

Passo Fundo, RS / Julho, 2024

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo: Rede de Ensaios Cooperativos, safra 2023

Anderson Ferreira⁽¹⁾, Cheila Cristina Sbalcheiro⁽²⁾, Casiane Salete Tibola⁽¹⁾, Emerson Medeiros Del Ponte⁽³⁾, Monalisa Cristina De Cól⁽⁴⁾, Caroline Wesp Guterres⁽⁵⁾, Débora Fonseca Chagas⁽⁶⁾, Flávio Chupe Martins⁽⁷⁾ e Franklin Jackson Machado⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. ⁽²⁾ Analista, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. ⁽⁴⁾ Engenheira-agrônoma, mestre em Fitopatologia, estudante de doutorado da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. ⁽⁵⁾ Professora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. ⁽⁶⁾ Pesquisadora, G12Agro Pesquisa e Consultoria Agrônômica, Guarapuava, PR. ⁽⁷⁾ Pesquisador, Biotrigo Genética Ltda., Passo Fundo, RS.

Resumo – A giberela do trigo no Brasil é causada, principalmente, pelo fungo *Fusarium graminearum* (teleomorfo *Gibberella zeae*). É uma das mais importantes doenças fúngicas da cultura e pode causar contaminação por micotoxinas, principalmente deoxinivalenol (DON). O objetivo desse trabalho foi conduzir uma rede multirregional de ensaios cooperativos para avaliar diferentes fungicidas para o controle de giberela do trigo no Brasil. Foram conduzidos 11 ensaios na safra 2023 na região Sul do Brasil utilizando cultivares de trigo com diferentes reações de resistência/suscetibilidade a giberela. A utilização da mistura de tanque com os fungicidas metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico, nas condições dos experimentos, demonstrou ser um dos tratamentos mais eficientes para o controle da giberela em trigo, considerando os resultados na redução da incidência, do índice de doença e da concentração da micotoxina deoxinivalenol. No entanto, todos os demais fungicidas testados são viáveis no controle da doença.

Termos para indexação: *Triticum aestivum*, *Fusarium graminearum*, fungo biotrófico, controle químico.

Efficiency of Fungicides for Fusarium Head Blight Control in Wheat: Cooperative Trials Network, 2023 Crop Season

Abstract – Fusarium head blight (FHB), or giberela, is a prominent fungal disease affecting wheat cultivation in Brazil, primarily caused by *Fusarium graminearum* (teleomorph *Gibberella zeae*). This disease ranks among the most significant fungal threats to wheat crops and can lead to mycotoxin contamination, particularly deoxynivalenol (DON). The aim of this study was to conduct a multiregional network of cooperative trials to assess various fungicides for FHB control in Brazilian wheat. Eleven trials were conducted during the 2023 harvest season in the Southern region of Brazil, using wheat cultivars with different levels of resistance/susceptibility to FHB. The application of fungicides containing metominostrobin + tebuconazole and

Embrapa Trigo
Rodovia BR-285, km 294
Caixa Postal 78
99022-100 Passo Fundo, RS
www.embrapa.br/trigo
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Leila Maria Costamilan

Secretária

Marialba Osorski dos Santos

Membros

Alberto Luiz Marsaro Júnior,
Eliana Maria Guarienti, João
Leodato Nunes Maciel, João
Leonardo Fernandes Pires,
Joaquim Soares Sobrinho, Jorge
Alberto de Gouvêa, Martha
Zavariz de Miranda e Sirio
Wiethölter

Normalização bibliográfica

Graciela Olivella Oliveira
(CRB-10/1434)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Publicação digital: PDF

Todos os direitos
reservados à Embrapa.

methyl thiophanate emerged as one of the most effective treatments for FHB control in wheat under experimental conditions. These treatments exhibited significant reductions in FHB incidence, disease severity index, and deoxynivalenol concentration. However, all other fungicides tested are viable in controlling the disease.

Index terms: *Triticum aestivum*, *Fusarium graminearum*, biotrophic fungus, chemical control.

Introdução

No Brasil, a giberela do trigo é causada, principalmente, pelo fungo *Fusarium graminearum* (teleomorfo *Gibberella zeae*) (Del Ponte et al., 2015). A giberela é uma das mais importantes doenças fúngicas da cultura, ocasionando redução expressiva na produtividade e na qualidade dos grãos (Lau et al., 2020; Duffeck et al., 2020). Além disso, a contaminação por micotoxinas, principalmente deoxinivalenol (DON), pode desvalorizar o produto devido à rejeição pelo mercado moageiro e pela indústria de proteína animal. A ocorrência de micotoxinas em trigo é comum no Brasil, principalmente em anos de condições climáticas favoráveis à giberela. No entanto, para minimizar esses efeitos, diferentes estratégias são adotadas para atender à legislação nacional e aos limites máximos tolerados (Del Ponte et al., 2012; Tibola; Fernandes, 2020).

