

Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo

Resultados da Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo - safra 2022

Anderson Ferreira
Cheila Cristina Sbalcheiro
Flávio Santana
Emerson Medeiros Del Ponte
Marina Senger
Caroline Wesp Guterres
Carlos Pizolotto
Wilson Story Venancio
Flávio Chupel Martins

Paulo Roberto Kuhnem
Débora Fonseca Chagas
Carlos André Schipanski
Mateus Zanatta
Gabriele Casarotto
Franklin Jackson Machado
Carlos Alberto Forcelini
Rafael Roehrig
Monalisa Cristina de Cól



Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo: resultados da Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo – Safra 2022¹

Introdução

A giberela do trigo no Brasil é causada, principalmente, pelo fungo *Fusarium graminearum* (teleomorfo *Gibberella zeae*) (Del Ponte et al., 2015). É uma das mais importantes doenças fúngicas da cultura, uma vez que pode causar redução expressiva na produtividade de grãos e na qualidade dos grãos (Lau et al., 2020; Duffeck et al., 2020). Além disso, pode desvalorizar os grãos devido à rejeição pelo mercado moageiro quando da contaminação por mico-

¹ Anderson Ferreira, biólogo, doutor em Genética de Microrganismos, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS; Cheila Cristina Sbalcheiro, bióloga, doutora em Agronomia/Fitopatologia, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS; Flávio Santana, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS; Emerson Medeiros Del Ponte, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG; Marina Senger, engenheira-agrônoma, pesquisadora da 3M Experimentação Agrícola, Ponta Grossa, PR; Caroline Wesp Guterres, bióloga, doutora em Fitotecnia, gerente técnica da Agrônômica – Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário e Consultoria, Porto Alegre, RS; Carlos Pizolotto, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Cooperativa Central Gaúcha Ltda. (CCGL), Cruz Alta, RS; Wilson Story Venancio, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, diretor técnico da Estação Experimental Agrícola Campos Gerais (EEACG), Palmeira, PR; Flávio Chupel Martins, engenheiro-agrônomo, mestre em Fitopatologia, supervisor de pesquisa da Biotrigo Genética Ltda., Passo Fundo, RS; Paulo Roberto Kuhnem, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia/Fitopatologia, pesquisador da Biotrigo Genética Ltda., Passo Fundo, RS; Débora Fonseca Chagas, engenheira-agrônoma, pesquisadora da G12 Agro Pesquisa e Consultoria Agrônômica, Guarapuava, PR; Carlos André Schipanski, engenheiro-agrônomo, mestre em Fitossanidade, pesquisador da G12 Agro Pesquisa e Consultoria Agrônômica, Guarapuava, PR; Mateus Zanatta, engenheiro-agrônomo, gerente de pesquisa e desenvolvimento do Instituto Agris Pesquisa e Consultoria Agrícola Ltda., Passo Fundo, RS; Gabriele Casarotto, engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da 3tentos Agroindustrial S.A., Santa Bárbara do Sul, RS; Franklin Jackson Machado, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG; Carlos Alberto Forcelini, engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia, pesquisador da Agrotecno Research Experimentação e Desenvolvimento Agrícola, Passo Fundo, RS; Rafael Roehrig, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Agrotecno Research Experimentação e Desenvolvimento Agrícola, Passo Fundo, RS; Monalisa Cristina de Cól, engenheira-agrônoma, estudante de mestrado da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

toxinas, principalmente deoxinivalenol (DON), que tem ocorrência comum no Brasil e com limites máximos tolerados, regidos pela legislação nacional (Del Ponte et al., 2012; Duffeck et al., 2017; 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. Constantes pesquisas sobre os 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 químicos tem sido amplamente utilizado pelos tricultores. No entanto, a eficiência dos fungicidas 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 Ensaio Cooperativos do Trigo, em escala de campo, sob infecção natural, em diferentes regiões produtoras de trigo, no Brasil, reúne diversas instituições de pesquisa e empresas de agroquímicos, com o objetivo de avaliar a performance de produtos no controle da giberela, bem como dos níveis de micotoxinas. Este documento relata os resultados obtidos nesses ensaios para o controle de giberela de trigo com uso de fungicidas, na safra de 2022.

