

Passo Fundo, RS / Julho, 2025



Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo na Rede de Ensaio Cooperativos, safra 2024

Anderson Ferreira⁽¹⁾, Cheila Cristina Sbalcheiro⁽²⁾, Casiane Saete Tibola⁽¹⁾, Marina Senger⁽³⁾, Monalisa Cristina De Cól⁽⁷⁾, Caroline Wesp Guterres⁽⁵⁾, Alexandre Antônio Costa⁽⁶⁾, Emerson Medeiros Del Ponte⁽⁶⁾, Flávio Santana⁽⁸⁾ e Flávio Chupel Martins⁽⁹⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. ⁽²⁾ Analista, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

⁽³⁾ Pesquisadora, 3M Experimentação Agrícola, Ponta Grossa, PR. ⁽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⁾ Pesquisador, AgroEnsaio Pesquisa e Consultoria Agronômica, Campo Mourão, PR. ⁽⁷⁾ Professor, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. ⁽⁸⁾ Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ⁽⁹⁾ Pesquisador, GDM Genética do Brasil S.A., Passo Fundo, RS.

Resumo — A giberela do trigo é uma das mais importantes doenças de espiga de origem fúngica da cultura na Região Sul do Brasil. Causada, principalmente, pelo fungo *Fusarium graminearum* (teleomorfo *Gibberella zeae*), afeta a produtividade de grãos, além de levar a danos quantitativos, qualitativos e à contaminação por micotoxinas, como deoxinivalenol (DON). O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes fungicidas para o controle de giberela do trigo, através de uma rede multilocal de ensaios cooperativos. Foram conduzidos 12 ensaios na safra 2024 utilizando cultivares de trigo com diferentes reações de resistência/suscetibilidade à giberela. Todos os tratamentos fungicidas apresentaram índices médios de giberela inferiores ao do controle negativo, sem aplicação de fungicidas. O fungicida à base de pidiflumetofen + protioconazol apresentou os menores valores de incidência (19,5%), severidade (3,8%) e índice de giberela (1,4%). A aplicação de fungicidas demonstrou ser eficaz para a redução dos níveis de DON em grãos de trigo, com eficiência variando entre 32,9% e 48,3%.

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

Efficiency of Fungicides for Fusarium Head Blight Control in Wheat: Cooperative Trials Network, 2024 Crop Season

Abstract — *Fusarium* head blight (FHB) of wheat is one of the most significant fungal diseases affecting wheat spikes in the Southern Region of Brazil. Primarily caused by the fungus *Fusarium graminearum* (teleomorph *Gibberella zeae*), the disease compromises grain yield and quality, and leads to contamination with mycotoxins such as deoxynivalenol (DON). The objective of this work was to evaluate different fungicides for the control of FHB through a multi-location network of cooperative trials. Twelve field trials were carried out during the 2024 growing season, using wheat cultivars with varying levels of resistance and susceptibility to FHB. All fungicide treatments

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

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.

resulted in lower average FHB indices compared to the untreated control. The fungicide formulation containing pydiflumetofen + prothioconazole yielded the lowest values for disease incidence (19.5%), severity (3.8%), and FHB index (1.4%). Fungicide application proved effective in reducing DON levels in wheat grains, with efficacy ranging from 32.9% to 48.3%.

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

Introdução

A giberela é, atualmente, a doença mais importante do trigo, especialmente na Região Sul do Brasil, em razão do impacto econômico na cultura em anos com condições favoráveis à epidemia. A doença causa redução na produtividade e na qualidade dos grãos, além da produção de micotoxinas, principalmente deoxinivalenol (DON), que afetam a saúde humana e animal. As epidemias são influenciadas pelo ambiente, sendo favorecidas por temperaturas entre 20 a 25 °C, com frequente precipitação pluvial. Os sintomas são observados nas aristas e nas espiguetas do trigo, que adquirem coloração esbranquiçada e, em cultivares muito suscetíveis, os sintomas progridem para o pedúnculo, que apresenta coloração marrom. As espigas podem apresentar descoloração parcial ou total e os grãos produzidos são chochos, enrugados e podem apresentar coloração branco-rosada ou pardo-clara. A doença ocorre a partir do espigamento até a fase final do enchimento de grãos (Lau et al., 2020).

No Brasil, a doença é causada principalmente pelo fungo *Fusarium graminearum* (teleomorfo *Gibberella zeae*), produtor de DON, e por outras espécies de *Fusarium*, como *F. meridionale*, principal produtor de nivalenol (NIV) e de pequenas quantidades de DON, predominante no estado do Paraná (Del Ponte et al., 2015; Mendes et al., 2018). A contaminação por DON pode desvalorizar o produto devido à rejeição pelo mercado moageiro e pela indústria de proteína animal (Duffeck et al., 2020; Lau et al., 2020). Em condições climáticas favoráveis à ocorrência da doença, é comum detectar altos níveis de micotoxinas nos grãos. Diferentes estratégias são adotadas para minimizar esses efeitos, atender à legislação nacional e aos limites máximos tolerados (Del Ponte et al., 2012; Tibola; Fernandes, 2020).