A dificuldade no controle da doença, associada à existência de poucas cultivares com resistência genética aceitável, as quais, em anos favoráveis às epidemias, não apresentam resultado satisfatório, faz da giberela um dos principais gargalos para a cultura do trigo na Região Sul do Brasil. Avanços em pesquisas sobre métodos de controle, tais como produtos químicos mais efetivos, aprimoramento da tecnologia de aplicação, manejo cultural e cultivares resistentes, são fundamentais para minimizar os danos à cultura (Lau et al., 2020). Dentre essas técnicas, o uso de fungicidas tem sido amplamente utilizado pelos tricultores. No entanto, a eficiência tem sido variável entre princípios ativos e entre anos, promovendo controle parcial da giberela e da contaminação com micotoxinas (Machado et al., 2017; Feksa et al., 2019; Barro et al., 2021).

A Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo reúne diversas instituições de pesquisa e empresas de agroquímicos desde 2011, com o objetivo de avaliar a performance de produtos no controle da giberela e de micotoxinas em escala de campo, sob infecção natural, em diferentes regiões produtoras de trigo no Brasil, em cada safra (Ferreira et al., 2023).

Este documento relata os resultados obtidos nesses ensaios para o controle de giberela de trigo com uso de fungicidas, na safra de 2023.

Os resultados do estudo estão alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 e 12 da ONU, pois permitem a escolha de fungicidas mais eficientes no controle de giberela do trigo e a diminuição das perdas nas colheitas decorrentes dessa doença. Além disso, possibilitam preservar a renda do produtor e o potencial produtivo das lavouras, com possível redução da contaminação dos grãos de trigo por micotoxinas, ocasionada pela colonização de espigas pelo patógeno.

Material e métodos

Na safra de 2023 foram conduzidos 11 ensaios, em dez locais, distribuídos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Figura 1), com datas de semeadura variando ao longo dos meses de maio a julho, utilizando cultivares com diferentes níveis de reação à giberela e adaptadas às regiões do ensaio (Tabela 1).

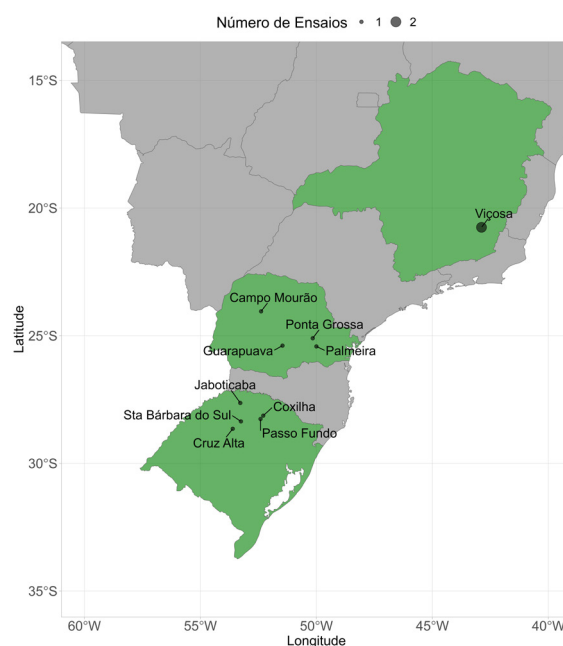


Figura 1. Localização geográfica dos dez municípios onde a Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo foi instalada, para a avaliação da eficiência de fungicidas no controle de giberela, na safra 2023.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições para cada tratamento, e área total mínima da parcela experimental de 12 m², com espaçamento entre as linhas de semeadura de 0,17 m e densidade de semeadura de 300 a 350 sementes viáveis/m². Dependendo da necessidade, de acordo com as estratégias de manejo

de cada local, as sementes foram tratadas com imidacloprido + tiodicarbe (300 mL 100 kg⁻¹ semente) e triadimenol (250 mL 100 kg⁻¹ semente) antes da semeadura. O controle de doenças foliares foi

realizado com aplicação de fungicidas, inclusive no tratamento controle negativo, conforme necessidade, seguindo as orientações das Informações Técnicas para Trigo e Triticale, safra 2022 (Reunião..., 2022).

Tabela 1. Informações sobre os experimentos conduzidos na Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo para controle de giberela, safra 2023.