Os resultados do estudo estão alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), pois permitirão a escolha de fungicidas mais eficientes no controle de giberela do trigo, proporcionando redução do volume de agrotóxicos aplicados por unidade de área e das perdas nas colheitas ocasionadas pela ocorrência dessa doença (ODS 2), e possibilitarão a preservação de renda do produtor e do potencial produtivo das lavouras, com possível redução da contaminação dos grãos de trigo por micotoxinas, ocasionada pela colonização das espigas pelo patógeno (ODS 12).

Material e Métodos

Na safra de 2022, foram conduzidos 12 ensaios, em oito 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).

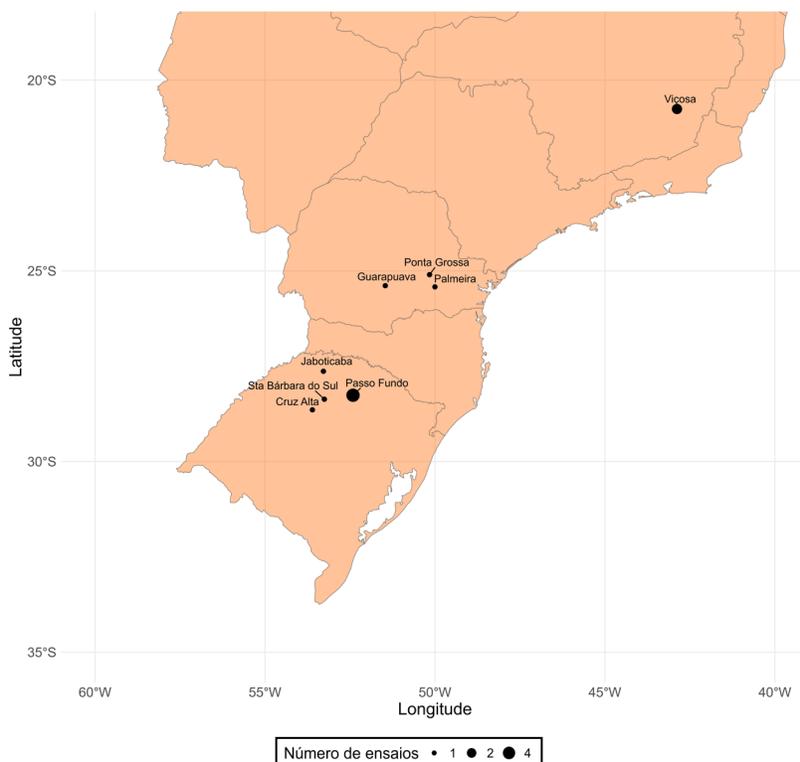


Figura 1. Localização geográfica dos oito municípios onde a Rede de Ensaio Cooperativos do Trigo foi instalada, para a avaliação da eficiência de fungicidas no controle de giberela, na safra 2022.

Tabela 1. Informações sobre os experimentos conduzidos na Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo para controle de giberela, safra 2022.

Ensaio	Instituição executora do ensaio ⁽¹⁾	Município, estado	Data de plantio	Cultivar	Reação à giberela ⁽²⁾
E1	UFV	Viçosa, MG	19/5/2022	BRS 264	S
E2	UFV	Viçosa, MG	19/5/2022	BRS 404	S
E3	G12 Agro	Guarapuava, PR	5/7/2022	TBIO Toruk	S/MS
E4	EEACG	Palmeira, PR	21/6/2022	FPS Luminus	MS
E5	3M	Ponta Grossa, PR	15/6/2022	TBIO Toruk	S/MS
E6	CCGL	Cruz Alta, RS	1º/7/2022	TBIO Toruk	S/MS
E7	Agronômica	Jaboticaba, RS	12/6/2022	TBIO Ponteiro	MR
E8	Instituto Agris	Passo Fundo, RS	22/7/2022	TBIO Aton	MR
E9	Embrapa Trigo	Passo Fundo, RS	20/6/2022	BRS Belajoia	MS
E10	Agrotecno Research	Passo Fundo, RS	18/7/2022	TBIO Toruk	S/MS
E11	Biotrigo	Passo Fundo, RS	8/7/2022	TBIO Toruk	S/MS
E12	3tentos	Santa Bárbara do Sul, RS	15/6/2022	TBIO Astro	MS/MR

⁽¹⁾UFV: Universidade Federal de Viçosa; G12 Agro: Pesquisa e Consultoria Agronômica; EEACG: Estação Experimental Agrícola Campos Gerais; 3M Experimentação Agrícola; CCGL: Cooperativa Central Gaúcha Ltda.; Agronômica: Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário; Instituto Agris: Pesquisa e Consultoria Agrícola; Agrotecno Research Experimentação e Desenvolvimento Agrícola; 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.