Pesquisas com métodos de controle, momento de aplicação, aprimoramento da tecnologia de aplicação, eficiência de produtos, além de manejo

cultural e cultivares resistentes, são fundamentais para minimizar os danos causados pela giberela. Para obtenção de melhores resultados, é fundamental a adoção de diferentes estratégias de controle. A baixa disponibilidade de cultivares com resistência aceitável e dificuldades nas aplicações com fungicidas, principalmente em anos epidêmicos, tem gerado perdas nas principais regiões tritícolas (Lau et al., 2020).

Dentre as estratégias de controle, o uso de fungicidas tem sido amplamente utilizado pelos triticultores. 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; Ferreira et al., 2024).

A Rede de Ensaio Cooperativos do Trigo reúne diversas instituições de pesquisa e empresas de agroquímicos desde 2011, com o objetivo de avaliar a performance de fungicidas no controle da giberela e de micotoxinas no campo, sob infecção natural, em diferentes regiões produtoras de trigo no Brasil (Ferreira et al., 2024). Este documento relata os resultados obtidos nos ensaios na safra de 2024.

Os resultados do estudo estão alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, pois permitem a escolha de fungicidas mais eficientes no controle de giberela do trigo, proporcionam redução do volume de agroquímicos aplicados por unidade de área e das perdas nas colheitas decorrentes dessa doença (ODS 2). 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 das espigas pelo patógeno (ODS 12).

Material e métodos

Na safra de 2024 foram conduzidos 12 ensaios, em 11 locais, distribuídos nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (Figura 1), com semeadura entre os meses de maio a julho, utilizando cultivares com diferentes níveis de reação à giberela e adaptadas às regiões do ensaio (Tabela 1).

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, safras 2024 e 2025 (Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale, 2024).

Nos ensaios foram utilizados tratamentos com fungicidas de diferentes grupos químicos, isolados, em misturas formuladas e/ou associados em mistura em tanque (Tabela 2). Além dos tratamentos com fungicidas, o experimento contou com um controle negativo (que recebeu aplicações apenas para controle de manchas foliares, até o florescimento, quando necessário, e sem aplicação de fungicida para a doença alvo na espiga) e um controle para comparação (trifloxistrobina + tebuconazol) da eficiência entre os fungicidas.

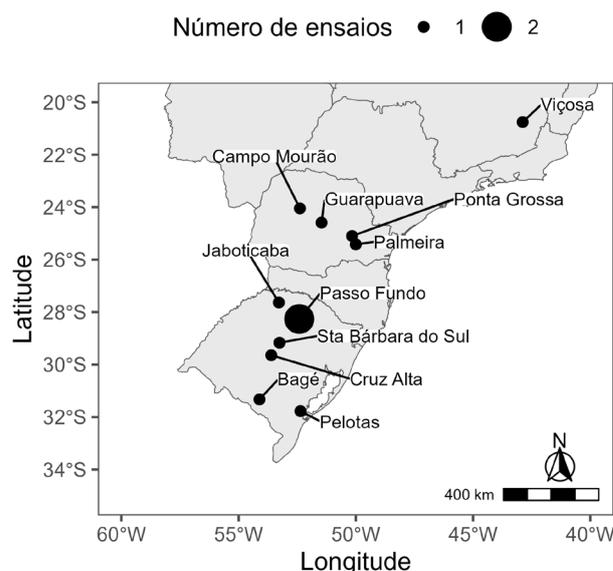


Figura 1. Localização geográfica de 11 municípios onde a Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo para a avaliação da eficiência de fungicidas no controle de giberela foi instalada, na safra 2024.

Tabela 1. Informações sobre os ensaios conduzidos na Rede de Ensaios Cooperativos do Trigo para controle de giberela, safra 2024.

Ensaio	Instituição executora do ensaio ⁽¹⁾	Município, Estado	Data de semeadura (2024)	Cultivar	Reação à giberela ⁽²⁾
E1	UFV	Viçosa, MG	27/5	BRS 264	S
E2	AgroEnsaio ⁽³⁾	Campo Mourão, PR	16/5	TBIO Toruk	S/MS
E3	G12Agro ⁽³⁾	Guarapuava, PR	15/7	BRS Belajoia	MS
E4	CWR ⁽³⁾	Palmeira, PR	11/4	BRS Coleiro	MR
E5	3M ⁽³⁾	Ponta Grossa, PR	31/5	BRS Belajoia	MS
E6	Embrapa Clima Temperado	Bagé, RS	23/7	BRS Belajoia	MS
E7	CCGL ⁽³⁾	Cruz Alta, RS	7/6	TBIO Audaz	MR
E8	Agronômica	Jaboticaba, RS	14/6	BRS Belajoia	MS
E9	Embrapa Trigo	Passo Fundo, RS	5/6	BRS Belajoia	MS
E10	Biotrigo	Passo Fundo, RS	19/7	TBIO Calibre	MS
E11	UFPeI	Pelotas, RS	11/7	TBIO Ponteiro	MS/MR
E12	3tentos	Santa Bárbara do Sul, RS	17/7	TBIO Calibre	MS