Ensaio	Instituição executora do ensaio ⁽¹⁾	Município/Estado	Data de semeadura (2023)	Cultivar	Reação à giberela ⁽²⁾
E1	UFV	Viçosa, MG	3/5	BRS 264	S
E2	UFV	Viçosa, MG	3/5	BRS 404	S
E3	AgroEnsaio	Campo Mourão, PR	18/5	TBIO Toruk	S/MS
E4	G12Agro	Guarapuava, PR	20/6	BRS Atobá	MR
E5	EEACG	Palmeira, PR	14/6	TBIO Ponteiro	MS/MR
E6	3M	Ponta Grossa, PR	12/6	BRS Belajoia	MS
E7	CCGL	Cruz Alta, RS	13/6	TBIO Toruk	S/MS
E8	Agronômica	Jaboticaba, RS	21/6	BRS Belajoia	MS
E9	Embrapa Trigo	Coxilha, RS	18/7	BRS Belajoia	MS
E10	Biotrigo	Passo Fundo, RS	3/7	TBIO Toruk	S/MS
E11	3tentos	Santa Bárbara do Sul, RS	20/6	TBIO Calibre	MS

⁽¹⁾ UFV: Universidade Federal de Viçosa; AgroEnsaio: Pesquisa e Consultoria Agronômica; G12Agro: Pesquisa e Consultoria Agronômica; EEACG: Estação Experimental Agrícola Campos Gerais; 3M Experimentação Agrícola; CCGL: Cooperativa Central Gaúcha Ltda.; Agronômica: Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário; Biotrigo Genética; 3tentos Agroindustrial S.A.

⁽²⁾ S = Suscetível; MS = Moderadamente suscetível; MR = Moderadamente resistente; S/MS = Suscetível/Moderadamente suscetível; MS/MR = Moderadamente suscetível/Moderadamente resistente.

Nos ensaios, foram utilizados tratamentos com fungicidas de diferentes grupos químicos, isolados ou em misturas formuladas (Tabela 2). Além desses, o experimento contou com um controle negativo (que recebeu aplicações apenas para controle de

manchas foliares, até o florescimento, e não recebeu aplicação de fungicida para a doença alvo) e um controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol:) utilizado como tratamento comparativo de eficiência entre os fungicidas.

Tabela 2. Tratamentos utilizados nos experimentos da Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo para controle da giberela, na safra 2023.

Tratamento	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose i.a. (g ha ⁻¹)	Produto comercial (p.c.) – fabricante	Dose p.c. (mL ha ⁻¹ ou g ha ⁻¹)
T1	Controle negativo ⁽¹⁾	–	–	–
T2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	75,0 + 150,0	Nativo ⁽²⁾ – Bayer	750
T3	Piraclostrobina + metconazol	97,5 + 60,0	Opera Ultra ⁽³⁾ – Basf	750
T4	Fluxapiroxade + protriocanazol	60,0 + 84,0	Blavity ⁽³⁾ – Basf	300
T5	Trifloxistrobina + protriocanazol + bixafen	75,0 + 87,5 + 62,5	Fox Xpro ⁽²⁾ – Bayer	500
T6	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	79,8 + 119,6 e 787,5	Fusão ⁽⁴⁾ e Cercobin ^(5, 6) – Ihara	725 e 900

⁽¹⁾ Testemunha com controle apenas de manchas foliares até o florescimento (quando necessário), sem aplicação de fungicida para controle de giberela.

⁽²⁾ Adicionado de adjuvante Áureo 0,25% v/v.

⁽³⁾ Adicionado de adjuvante Mees 0,5L/ha.

⁽⁴⁾ Produto com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação, não registrado para o alvo.

⁽⁵⁾ Adicionado de adjuvante Iharol Gold 0,25% v/v.

⁽⁶⁾ Mistura de tanque.

Foram realizadas três aplicações sequenciais dos fungicidas nos períodos da floração e de enchimento de grãos, sendo a primeira no início da floração (25% a 50%), e as demais em intervalos de 7 a 12 dias. As aplicações foram realizadas com pulverizador de precisão, com pressão constante, ponta 110:02 duplo leque sem indução de ar e vazão de 200 L ha⁻¹. Tratamentos com produtos com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação foram realizados apenas nas empresas credenciadas junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa).

Quando as plantas atingiram a fase de “grãos em massa mole”, estágio 85 da escala de Zadoks et al. (1974), as espigas foram colhidas em 1 metro linear de cada uma das três linhas de semeadura centrais da parcela, totalizando 3 metros totais de linha para avaliação da giberela. Das espigas colhidas, foram selecionadas, ao acaso, 100 espigas. Cada espiga foi analisada visualmente e classificada como sintomática (pelo menos uma espigueta com sintoma da doença) ou assintomática; a incidência da doença foi avaliada com base no percentual de espigas sintomáticas. Cada espiga sintomática foi avaliada quanto à severidade, estimada visualmente, seguindo a escala descrita por Stack e McMullen (1995). O índice de doença foi obtido pela equação:

$$ID = (S \times I)/100$$

em que

ID = Índice de doença.

S = Severidade.

I = Incidência.

O rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de cada parcela foi estimado, com ajuste a 13% de umidade, sendo a área mínima de colheita de 4 m², amostrada no centro de cada parcela ao final do ciclo da cultura, e o peso do hectolitro (PH) de cada parcela foi determinado. Após a avaliação de rendimento de grãos, as amostras foram submetidas à análise da micotoxina DON no Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Trigo, pelo kit AgraQuant® Deoxynivalenol 0.25/5.0 ELISA, da Romer Labs, em subamostras de 300 g de grãos por parcela.

Para análise estatística, um modelo linear misto foi ajustado aos dados, sendo os tratamentos considerados como efeito fixo e os locais e blocos, como efeitos aleatórios. Para avaliar a adequação do modelo, foram verificados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, sendo que transformações (conforme indicado nas tabelas) foram realizadas nos dados quando esses pressupostos não foram atendidos. A fim de comparar as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste de Tukey, com

nível de significância de 5%. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2024).

Resultados

Avaliação do controle negativo: sintomas de giberela foram observados nas parcelas do controle negativo, com infecção natural da doença, em todos os ensaios conduzidos na safra 2023 (Tabela 3). A média da incidência de giberela foi de 82,5% (variando de 31,5% a 100%). A média de severidade foi de 37,0% (entre 3,8% e 65,7%) e a média do índice de doença foi de 32,2% (variando entre 1,2% e 66,5%). Já a média de PH foi de 58,2 kg hL⁻¹ (entre 47,0 kg hL⁻¹ e 71,0 kg hL⁻¹) e a média de rendimento médio foi de 2.066 kg ha⁻¹ (variando entre 714 kg ha⁻¹ e 3.331 kg ha⁻¹). A média de concentração de DON foi de 2.909 ppb (com valores variando entre 236 ppb e 7.718 ppb).

Os índices de doença (ID) foram superiores à média geral de todos os ensaios em Viçosa, Coxilha, Passo Fundo e Santa Bárbara do Sul. Em contraste, ID abaixo de 5% foi verificado em Palmeira. Embora a incidência tenha sido alta na maioria dos municípios, a severidade foi baixa em alguns deles, resultando em um ID baixo. Por exemplo, no município de Campo Mourão, PR, a incidência foi de 100%, mas a severidade foi de apenas 14,5%, resultando em um ID de 14,5. Além disso, os grãos nesse local apresentaram a menor concentração de DON, com 236 ppb, em comparação com os grãos produzidos nos demais locais. Também é importante destacar que maiores IDs nem sempre se traduziram em maiores níveis de micotoxina DON nos grãos. Isso se deve às condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do fungo durante a maturação dos grãos, a partir do estágio 91 (Zadoks et al., 1974), que podem impactar a produção de DON, mesmo com menor severidade durante a fase de grãos em massa mole, estágio 85 da escala de Zadoks, quando a avaliação da doença foi realizada.

Eficiência dos fungicidas: os resultados da análise mostraram que a aplicação de fungicidas foi efetiva na redução da incidência de giberela, independentemente do fungicida utilizado (Figura 2A, Tabela 4). Em parcelas não tratadas com fungicidas (T1 – controle negativo), a incidência média da doença pelo modelo foi de 76,9%, valor significativamente maior do que o observado nas parcelas tratadas. As médias de incidência com a aplicação de fungicidas variaram de 50,7% (T6 – metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico) a 59,6%

(T2 – trifloxistrobina + tebuconazol). A eficiência dos fungicidas, medida como a porcentagem de redução em relação ao controle negativo, variou de 25,5% a 34,7%. Apenas o T6 (metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico) mostrou eficiência no controle de giberela superior ao controle positivo. A média de eficiência de controle dos fungicidas, excluindo o controle positivo e negativo, foi de 32,5%.

A média da severidade variou de 24,6% (controle negativo) a 9,1% (metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico) (Figura 2B, Tabela 5). Todos os tratamentos com fungicidas apresentaram severidade inferior ao controle negativo. Apenas o tratamento com metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico apresentou controle significativamente maior da severidade em comparação ao controle positivo, enquanto os demais tratamentos com fungicidas não apresentaram diferença significativa.

Em relação ao índice de doença (ID) (Figura 2C, Tabela 6), o controle negativo apresentou o maior valor (18,9%). Os tratamentos T4 (fluxapiroxade + prothioconazol), T5 (trifloxistrobina + prothioconazol + bixafen) e T6 (metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico) exibiram os menores valores de ID quando comparados com T2 (trifloxistrobina + tebuconazol). A eficiência de controle dos fungicidas com base no ID variou de 59,3% a 75,7%.