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 (Cropstar, Bayer, 300 mL.100 kg¹ semente) e triadimenol (Baytan, Bayer, 250 mL.100 kg¹ 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).

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: Nativo, Bayer) utilizado como tratamento comparativo de eficiência entre os fungicidas.

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 um metro linear de cada uma das três linhas de semeadura centrais da parcela, totalizando três 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 espiguetas com sintoma da doença) ou assintomática; a incidência (I) da doença foi avaliada com base no percentual de espigas sintomáticas. Cada espiga sintomática foi avaliada quanto à severidade (S), estimada visualmente, seguindo a escala descrita por Stack e McMullen (1995). O índice de doença (ID) foi obtido pela fórmula: $ID = (S * I)/100$.

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. O peso do hectolitro (PH) foi determinado. Amostras de grãos dos ensaios foram submetidas à análise de determinação 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, após a avaliação de rendimento de grãos.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados nos experimentos da Rede de Ensaio Cooperativos do Trigo para controle da giberela, na safra 2022, envolvendo os fungicidas (ingrediente ativo e produto comercial), a identificação dos fabricantes, as doses do ingrediente ativo (i.a.) e do produto comercial (p.c.) e o fabricante.

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)
1	Controle negativo ⁽¹⁾	-	-	-
2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	75,0 + 150,0	Nativo ⁽²⁾ - Bayer	750
3	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	75,0 + 87,5 + 52,5	Fox Xpro ⁽²⁾ - Bayer	500
4	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	80,0 + 120,0 e 78,5	Fusão e Cercobin ⁽³⁾ - Ihara	725 e 900
5	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	62,4 + 75,0	Syngenta	750

⁽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⁾ Mistura de tanque; adicionado de adjuvante Iharol Gold 0,25% v/v.

⁽⁴⁾ Produto não registrado (com Registro Especial Temporário – RET – para experimentação).

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-se o software R (R Core Team, 2023).

Resultados e Discussão

Ocorrência da doença na safra

Sintomas de giberela, em diferentes níveis, foram observados nas parcelas do controle negativo, com infecção natural da doença, em todos os ensaios conduzidos na safra 2022 (Tabela 3). A incidência média de giberela foi de 52,8% (variando de 4,6% a 90%), a severidade média foi de 22,2% (entre 1,5% e 59,5%), e a média do índice de doença foi de 13,7% (variando entre 0,4% e 54,8%). Já o PH médio foi de 72,7 kg hL⁻¹ (entre 58,0 kg hL⁻¹ e 83,3 kg hL⁻¹) e o rendimento médio foi de 4.281 kg ha⁻¹ (variando entre 2.795 kg ha⁻¹ e 5.640 kg ha⁻¹). A concentração média de DON, determinada em sete ensaios, foi de 2.821,8 ppb (com valores entre 428,2 ppb e 11.820,7 ppb).

Os níveis de índice da doença foram mais altos nos ensaios conduzidos nos municípios de Viçosa e Ponta Grossa, com valores superiores à média geral. Valores de ID abaixo de 2% foram observados nos ensaios conduzidos nos municípios de Palmeira, Cruz Alta, Jaboticaba e Santa Bárbara do Sul. Em Guarapuava, observou-se alta incidência (76,4%), no entanto, a severidade condicional foi baixa (15,5%) e o índice de doença foi de 11,95%. Neste mesmo local, observou-se a maior quantidade de DON, 11.821 ppb. Os dados meteorológicos coletados pela estação de Guarapuava demonstraram que, entre os dias 1º e 12 de dezembro, este último foi o dia da colheita, houve precipitação acumulada de 147 mm, temperatura média de 22 °C (entre 17 °C e 31 °C) e umidade relativa do ar média de 85% (entre 47% e 100%). Essas condições ambientais, favoráveis ao desenvolvimento do fungo na fase de maturação dos grãos, a partir do estágio 91 (Zadoks et al., 1974), podem ter influenciado na maior produção de DON, afetando a qualidade dos grãos, mesmo com severidade mais baixa na fase de grãos em massa mole, estágio 85 (Zadoks et al., 1974) 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, a incidência média da doença estimada pelo modelo foi de 39,6%, valor significativamente maior do que o observado nas parcelas tratadas. Todos os fungicidas aplicados apresentaram níveis de controle de incidência de giberela estatisticamente similares. As médias estimadas de incidência com a aplicação de fungicidas variaram de 16,6% (pidiflumetofen + protioconazol) a 21,4% (trifloxistrobina + tebuconazol). A eficiência dos fungicidas, ou seja, o percentual de redução em relação ao controle negativo, variou de 45,9% a 58,0%.