⁽¹⁾ UFV: Universidade Federal de Viçosa; AgroEnsaio Pesquisa e Consultoria Agronômica Ltda.; G12Agro Pesquisa e Consultoria Agronômica; CWR Pesquisa Agrícola Ltda.; 3M Experimentação Agrícola; Embrapa Clima Temperado: Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado; CCGL: Cooperativa Central Gaúcha Ltda.; Agronômica Laboratório de Diagnóstico Fitossanitário; Embrapa Trigo: Centro Nacional de Pesquisa de Trigo; Biotrigo Genética (atual GDM Genética Brasil S.A.); UFPeI: Universidade Federal de Pelotas; 3tentos Agroindustrial S.A.

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

⁽³⁾ Empresa registrada junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária para pesquisa com produtos em Registro Especial Temporário (RET).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos fungicidas utilizados nos ensaios da Rede de Ensaio Cooperativos do Trigo para controle de giberela, na safra 2024.

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 para comparação (trifloxistrobina + tebuconazol)	75,0 + 150,0	Nativo ⁽³⁾ - Bayer	750
T3	Metominostrobrina + tebuconazol e tiofanato-metilico ⁽²⁾	79,8 + 119,6 e 787,5	Fusão e Cercobin ⁽⁴⁾ - Ithara	725 e 900
T4	Trifloxistrobina + proclorazolo + bixafen	75,0 + 87,5 + 62,5	Fox Xpro ⁽³⁾ - Bayer	500
T5	Azoxistrobina + mancozebe + proclorazolo	75 + 1050 + 75	Evolution ⁽⁵⁾ - UPL	2.000
T6	Metconazol	90	Caramba 90 ⁽⁶⁾ - Basf	1.000
T7	Metconazol e pidiflumetofen ⁽²⁾	72 e 30	Caramba 90 ⁽⁶⁾ - Basf e Miravis ⁽⁶⁾ - Syngenta	800 e 150
T8	Pidiflumetofen + proclorazolo	46,88 + 56,25	Miravis Pro ⁽⁷⁾ - Syngenta	750

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

⁽²⁾ Mistura em tanque.

⁽³⁾ Adicionado de adjuvante Áureo 0,25% v/v.

⁽⁴⁾ Adicionado de adjuvante Itharol Gold 0,25% v/v.

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

⁽⁶⁾ Produto sugerido pela Rede de Ensaio Cooperativos de Trigo.

⁽⁷⁾ Produto com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação, não registrado para o alvo.

Foram realizadas três aplicações sequenciais dos fungicidas nos períodos de 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. Os tratamentos com produtos com Registro Especial Temporário (RET) para experimentação foram realizados pelas 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 3 m 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 espiguetta 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). Para análise abrangente da gravidade e do impacto da doença, foi calculado o índice de giberela, que combina a incidência e a severidade. Esse índice fornece a visão integrada da extensão e da intensidade da doença. O índice de giberela (IG) foi obtido pela fórmula:

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

em que

IG = Índice de giberela

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. Foi determinado o peso do hectolitro (PH) de cada parcela. 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 a análise estatística, foram utilizados modelos lineares mistos para avaliar o efeito dos

tratamentos fungicidas nas variáveis-resposta: severidade, incidência, índice da doença, rendimento e peso hectolitro de grãos. Os modelos incluíram efeitos fixos, associados aos tratamentos fungicidas, e efeitos aleatórios para capturar as fontes de variação atribuídas aos blocos, locais e cultivares. Quando necessário, as variáveis-resposta foram transformadas para atender às premissas de normalidade e homogeneidade das variâncias. A comparação das médias estimadas de severidade, incidência, índice da doença, rendimento e PH entre os tratamentos foi realizada por meio do teste de Tukey ($p \leq 0,05$). O controle de giberela foi calculado como o percentual de redução da severidade em relação ao tratamento sem aplicação de fungicida (tratamento 1, controle negativo), utilizando a seguinte fórmula:

$$\% \text{Controle} = \left(1 - \left(\frac{\text{Severidade média no tratamento fungicida}}{\text{Severidade média no controle negativo}} \right) \right) \times 100$$

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2023).