As estimativas do rendimento médio de grãos de trigo variaram de 2.055 kg ha⁻¹ (T1 – controle

negativo) a 2.974 kg ha⁻¹ (T6 - metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico) (Figura 2D, Tabela 7). A utilização de fungicidas resultou em diferenças no rendimento do trigo que variaram de 473 kg ha⁻¹ a 919 kg ha⁻¹ em relação ao controle negativo. Os tratamentos com fungicidas contendo piraclostrobina + metconazol (T3), fluxapiroxade + prothioconazol (T4) e metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico (T6) apresentaram rendimentos superiores ao controle positivo, porém não apresentaram diferenças estatísticas em relação ao fungicida que utilizava trifloxistrobina + prothioconazol + bixafen (T5).

Referente ao peso do hectolitro (PH), os valores variaram de 58,2 kg hL⁻¹ a 68,4 kg hL⁻¹ (Figura 2E, Tabela 8). Todos os tratamentos com fungicidas resultaram em grãos com PH superior ao do controle negativo. Entre os tratamentos com fungicidas, apenas metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico (T6) foi superior ao controle positivo (T2), mas equivalente aos demais tratamentos com fungicida.

A aplicação de fungicida resultou em redução significativa dos níveis da micotoxina DON (Figura 2F, Tabela 9). Em média, os níveis variaram de 2.546 ppb (T1 – controle negativo) a 1.213 ppb (T3 - piraclostrobina + metconazol). O tratamento T3 apresentou níveis de DON menores que T4; no entanto, não se diferenciou significativamente dos demais tratamentos com fungicida. A eficiência de controle da micotoxina DON variou de 32,9% a 52,4%.

Tabela 3. Incidência, severidade e índice de giberela em espigas de trigo e rendimento de grãos e peso do hectolitro de grãos do controle negativo em ensaios de campo para avaliação de fungicidas conduzidos no âmbito Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2023.

Ensaio	Município/Estado	Incidência ⁽¹⁾ (%)	Severidade ⁽²⁾ (%)	Índice de doença ⁽³⁾ (%)	PH ⁽⁴⁾ (kg hL ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	DON ⁽⁵⁾ (ppb)
E1	Viçosa, MG	83,0	58,7	48,7	56,0	1.713	260
E2	Viçosa, MG	85,5	50,0	42,7	58,8	2.858	440
E3	Campo Mourão, PR	100,0	14,5	14,5	60,5	1.962	236
E4	Guarapuava, PR	77,5	21,8	16,9	49,5	714	6.118
E5	Palmeira, PR	31,5	3,8	1,2	48,8	754	3.308
E6	Ponta Grossa, PR	59,3	50,0	29,6	47,0	3.331	4.043
E7	Cruz Alta, RS	97,0	21,2	20,6	67,8	2.317	3.599
E8	Jaboticaba, RS	82,5	13,6	11,2	62,9	1.813	1.906
E9	Coxilha, RS	98,0	46,5	45,6	71,0	2.262	1.642
E10	Passo Fundo, RS	99,8	65,7	66,5	— ⁽⁶⁾	2.781	7.718
E11	Santa Bárbara do Sul, RS	93,8	61,3	57,5	60,1	2.221	2.734
Média aritmética geral		82,5	37,0	32,2	58,2	2.066	2.909

⁽¹⁾ Incidência: porcentagem de espigas sintomáticas.

⁽²⁾ Severidade: porcentagem de doença em espigas sintomáticas.

⁽³⁾ Índice de doença: calculado pela fórmula incidência × severidade/100.

⁽⁴⁾ PH: peso do hectolitro.

⁽⁵⁾ DON: micotoxina deoxinivalenol.

⁽⁶⁾ Dado perdido.

