-2022-1649081250.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- LAU, Douglas et al. Principais doenças do trigo no sul do Brasil: diagnóstico e manejo. Passo Fundo, RS, Embrapa Trigo. **Comunicado Técnico Online**, v. 375, 2020.
- MACIEL, JLN et al. **Doenças da cultura do trigo no Brasil**. 2020.
- OLIVEIRA, Gustavo Migliorini de et al. Controle da ferrugem da folha do trigo (*Puccinia triticina*) em diferentes momentos de aplicação de fungicida. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, p. 436-441, 2013.
- PARREIRA, Douglas Ferreira; NEVES, W. dos S.; ZAMBOLIM, Laércio. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica**, v. 3, n. 2, p. 24-34, 2009.
- REIS, Erlei Melo et al. 2018. **Cálculo da eficiência do controle da ferrugem da soja para igualar ao custo da aplicação terrestre de fungicida**. Disponível em: <https://maissoja.com.br/calculo-da-eficiencia-do-controle-da-ferrugem-da-soja-para-igualar-ao-custo-da-aplicacao-terrestre-de-fungicida/>. Acesso em: 25 de janeiro de 2023.
- RODRIGUES, Eduardo Freitas et al. **Controle da ferrugem asiática da soja por estrobilurinas isoladas ou em associação com triazóis/carboxamidas**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2014.

SACON, Deivid et al. **Association of multisite and site-specific fungicides in the control of *Puccinia triticina* and its effects on wheat yield.** Communications in Plant Sciences, v. 9, p. 88-92, 2019.

SANTOS, Elyoenay Gadyel dos. **Efeito residual do herbicida Flumioxazina, no desenvolvimento e produtividade do trigo (*Triticum aestivum*).** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia.

STRAPASSON, Milena et al. **Avaliação de ferrugem das folhas (*Puccinia triticina* erikss) em genótipos de triticales.** 2019.

THIESEN, Betina. **Modelo agrometeorológico para previsão da ferrugem da folha do trigo.** 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/3473>.

TORMEN, Nédio Rodrigo et al. Reação de cultivares de trigo à ferrugem da folha e mancha amarela e responsividade a fungicidas. **Ciência Rural**, v. 43, p. 239-246, 2013.