Resultados

Ocorrência da doença na safra: os sintomas de giberela foram observados nas parcelas do controle

negativo em todos os ensaios (Tabela 3). A média de incidência da doença foi de 50,5%, variando de 0,1% em Campo Mourão (E2) a 90% em Jaboticaba (E8). A severidade média registrada foi de 16,2%, com valores oscilando entre 1,6% em Guarapuava (E3) e 41,0% em Ponta Grossa (E5). O índice de giberela médio foi de 10,1%, variando de 0,01%, em Campo Mourão (E2), a 23,8% em Viçosa (E1). Os ensaios que apresentaram índices superiores à média geral foram realizados em Viçosa (E1), Ponta Grossa (E5), Jaboticaba (E8), Passo Fundo (E9 e E10) e Pelotas (E11).

O peso do hectolitro (PH) médio dos grãos de trigo foi de 71,9 kg hL⁻¹, com variação entre 63,6 em Guarapuava, e 78,5 kg hL⁻¹ em Santa Bárbara do Sul. Grãos produzidos em Passo Fundo (E9) apresentaram PH de 76,6 kg hL⁻¹, sendo classificados como Tipo II, adequados para moagem e outras finalidades. Já os grãos provenientes de Santa Bárbara do Sul atingiram PH de 78,5 kg hL⁻¹, o que os qualificou como Tipo I, destinados ao consumo humano (Brasil, 2010). Nos demais locais avaliados, os grãos não atingiram os critérios necessários para enquadramento nas categorias Tipo I ou Tipo II,

Tabela 3. Incidência, severidade e índice de giberela em espigas de trigo, peso do hectolitro, rendimento de grãos e micotoxina deoxinivalenol (DON) nos ensaios, no controle negativo, sem aplicação de fungicidas. Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2024.

Ensaio	Município, Estado	Incidência ⁽¹⁾ (%)	Severidade ⁽²⁾ (%)	Índice de giberela ⁽³⁾ (%)	PH ⁽⁴⁾ (kg hL ⁻¹)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	DON ⁽⁵⁾ (ppb)
E1	Viçosa, MG	71,5	33,3	23,8	66,8	2.824	100,0
E2	Campo Mourão, PR	0,1	6,5	0,0	74,5	2.132	— ⁽⁶⁾
E3	Guarapuava, PR	17,3	1,6	0,3	63,6	2.889	215,1
E4	Palmeira, PR	25,3	5,5	1,4	72,4	2.035	297,4
E5	Ponta Grossa, PR	46,3	41,0	19,0	73,3	4.143	100,0
E6	Bagé, RS	51,0	4,8	2,4	— ⁽⁶⁾	3.844	2.557,8
E7	Cruz Alta, RS	22,8	5,6	1,3	67,6	2.593	1.015,9
E8	Jaboticaba, RS	90,0	19,9	17,9	74,2	4.490	1.114,7
E9	Passo Fundo, RS	88,3	21,7	19,2	76,6	4.748	1.148,9
E10	Passo Fundo, RS	80,8	22,8	18,4	— ⁽⁶⁾	4.867	1.679,1
E11	Pelotas, RS	69,8	15,8	11,0	— ⁽⁶⁾	— ⁽⁶⁾	— ⁽⁶⁾
E12	Santa Bárbara do Sul, RS	42,5	15,3	6,5	78,5	3.192	970,0
Média		50,5	16,2	10,1	71,9	3.432	898,2

⁽¹⁾ Incidência: porcentagem de espigas sintomáticas.

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

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

⁽⁴⁾ PH: peso do hectolitro.

⁽⁵⁾ DON: micotoxina deoxinivalenol.

⁽⁶⁾ Dado perdido.

indicando diferenças na qualidade física dos grãos entre as regiões analisadas.

O rendimento médio de trigo foi de 3.432 kg ha⁻¹, variando entre 2.035, em Palmeira, e 4.867 kg ha⁻¹ em Passo Fundo (E10). No estado do Paraná, apenas no município de Ponta Grossa houve rendimento médio superior à média geral. No Rio Grande do Sul, nos municípios de Bagé, Jaboticaba e Passo Fundo (E9 e E10) também foram registrados rendimentos acima da média.

Na avaliação de ocorrência de deoxinivalenol (DON) no tratamento controle, em Bagé ocorreu a maior média de contaminação (2.557,8 ppb) (Tabela 3). Considerando todas as regiões, somente 20% das amostras ficaram acima do limite máximo tolerado (LMT) para trigo moído, que é 1.250 ppb (Brasil, 2022), sugerindo condições ambientais desfavoráveis à infecção por *F. graminearum*. Ademais, nos estados do Paraná e de Minas Gerais ocorreram baixos níveis de contaminação por DON, indicando baixo risco à segurança de alimentos (Tabela 3).