Quanto ao índice de doença (Figura 2B, Tabela 5), observou-se que o controle negativo apresentou o maior valor médio estimado (9,3%). O tratamento com metominostrobrina + tebuconazol e tiofanato-metílico resultou em maior nível de controle, com eficiência de 82,7%, sendo semelhante aos tratamentos pidiflumetofen + protioconazol (72,6%) e trifloxistrobina + protioconazol + bixafen (67,9%), enquanto que trifloxistrobina + tebuconazol mostrou desempenho inferior, com 60,9% de eficiência.

Estimativas de rendimento médio de grãos de trigo variaram de 4.258 kg ha⁻¹ (no controle negativo) a 4.943 kg ha⁻¹ (com pidiflumetofen + protioconazol) (Figura 2C, Tabela 6). Com o uso de fungicidas, a diferença no rendimento do trigo variou de 358 kg ha⁻¹ a 685 kg ha⁻¹ em relação ao controle negativo. O tratamento com pidiflumetofen + protioconazol apresentou rendimento superior ao tratamento trifloxistrobina + tebuconazol e ao controle negativo, mas não diferiu significativamente dos demais tratamentos fungicidas.

Referente ao peso do hectolitro (PH), os valores variaram de 72,0 kg hL⁻¹ a 73,8 kg hL⁻¹ (Figura 2D, Tabela 7). O tratamento metominostrobrina + tebuconazol e tiofanato-metílico apresentou média de PH superior ao controle negativo, porém não houve diferença significativa entre os demais fungicidas testados.

A aplicação de fungicida resultou em redução eficaz dos teores da micotoxina DON (Figura 2E, Tabela 8). Em média, os níveis variaram de 1.541 ppb (controle negativo) a 651 ppb (metominostrobrina + tebuconazol e tiofanato-metílico), sendo que os tratamentos com aplicação de fungicida não diferiram estatisticamente entre si. A eficiência de controle da micotoxina DON variou de 43,4% a 57,7%.

Tabela 3. Médias de diferentes características de giberela (incidência, severidade e índice de doença) e dos grãos de trigo (peso do hectolitro, rendimento de grãos e produção de micotoxina DON), avaliadas no tratamento sem aplicação de fungicidas a partir do florescimento, nos 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2022.

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	90,0	59,5	54,8	58,0	2.807	-
E2	Viçosa, MG	75,0	28,8	23,5	67,2	3.301	-
E3	Guarapuava, PR	76,4	15,5	11,9	68,7	4.186	11.820,7
E4	Palmeira, PR	4,6	26,5	1,3	68,7	2.795	1.083,3
E5	Ponta Grossa, PR	66,6	50,0	33,4	67,3	3.011	-
E6	Cruz Alta, RS	25,0	1,5	0,4	74,0	4.947	1.009,5
E7	Jaboticaba, RS	36,0	2,8	1,0	71,8	4.536	1.969,7
E8	Passo Fundo, RS	32,4	8,6	7,5	80,2	5.017	1.399,6
E9	Passo Fundo, RS	68,0	23,2	6,0	76,8	4.700	428,2
E10	Passo Fundo, RS	-	-	6,8 ⁽⁶⁾	78,5	5.321	-
E11	Passo Fundo, RS	76,3	23,5	17,6	78,3	5.640	2.041,6
E12	Santa Bárbara do Sul, RS	21,2	8,5	1,9	83,3	5.502	-
Média geral		52,8	22,2	13,7	72,7	4.281	2.821,8

⁽¹⁾ Incidência: percentual de espigas sintomáticas.

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

⁽³⁾ Índice de doença: calculado da incidência * severidade/100.

⁽⁴⁾ PH: peso do hectolitro.

⁽⁵⁾ DON: micotoxina deoxinivalenol.

⁽⁶⁾ Foi realizado apenas o cálculo de índice de doença.