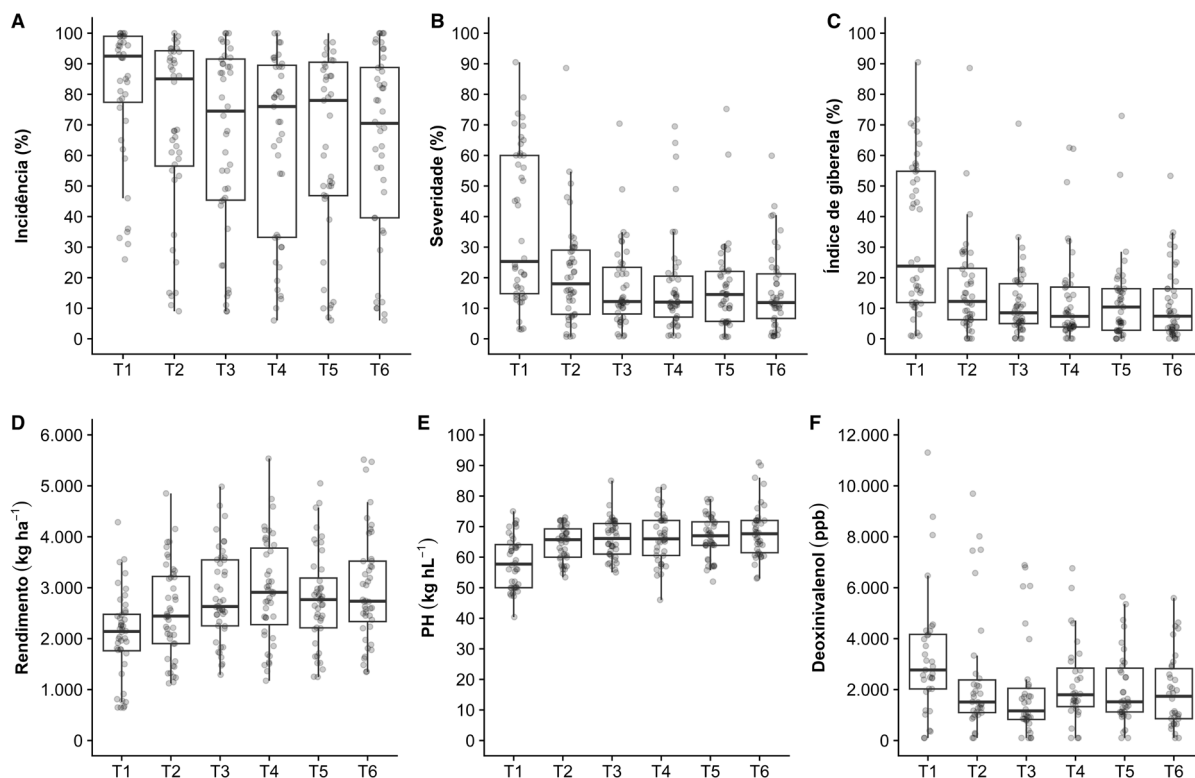


Figura 2. Diagramas “boxplot” e distribuição de valores observados (círculos) para as variáveis associadas às avaliações realizadas em espigas de trigo: (A) incidência, (B) severidade, (C) índice de giberela, (D) rendimento de grãos, (E) peso do hectolitro (PH) e (F) micotoxina deoxinivalenol, em função da aplicação de fungicidas (T2 a T6), além de um tratamento sem aplicação (T1), avaliados nos ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, na safra 2023. Os tratamentos com fungicidas foram: (T2) trifloxistrobina + tebuconazol, (T3) piraclostrobina + metconazol, (T4) fluxapiróxade + protioconazol, (T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafen, e (T6) metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico.

Tabela 4. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle para incidência de giberela em trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados dos 11 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2023.

Tratamento	Ingrediente ativo	Incidência de giberela em trigo (%)			Eficiência ⁽³⁾ (%)
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	
T1	Controle negativo	76,9 c	46,3,	100,0	–
T2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	59,6 b	35,9	99,1	25,5
T3	Piraclostrobina + metconazol	53,8 ab	32,4	89,5	30,0
T4	Fluxapiróxade + protioconazol	52,4 ab	31,5	87,1	31,9
T5	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	51,2 ab	30,8	85,1	33,4
T6	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	50,7 a	30,5	84,3	34,7
CV (%)		25,1			

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. A análise de variância e o teste de comparação de médias foi realizado com os dados originais da variável “incidência de giberela nas espigas” transformados em log(x).

⁽²⁾ Limite do intervalo de confiança (IC) a 95% de probabilidade.

⁽³⁾ Redução percentual do valor da variável no tratamento com fungicida em relação ao tratamento sem aplicação de fungicida (controle negativo).

Tabela 5. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle para severidade de giberela em trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados dos 11 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2023.

Tratamento	Ingrediente ativo	Severidade de giberela em trigo (%)			Eficiência ⁽³⁾ (%)
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	
T1	Controle negativo	24,6 c	11,9	50,9	–
T2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	12,9 b	6,2	26,7	47,6
T3	Piraclostrobina + metconazol	10,8 ab	5,2	22,3	56,1
T4	Fluxapiroxade + protioconazol	10,4 ab	5,0	21,5	57,7
T5	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	10,2 ab	4,9	21,1	58,5
T6	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	9,1 a	4,4	18,8	63,0
CV (%)		39,2			–

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. A análise de variância e o teste de comparação de médias foi realizado com os dados originais da variável "severidade de giberela em espigas" transformados em log(x).

⁽²⁾ Limite do intervalo de confiança (IC) a 95% de probabilidade.

⁽³⁾ Redução percentual do valor da variável no tratamento com fungicida em relação ao tratamento sem aplicação de fungicida (controle negativo).

Tabela 6. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle de índice de doença em trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados dos 11 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2023.