Na região de Ponta Grossa, PR, a incidência de giberela foi de 46,3%; entretanto, o nível de DON foi somente de 100 ppb (Tabela 3). A ausência de linearidade entre a incidência de giberela e o teor de DON pode ser atribuída a diversos fatores. Primeiramente, a fatores ambientais, como a disponibilidade de nutrientes e os níveis de pH, que influenciam significativamente a produção de DON; em segundo, à resposta da planta hospedeira, incluindo seus mecanismos de defesa e de resistência, que podem produzir diferentes níveis de DON em resposta à infecção; e, em terceiro, à variabilidade genética das cepas de *F. graminearum* com diferentes níveis de virulências e de produção de toxinas (Niu et al., 2024).

Eficiência dos fungicidas: a aplicação de fungicidas reduziu a incidência de giberela, independentemente do produto utilizado (Figura 2A, Tabela 4). Em parcelas sem aplicação de fungicidas (T1, controle negativo), a incidência média estimada foi de 40,8%, significativamente maior em comparação às parcelas tratadas, cujas médias de

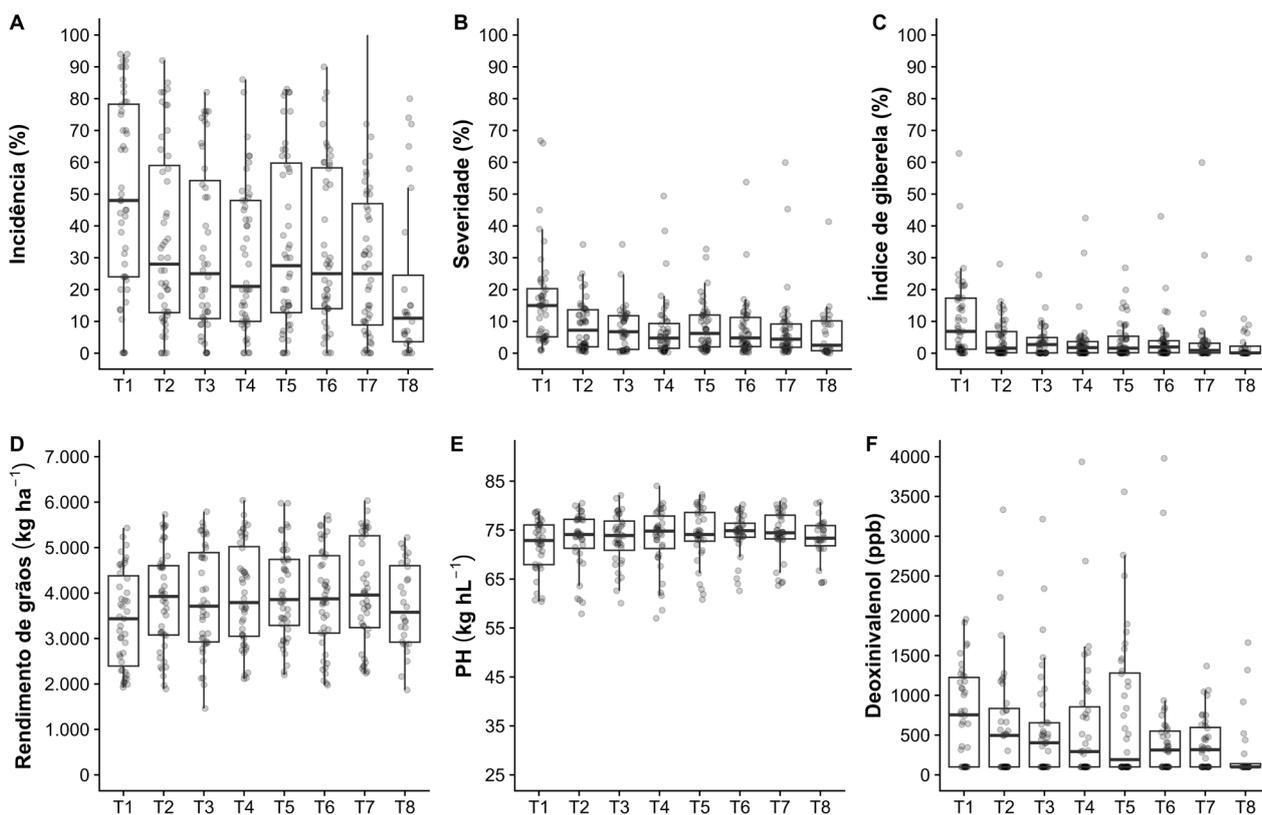


Figura 2. Diagramas "boxplot" e distribuição de valores observados (círculos) para as variáveis de giberela e dos grãos de trigo: (A) incidência, (B) severidade, (C) índice de giberela, (D) rendimento de grãos, (E) peso do hectolitro (PH) e (F) micotoxina deoxinivalenol, em função da aplicação de fungicidas (T2 a T6), além de tratamento sem aplicação (T1), avaliados nos ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, na safra 2024. Os tratamentos com fungicidas foram: (T2) trifloxistrobina + tebuconazol; (T3) metominostrobrina + tebuconazol e tiofanato-metilíco; (T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafen; (T5) azoxistrobina + mancozebe + protioconazol; (T6) metconazol; (T7) metconazol e pidiflumetofen e (T8) pidiflumetofen + protioconazol.