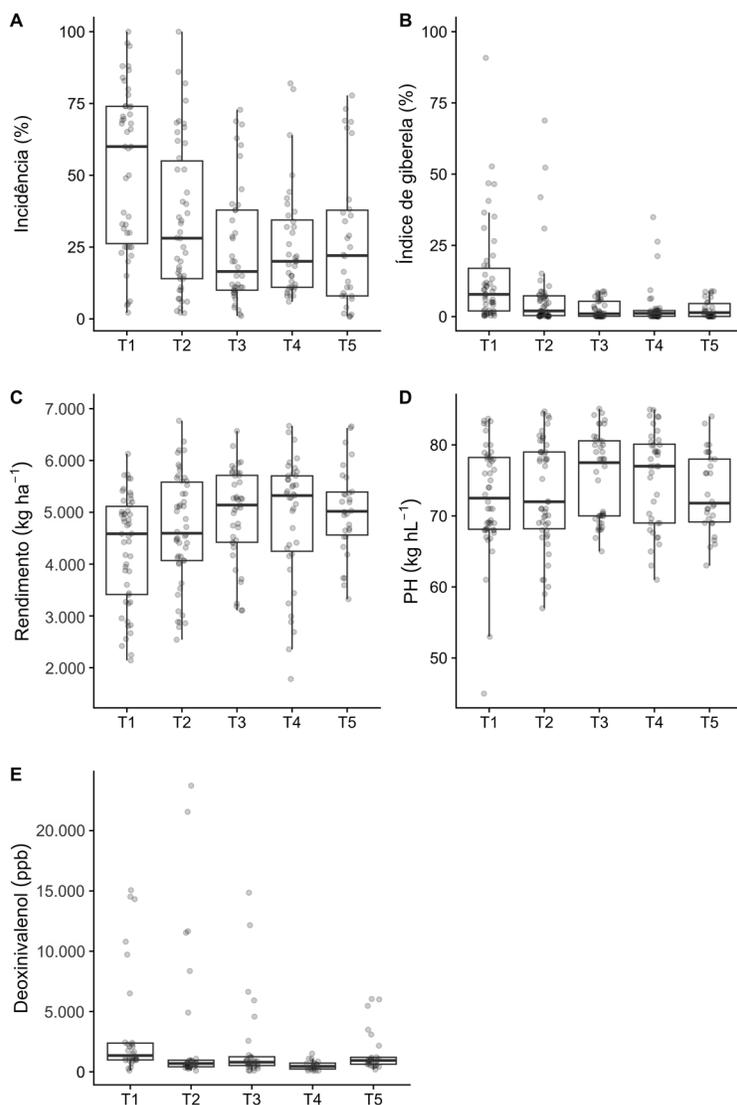


Figura 2. Diagramas “boxplot” e distribuição de valores observados (círculos) para as variáveis de giberela e dos grãos de trigo [(A) incidência, (B) índice de doença, (C) rendimento de grãos, (D) peso do hectolitro (PH) e (E) micotoxina deoxinivalenol], em função da aplicação de fungicidas (tratamentos 2 a 5), além de um tratamento sem aplicação (T1), avaliados nos 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, na safra 2022. Os tratamentos com fungicidas foram: (T2) trifloxistrobina + tebuconazol; (T3) trifloxistrobina + protriocanazol + bixafen; (T4) metominostrobrina + tebuconazol + tiofanato-metílico; e (T5) pidiflumetofen + protriocanazol.

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 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2022.

Tratamento	Ingrediente ativo	Incidência de giberela em trigo (%)			Eficiência ⁽³⁾ (%)	
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾		
1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	39,6	b	18,8	83,3	-
2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	21,4	a	10,2	45,0	45,9
3	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	17,9	a	8,5	37,6	54,7
4	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	17,8	a	8,5	37,5	55,0
5	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	16,6	a	7,9	35,1	58,0
CV (%)		11,09	-	-	-	-

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. Os dados foram transformados para 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).

⁽⁴⁾ Produto com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação.

Tabela 5. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle de índice de doença de giberela em trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados dos 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2022.

Tratamento	Ingrediente ativo	Índice de doença de giberela em trigo (%)			Eficiência ⁽³⁾ (%)
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	
1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	9,3 c	3,84	17,16	-
2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	3,6 b	0,66	8,99	60,9
3	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	3,0 ab	0,40	7,96	67,9
4	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	1,6 a	0,02	5,58	82,7
5	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	2,6 ab	0,24	7,30	72,6
CV (%)		9,66 -	-	-	-

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. Os dados foram transformados para $\log(x)$.