Tratamento	Ingrediente ativo	Índice de giberela em trigo (%)			Eficiência ⁽³⁾ (%)
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	
T1	Controle negativo	18,9 c	6,2	57,4	–
T2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	7,7 b	2,5	23,4	59,3
T3	Piraclostrobina + metconazol	5,8 ab	1,9	17,6	69,3
T4	Fluxapiroxade + protioconazol	5,5 a	1,8	16,5	70,9
T5	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	5,2 a	1,7	15,8	72,5
T6	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	4,6 a	1,5	14,0	75,7
CV (%)		56,5			–

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. A análise de variância e o teste de comparação de médias foi realizado com os dados originais da variável "índice de giberela em espigas" transformados em log(x).

⁽²⁾ Limite do intervalo de confiança (IC) a 95% de probabilidade.

⁽³⁾ Redução percentual do valor da variável no tratamento com fungicida em relação ao tratamento sem aplicação de fungicida (controle negativo).

Tabela 7. Médias, agrupamento intervalos de confiança e diferença relativa para rendimento de grãos de trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados dos 11 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2023.

Tratamento	Ingrediente ativo	Rendimento de grãos de trigo (kg ha ⁻¹)			
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	Diferença ⁽³⁾
T1	Controle negativo	2.055 c	1.412	2.698	–
T2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	2.528 b	1.885	3.171	473
T3	Piraclostrobina + metconazol	2.827 a	2.184	3.470	772
T4	Fluxapiraxade + prothioconazol	2.932 a	2.289	3.575	877
T5	Trifloxistrobina + prothioconazol + bixafen	2.775 ab	2.132	3.418	720
T6	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	2.974 a	2.372	3.617	919
CV (%)		15,7			

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. A análise de variância e o teste de comparação de médias foi realizado com os dados originais da variável “rendimento de grãos”.

⁽²⁾ Limite do intervalo de confiança (IC) a 95% de probabilidade.

⁽³⁾ Diferença média entre o valor da variável no tratamento com fungicida em relação ao tratamento sem aplicação de fungicida (controle negativo).

Tabela 8. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e diferença relativa para peso do hectolitro de grãos de trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados de 11 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2023.

Tratamento	Ingrediente ativo	Peso do hectolitro de grãos de trigo (kg hL ⁻¹)			
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	Diferença ⁽³⁾
T1	Controle negativo	58,2 c	53,2	63,3	–
T2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	64,5 b	59,4	69,5	6,3
T3	Piraclostrobina + metconazol	62,2 ab	61,1	71,2	4,0
T4	Fluxapiraxade + prothioconazol	66,4 ab	61,3	71,5	8,2
T5	Trifloxistrobina + prothioconazol + bixafen	66,6 ab	61,6	71,7	8,4
T6	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	68,4 a	63,3	73,4	10,2
CV (%)		7,1			

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. A análise de variância e o teste de comparação de médias foi realizado com os dados originais da variável “peso do hectolitro dos grãos”.

⁽²⁾ Limite do intervalo de confiança (IC) a 95% de probabilidade.

⁽³⁾ Diferença média entre o valor da variável no tratamento com fungicida em relação ao tratamento sem aplicação de fungicida (controle negativo).

Tabela 9. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle para deoxinivalenol (DON), estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados de 11 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2023.

Tratamento	Ingrediente ativo	Deoxinivalenol em grãos de trigo (ppb)			Eficiência ⁽³⁾ (%)
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	
T1	Controle negativo	2.546 c	1.134	5.719	–
T2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	1.592 ab	709	3.575	37,5
T3	Piraclostrobina + metconazol	1.213 a	540	2.724	52,4
T4	Fluxapiroxade + protriocanazol	1.707 b	760	3.834	32,9
T5	Trifloxistrobina + protriocanazol + bixafen	1.554 ab	692	3.488	38,9
T6	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	1.451 ab	646	3.259	43,0
CV (%)		41,0			

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. A análise de variância e o teste de comparação de médias foi realizado com os dados originais da variável “concentração de deoxinivalenol nos grãos” transformados em log(x).

⁽²⁾ Limite do intervalo de confiança (IC) a 95% de probabilidade.

⁽³⁾ Redução percentual do valor da variável no tratamento com fungicida em relação ao tratamento sem aplicação de fungicida (controle negativo).

Conclusões

A utilização de fungicidas à base de metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico, com três aplicações sequenciais, demonstrou ser um dos tratamentos mais eficientes para o controle da giberela em trigo, considerando os resultados na redução da incidência, do índice de doença e da concentração da micotoxina deoxinivalenol, além da preservação do potencial de produtividade de grãos, em comparação à testemunha sem aplicação. No entanto, os demais fungicidas avaliados na safra 2023 também são alternativas viáveis a serem consideradas no controle de giberela do trigo.

Os resultados aqui demonstrados servem para um comparativo dos produtos disponíveis para os produtores. Os protocolos dos ensaios determinam aplicações sequenciais do mesmo produto para comparação dos fungicidas, o que não se configura como uma recomendação para controle.