incidência variaram entre 26,7 (T2, trifloxistrobina + tebuconazol) e 19,5% (T8, pidiflumetofen + protioconazol). A eficácia dos fungicidas variou entre 34,6 e 52,2%. Os fungicidas metconazol e pidiflumetofen (T7), em mistura em tanque, e pidiflumetofen + protioconazol (T8) foram os únicos que apresentaram desempenho superior ao controle para comparação (T2, trifloxistrobina + tebuconazol) e ao tratamento contendo azoxistrobina + mancozebe + protioconazol (T5). Os demais fungicidas não diferiram entre si em relação à redução da incidência de giberela.

A severidade média estimada de giberela variou de 11,3, nas parcelas sem aplicação de fungicidas (T1, controle negativo), a 3,8% nas parcelas tratadas com o fungicida pidiflumetofen + protioconazol (T8) (Figura 2B, Tabela 5). Todos os tratamentos que incluíram fungicidas apresentaram severidade inferior ao controle negativo, com eficácia variando de 49,6 a 66,4%. As parcelas tratadas com pidiflumetofen + protioconazol (T8) apresentaram desempenho superior ao controle positivo (T2, trifloxistrobina + tebuconazol) e ao tratamento com azoxistrobina + mancozebe + protioconazol (T5). O tratamento com a mistura em tanque de metconazol e pidiflumetofen (T7) também apresentou maior eficiência em relação ao controle para comparação (T2), mas não diferiu das demais parcelas tratadas.

A média estimada do índice da giberela variou de 6,9, nas parcelas sem aplicação de fungicidas (T1, controle negativo), a 1,4% nas parcelas tratadas com o fungicida pidiflumetofen + protioconazol (T8) (Figura 2C, Tabela 6). Todos os tratamentos com fungicidas apresentaram índices médios inferiores ao do controle negativo (T1), com eficiência de controle variando entre 63,8 e 79,7%. Embora tenham sido observadas diferenças significativas entre os fungicidas para a incidência e a severidade isoladamente, não houve diferença entre os tratamentos quando essas variáveis foram combinadas no índice de giberela.

O rendimento de grãos variou de 3.233, nas parcelas sem aplicação de fungicidas (T1, controle negativo), a 3.931 kg ha⁻¹ nas parcelas tratadas com pidiflumetofen + protioconazol (T8) (Figura 2D, Tabela 7). O controle eficaz da giberela, proporcionado pelo uso de fungicidas, resultou em manutenção do potencial produtivo nas parcelas tratadas em comparação ao controle negativo. Não houve diferença de produtividade entre os tratamentos com fungicida.

O peso do hectolitro (PH) variou entre 71,9, no controle negativo (T1), e 74,6 kg hL⁻¹ nas parcelas tratadas com pidiflumetofen + protioconazol (T8) (Figura 2E, Tabela 8). Apenas os tratamentos à base de azoxistrobina + mancozebe + protioconazol (T5),

metconazol (T6), metconazol e pidiflumetofen (T7) e pidiflumetofen + protioconazol (T8) apresentaram valores de PH superiores ao controle negativo, sem diferença de PH entre os tratamentos com fungicidas.

Na avaliação do efeito de diferentes fungicidas na concentração de DON em grãos de trigo, a testemunha (Tabela 9, Figura 2F) e o tratamento com metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico (T3) apresentaram as maiores concentrações. Os níveis de DON não diferiram entre si para os tratamentos com fungicida (T2 a T8), com eficiências variando entre 32,9 e 48,3% (Tabela 9). O tratamento sem aplicação de fungicidas (T1) e o tratamento com metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico apresentaram os maiores níveis de DON (501 ppb e 356 ppb), compatível com a maior incidência e severidade de giberela na ausência de controle químico (Tabelas 4 e 5). Por outro lado, os tratamentos com fungicidas (T2 a T8), que reduziram a incidência e severidade da doença, também apresentaram menores níveis de DON (Tabela 9). Na safra 2024, a média de todas as amostras foi de 898,2 ppb, abaixo dos limites legais para DON no Brasil (Tabela 9). Entretanto, em situações de maior pressão de giberela, a aplicação de fungicidas é essencial para ampliar a margem de segurança e mitigar riscos de contaminação por micotoxinas.

Considerações finais

A aplicação de fungicidas foi eficaz na redução da giberela, tanto em termos de incidência e de severidade da doença como na produção de micotoxinas, refletindo-se em maior produtividade e qualidade dos grãos. Entre os tratamentos avaliados, o fungicida à base de pidiflumetofen + protioconazol apresentou os menores valores de incidência, severidade e índice de giberela, além dos maiores valores observados para produtividade e peso do hectolitro. Apesar disso, não houve diferença estatística entre os tratamentos fungicidas para produtividade e peso do hectolitro, indicando que todos os produtos avaliados contribuíram para controle eficiente da doença.