⁽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).

⁽⁴⁾ Produto com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação.

Tabela 6. Médias, agrupamento intervalos de confiança e diferença relativa para rendimento de grãos de trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados dos 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2022.

Tratamento	Ingrediente ativo	Rendimento de grãos de trigo (kg ha ⁻¹)				
		Média ⁽¹⁾		IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	Diferença ⁽³⁾
1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	4.258	c	3.526	4.991	-
2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	4.616	b	3.884	5.348	358
3	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	4.687	ab	3.953	5.422	429
4	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	4.679	ab	3.945	5.413	421
5	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	4.943	a	4.204	5.681	685
CV (%)		8,16	-	-	-	-

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. Os dados foram transformados para log(x).

⁽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).

⁽⁴⁾ Produto com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação.

Tabela 7. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e diferença relativa para peso do hectolitro de grãos de trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados de 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2022.

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⁾
1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	72,0 b	67,3	76,8	-
2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	72,6 ab	68,0	77,4	0,6
3	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	73,1 ab	68,4	77,9	1,1
4	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	73,8 a	69,1	78,7	1,8
5	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	73,4 ab	68,7	78,3	1,4
CV (%)		1,9 -	-	-	-

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. Os dados foram transformados para log(x).

⁽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).

⁽⁴⁾ Produto com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação.

Tabela 8. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle para deoxinivalenol (DON), estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados de 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2022.

Tratamento	Ingrediente ativo	Deoxinivalenol em grãos de trigo (ppb)			Eficiência ⁽²⁾ (%)	
		Média ⁽¹⁾		IC limite inferior ⁽²⁾		
1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	1.541	b	459	5.178	-
2	Controle positivo (trifloxistrobina + tebuconazol)	871	a	259	2.925	43,4
3	Trifloxistrobina + protioconazol + bixafen	762	a	227	2.558	50,5
4	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	651	a	194	2.185	57,7
5	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	697	a	208	2.340	54,7
CV (%)		8,13	-	-	-	-

⁽¹⁾ Médias que não compartilham nenhuma letra em comum são significativamente diferentes segundo teste de Tukey a 5% de significância. Os dados foram transformados para $\log(x)$.

⁽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).

⁽⁴⁾ Produto com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação.

Considerações finais

A utilização de fungicidas à base de trifloxistrobina + tebuconazol, trifloxistrobina + protioconazol + bixafen, metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico e pidiflumetofen + protioconazol, nas condições dos experimentos, com três aplicações sequenciais, demonstrou ser um método eficiente para o controle da giberela em trigo, resultando na redução da incidência, do índice de doença e da concentração da micotoxina deoxinivalenol e na preservação do potencial de produtividade de grãos, em comparação à testemunha sem aplicação. Destes fungicidas, somente metominostrobin + tebuconazol + tiofanato-metílico atuou para o incremento do peso do hectolitro dos grãos.

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, não sendo uma recomendação de controle.

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.
- DUFFECK, M. R.; TIBOLA, C. S.; GUARIENTI, E. M.; DEL PONTE, E. M. Survey of mycotoxins in Southern Brazilian wheat and evaluation of immunoassay methods. **Scientia Agricola**, v. 74, n. 4, p. 343-348, July/Aug. 2017.
- 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.

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: 27 mar. 2023.

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: 27 de Mar. 2023.

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: 31 out. 2022.

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: 30 mar. 2023.

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.

Embrapa Trigo
Rodovia BR-285, Km 294
Caixa Postal 78
99050-970 Passo Fundo, RS
Telefone: (54) 3316-5800
<http://www.embrapa.br/trigo>
<http://www.embrapa.br/fale-conosco>

1ª edição
Publicação digital (2023): PDF



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



Comitê Local de Publicações

Presidente

Leila Maria Costamilan

Vice-Presidente

Ana Lídia Variani Bonato

Secretária

Marialba Osorski dos Santos

Membros

Elene Yamazaki Lau, Fabiano Daniel De Bona, João Leodato Nunes Maciel, Maria Imaculada Pontes Moreira Lima, Martha Zavariz de Miranda, Sirio Wiethölter

Normalização bibliográfica

Graciela O. Oliveira (CRB-10/1434)

Tratamento das ilustrações

Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Editoração eletrônica

Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa

Diogo Zanatta