Agradecimentos

A Alexandre Antônio Costa, da AgroEnsaio – Pesquisa e Consultoria Agrônômica; Wilson Story Venâncio, da EEACG – Estação Experimental Agrícola Campos Gerais; Marina Senger, da 3M Experimentação Agrícola; Carlos Augusto Pizolotto, da CCGL – Cooperativa Central Gaúcha Ltda.; e Gabriele Casarotto, da 3tentos Agroindustrial S.A.

Referências

- BARRO, J. P.; SANTANA, F. M.; DUFFECK, M. R.; MACHADO, F. J.; LAU, D.; SBALCHEIRO, C. C.; SCHIPANSKI, C. A.; CHAGAS, D. F.; VENANCIO, W. S.; DALLAGNOL, L. J.; GUTERRES, C. W. Are demethylation inhibitor plus quinone outside inhibitor fungicide premixes during flowering worthwhile for Fusarium head blight control in wheat? A meta-analysis. **Plant Disease**, v. 105, n. 9, p. 2680-2687, Sept. 2021.
- DEL PONTE, E. M.; GARDA-BUFFON, J.; BADIALE-FURLONG, E. Deoxynivalenol and nivalenol in commercial wheat grain related to Fusarium head blight epidemics in southern Brazil. **Food Chemistry**, v. 132, n. 2, p. 1087-1091, May 2012.
- DEL PONTE, E. M.; SPOLTI, P.; WARD, T. J.; GOMES, L. B.; NICOLLI, C. P.; KUHNEM, P. R.; SILVA, C. N.; TESSMANN, D. J. Regional and field-specific factors affect the composition of Fusarium head blight pathogens in subtropical no-till wheat agroecosystem of Brazil. **Phytopathology**, v. 105, n. 2, p. 246-254, Feb. 2015.
- DUFFECK, M. R.; ALVES, K. dos S.; MACHADO, F. J.; ESKER, P. D.; DEL PONTE, E. M. Modeling yield losses and fungicide profitability for managing Fusarium head blight in Brazilian spring wheat. **Phytopathology**, v. 110, n. 2, p. 370-378, Feb. 2020.
- FEKSA, H. R.; COUTO, H. T. Z. do; GAROZI, R.; ALMEIDA, J. L. de; GARDIANO, C. G.; TESSMANN, D. J. Pre-and postinfection application of strobilurin-triazole premixes and single fungicides for control of fusarium

head blight and deoxynivalenol mycotoxin in wheat. **Crop Protection**, v. 117, p. 128-134, mar. 2019.

FERREIRA, A.; SBALCHEIRO, C. C.; SANTANA, F. M.; DEL PONTE, E. M.; SENGHER, M.; GUTERRES, C. W.; PIZOLOTTO, C.; VENANCIO, W. S.; MARTINS, F. C.; KUHNEM, P. R.; CHAGAS, D. F.; SCHIPANSKI, C. A.; ZANATTA, M.; CASAROTTO, G.; MACHADO, F. J.; FORCELINI, C. A.; ROEHRIG, R.; CÔL, M. C. de. **Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo**: resultados da Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo – safra 2022. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2023. 18 p. (Embrapa Trigo. Circular técnica, 80). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1155417/1/Circular-Tecnica-80.pdf>. Acesso em: 25 maio 2024.

LAU, D.; SBALCHEIRO, C. C.; MARTINS, F. C.; SANTANA, F.; MACIEL, J. L. N.; FERNANDES, J. M. C.; COSTAMILAN, L. M.; LIMA, M. I. P. M.; KUHNEM, P.; CASA, R. T. **Principais doenças do trigo no sul do Brasil**: diagnóstico e manejo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2020. 44 p. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico, 375). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/221150/1/ComTec-375-Online-2021.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MACHADO, F. J.; SANTANA, F. M.; LAU, D.; DEL PONTE, E. M. Quantitative review of the effects of triazole and benzimidazole fungicides on *Fusarium* head

blight and wheat yield in Brazil. **Plant Disease**, v. 101, n. 9, p. 1633-1641, Sept. 2017.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 mar. 2024.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 14., 2022, Castro, PR. **Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2022**. Passo Fundo: Fundação ABC e Biotrigo Genética, 2022. 274 p. Disponível em: <https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/informacoes-tecnicas-para-trigo-e-triticale--safra-2022-1649081250.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2023.

STACK, R. W.; MCMULLEN, M. P. **A visual scale to estimate severity of *Fusarium* head blight in wheat**. Fargo: North Dakota State University – Extension Service, 1995. 2 p. (PP-1095).

TIBOLA, C. S.; FERNANDES, J. M. C. (ed.). **Micotoxinas no trigo**: estratégias de manejo para minimizar a contaminação. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 120 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222659/1/LivroMicotoxinas-2021.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2024.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, n. 6, p. 415-421, 1974.