A aplicação de fungicidas demonstrou ser eficaz para a redução dos níveis de DON em grãos de trigo, com eficiência variando entre 32,9 e 48,3%. O manejo integrado de giberela requer o uso de fungicidas, quando justificado pelas condições climáticas, rotação de culturas e uso de cultivares resistentes, para prevenir perdas de produtividade e garantir a qualidade e segurança do trigo.

Os resultados de controle de giberela do trigo aqui demonstrados servem para comparativo entre alguns produtos disponíveis para os produtores ou

Tabela 4. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle para incidência de giberela em trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados de 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2024.

Tratamento	Ingrediente ativo	Incidência de giberela em trigo (%)			Eficiência ⁽³⁾ (%)
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	
T1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	40,8 c	13,7	82,3	–
T2	Controle para comparação (trifloxistrobina + tebuconazol)	26,7 b	6,2	61,7	34,6
T3	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	23,9 ab	4,9	57,4	41,4
T4	Bixafem + protioconazol + trifloxistrobina	22,2 ab	4,1	54,7	45,6
T5	Azoxistrobina + mancozebe + protioconazol	25,5 b	5,6	59,9	37,5
T6	Metconazol	24,3 ab	5,1	58,0	40,4
T7	Metconazol e pidiflumetofen	20,3 a	3,3	51,7	50,2
T8	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	19,5 a	3,0	50,2	52,2
CV (%)		15,4	–	–	–

⁽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 raiz quadrada previamente à análise.

⁽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 no período de realização dos ensaios.

Tabela 5. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle para severidade de giberela em trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados de 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2024.

Tratamento	Ingrediente ativo	Severidade de giberela em trigo (%)			Eficiência ⁽³⁾ (%)
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	
T1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	11,3 d	2,2	47,2	–
T2	Controle para comparação (trifloxistrobina + tebuconazol)	5,7 c	0,7	25,2	49,6
T3	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	4,7 abc	0,5	21,0	58,4
T4	Bixafem + protioconazol + trifloxistrobina	4,4 abc	0,4	20,2	61,1
T5	Azoxistrobina + mancozebe + protioconazol	5,3 bc	0,6	23,8	53,1
T6	Metconazol	4,8 abc	0,5	21,7	57,5
T7	Metconazol e pidiflumetofen	4,2 ab	0,3	19,5	62,8
T8	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	3,8 a	0,3	17,0	66,4
CV (%)		18,2	–	–	–

⁽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+1 previamente à análise.

⁽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 no período de realização dos ensaios.

Tabela 6. Médias, agrupamento, intervalos de confiança e eficiência de controle de índice de giberela em trigo, estimados para diferentes tratamentos fungicidas. Dados sumarizados de 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2024.

Tratamento	Ingrediente ativo	Índice de giberela em trigo (%)			Eficiência ⁽³⁾ (%)
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	
T1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	6,9 b	1,9	14,8	–
T2	Controle para comparação (trifloxistrobina + tebuconazol)	2,5 a	0,1	7,9	63,8
T3	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	1,7 a	0,0	6,3	75,4
T4	Bixafem + protriocanazol + trifloxistrobina	1,6 a	0,0	6,3	76,8
T5	Azoxistrobina + mancozebe + protriocanazol	2,3 a	0,1	7,5	66,7
T6	Metconazol	1,9 a	0,0	6,7	72,5
T7	Metconazol e pidiflumetofen	1,5 a	0,0	6,0	78,3
T8	Pidiflumetofen + protriocanazol ⁽⁴⁾	1,4 a	0,0	5,7	79,7
CV (%)		45,5	–	–	–

⁽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 raiz quadrada previamente à análise.

⁽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 no período de realização dos ensaios.

Tabela 7. Médias, agrupamento intervalos de confiança e diferença relativa para rendimento 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 2024.

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 (sem aplicação de fungicida)	3.233 b	2.006	4.460	–
T2	Controle para comparação (trifloxistrobina + tebuconazol)	3.657 a	2.430	4.884	424
T3	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	3.677 a	2.451	4.903	444
T4	Bixafem + protriocanazol + trifloxistrobina	3.754 a	2.527	4.982	521
T5	Azoxistrobina + mancozebe + protriocanazol	3.804 a	2.577	5.032	571
T6	Metconazol	3.720 a	2.493	4.947	487
T7	Metconazol e pidiflumetofen	3.847 a	2.620	5.074	614
T8	Pidiflumetofen + protriocanazol ⁽⁴⁾	3.931 a	2.710	5.152	698
CV (%)		9,7	–	–	–

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

⁽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 no período de realização dos ensaios.

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 12 ensaios da Rede de Ensaios Cooperativos de Trigo para controle de giberela, safra 2024.

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 (sem aplicação de fungicida)	71,9 b	62,1	81,9	–
T2	Controle para comparação (trifloxistrobina + tebuconazol)	73,0 ab	63,2	82,8	1,1
T3	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	73,2 ab	63,4	83,1	1,3
T4	Bixafem + protioconazol + trifloxistrobina	73,3 ab	63,5	83,2	1,4
T5	Azoxistrobina + mancozebe + protioconazol	74,1 a	64,3	83,9	2,2
T6	Metconazol	74,3 a	64,5	84,1	2,4
T7	Metconazol e pidiflumetofen	74,3 a	64,4	84,1	2,4
T8	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	74,6 a	65,2	84,0	2,7
CV (%)		4,0	–	–	–

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

⁽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 no período de realização dos ensaios.

Tabela 9. 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 2024.

Tratamento	Ingrediente ativo	Deoxinivalenol em grãos de trigo (ppb)			
		Média ⁽¹⁾	IC limite inferior ⁽²⁾	IC limite superior ⁽²⁾	Eficiência ⁽³⁾ (%)
T1	Controle negativo (sem aplicação de fungicida)	501 b	20,7	12.146	–
T2	Controle para comparação (trifloxistrobina + tebuconazol)	336 a	13,7	8.237	32,9
T3	Metominostrobin + tebuconazol e tiofanato-metílico	356 ab	14,5	8.743	28,9
T4	Bixafem + protioconazol + trifloxistrobina	332 a	13,5	8.154	33,7
T5	Azoxistrobina + mancozebe + protioconazol	342 a	13,9	8.402	31,7
T6	Metconazol	324 a	13,2	7.960	35,3
T7	Metconazol e pidiflumetofen	259 a	10,6	6.359	48,3
T8	Pidiflumetofen + protioconazol ⁽⁴⁾	314 a	17,1	5.771	37,3
CV (%)		9,1	–	–	–

⁽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 previamente à análise.

⁽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 no período de realização dos ensaios.

ainda em fase de registro, e a utilização de três aplicações sequenciais do mesmo produto não deve ser tomada como recomendação de controle. A alternância de fungicidas com mecanismos de ação distintos deve ser observada como regra, para evitar o surgimento de variantes mais agressivas de patógenos (Resumo..., 2024).

Agradecimentos

Agradecemos a colaboração de Gabrieli Casarotto, da 3tentos Agroindustrial S.A.; Débora Fonseca Chagas, da G12Agro Pesquisa e Consultoria Agrônômica; Wilson Story Venancio, da CWR Pesquisa Agrícola Ltda.; Carlos Augusto Pizolotto, da CCGL - Cooperativa Central Gaúcha Ltda.; e Franklin Jackson Machado, da Universidade Federal de Viçosa.

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.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa Anvisa/DC nº 160, de 1º de julho de 2022. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. **Diário Oficial da União**, 4 jul. 2022. Seção 1, p. 142.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Estabelece o regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial da União**, 1 dez. 2010. Seção 1, p. 2-4.
- 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.; TIBOLA, C. S.; DEL PONTE, E. M.; CÓL, M. C. de; GUTERRES, C. W.; CHAGAS, D. F.; MARTINS, F. C.; MACHADO, F. J. **Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo**: Rede de Ensaios Cooperativos – safra 2023. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2024. 10 p. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 116). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1166408/1/BPD-116-online.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- 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: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1129989>. 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.
- MENDES, G. R. L.; DEL PONTE, E. M.; FELTRIN, A. C.; FURLONG, E. B.; OLIVEIRA, A. C. Common resistance to Fusarium head blight in Brazilian wheat cultivars. **Scientia Agricola**, v. 75, n. 5, p. 426-431, set./out. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0407>.
- NIU, G.; YANG, Q.; LIAO, Y.; SUN, D.; TANG, Z.; WANG, G.; XU, M.; WANG, C.; KANG, J. Advances in understanding *Fusarium graminearum*: genes involved in the regulation of sexual development, pathogenesis, and deoxynivalenol biosynthesis. **Genes**, v. 15, n. 4, art. 475, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes15040475>.
- R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. 2023. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 dez. 2024.
- RESUMO das orientações para manejo da resistência a fungicidas por grupo de trabalho FRAC (WG) e de fóruns de especialistas (EF) relevantes para cereais e milho. 12 p. Disponível em: https://www.frac-br.org/_files/ugd/6c1e70_0128a61af3b04e64851c06fe8eac39b0.pdf. Acesso em: 8 jan. 2025.

REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 16., 2023, Guarapuava, PR.

Informações técnicas para trigo e triticale - safra 2024 & 2025. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2024. 246 p. Disponível em: <https://static.conferenceplay.com.br/conteudo/arquivo/infotecnitrigotriticalesafra20242025/livrodigitalfinal-1721832775.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2024.

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, Dec. 1974.