

Avaliação comparativa da eficácia de fungicidas no crescimento micelial de espécies de *Fusarium* associadas à giberela da cevada

SAMARA MARTINS BATISTA¹; PEDRO DA LUZ KASTER²; MARIANA ÁVILA³;
LEANDRO JOSÉ DALLAGNOL⁴

¹ Universidade Federal de Pelotas – samaramartinsbatista@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – pedrokaster@hotmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – marianaavila1001@outlook.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – leandro.dallagnol@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A cevada (*Hordeum vulgare*) é uma cultura de relevante importância econômica, especialmente para a produção de malte. Sua qualidade e produtividade são frequentemente comprometidos por doenças fúngicas que se desenvolvem em condições quentes e úmidas. Entre os agentes fitopatogênicos causadores de doenças nos cereais, o gênero *Fusarium* se destaca por sua ampla distribuição, diversidade de espécies e impacto econômico. No Rio Grande do Sul, o *Fusarium graminearum* é o principal causador da giberela na cevada, mas pelo menos outras seis espécies estão associadas a doença: *F. gerlachii*, *F. meridionale*, *F. poae*, *F. avenaceum*, *F. cortaderiae* e *F. asiaticum* (FURTADO et al., 2025). A giberela reduz produtividade e pode contaminar grãos com micotoxinas produzidas por *Fusarium* que são prejudiciais para saúde humana e animal, como deoxinivalenol (DON), nivalenol (NIV) e zearalenona (ZEA) (NIELSEN et al., 2014; BADEA & WIJEKOON, 2021).

Nos últimos anos, o controle químico dessa doença tem se tornado cada vez mais desafiador em razão do surgimento de resistência aos fungicidas convencionais, o que reduz a eficácia dos tratamentos, eleva os custos de produção e exige o uso crescente de defensivos (NAVI et al., 2025). Nesse contexto, torna-se fundamental avaliar a sensibilidade de diferentes espécies de *Fusarium* a esses produtos, para identificar aqueles que apresentam maior eficiência no manejo da giberela e, assim, minimizar o risco de resistência (BECHER et al., 2010).

Entre as moléculas citadas na literatura para o controle da giberela estão o metconazol (triazol), o tiofanato-metílico (benzimidazol), a piraclostrobina (estrobilurina), o pidiflumetofen (inibidor da SDH) e o fenpropimorfe (morfolina), que diferem quanto ao alvo bioquímico, ao espectro de ação e ao potencial de impacto ambiental e de seleção de resistência (WEGULO, 2015; HE et al., 2018; CYCON et al., 2011; DUAN et al., 2019; CAMPAGNAC et al., 2009).

De acordo com o exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar, em condições *in vitro*, a sensibilidade de espécies de *Fusarium* ocorrentes na cultura da cevada a diferentes moléculas de fungicida.

2. METODOLOGIA

A sensibilidade aos fungicidas foi determinada utilizando meio à base de batata-dextrose-ágar (BDA) contendo concentrações crescentes de fungicidas (Tabela 1). As espécies de *Fusarium* utilizadas foram as descritas no levantamento realizado por Furtado et al (2025): *F. cortaderiae*, *F. gerlachii*, *F. graminearum*, *F. meridionale*, *F. poae*, *F. avenaceum* e *F. asiaticum*. Os fungos, preservados em

tubos de ensaio contendo BDA, foram reativados no mesmo meio de cultivo em placas de Petri. Após reativação, um tampão de ágar contendo micélio do fungo (com 7 mm de diâmetro), retirado da borda de uma cultura de 7 dias de idade de cada isolado cultivado em BDA, foi colocado no centro de uma placa de Petri (90 mm de diâmetro) contendo 10 ml de BDA com as concentrações de fungicidas especificadas. A incubação foi a 25°C no escuro, o crescimento radial foi medido em duas direções perpendiculares utilizando um paquímetro digital no momento em que as placas-testemunha (sem fungicida) preencheram completamente a área disponível. Três réplicas foram utilizadas para cada concentração. Com os dados obtidos foi determinada a concentração efetiva para reduzir o crescimento da colônia em 50% (CE_{50}), utilizando a redução relativa do crescimento da colônia e o logaritmo da concentração dos fungicidas.

Tabela 1 - Ingrediente ativo e concentrações utilizadas para cada molécula de fungicida

	Concentrações (mg/L)		
Metconazol	Fenpropimorfe	Pidiflumetofem	
0	0	0	0
0,025	5	0,01	
0,1	10	0,025	
0,5	30	0,1	
1	50	0,5	
5	100	1	
10	200	5	
30	500	10	

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da sensibilidade das diferentes espécies de *Fusarium* aos fungicidas foi realizada por meio da determinação da concentração efetiva capaz de inibir 50% do crescimento micelial (CE_{50}). Os valores foram estimados a partir das funções de regressão obtidas nos ensaios, relacionando a redução relativa do diâmetro das colônias com o logaritmo da concentração dos fungicidas. Os valores de CE_{50} ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) para cada combinação de espécie fúngica e fungicida são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - CE_{50} (Concentração efetiva) dos fungicidas fenpropimorfe, pidiflumetofen e metconazol necessária para inibir 50% do crescimento micelial das diferentes espécies de *Fusarium*. N/D = não determinado

Espécie	CE_{50} (fenpropimorfe) $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	CE_{50} (pidiflumetofen) $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	CE_{50} (metconazol) $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$
<i>F. asiaticum</i>	35,722	0,029	0,091
<i>F. avenaceum</i>	26,472	N/D	0,111
<i>F. cortaderiae</i>	29,793	0,272	1,912

<i>F. gerlachii</i>	54,632	0,486	0,108
<i>F. graminearum</i>	24,596	0,080	1,422
<i>F. meridionale</i>	35,709	0,252	2,176
<i>F. poae</i>	66,589	0,106	1,397

A sensibilidade das espécies de *Fusarium* aos fungicidas fenpropimorfe, pidiflumetofen e metconazol apresentou ampla variação (Tabela 2). Para fenpropimorfe, os valores de CE₅₀ oscilaram entre 24,596 mg·L⁻¹ (*F. graminearum*) e 66,589 mg·L⁻¹ (*F. poae*), evidenciando a demanda de doses mais elevadas desse princípio ativo em comparação com os triazóis e carboxamidas avaliados. O pidiflumetofen demonstrou a maior eficácia geral, com valores de CE₅₀ variando de 0,029 mg·L⁻¹ (*F. asiaticum*) a 0,486 mg·L⁻¹ (*F. gerlachii*); não foi possível determinar o valor para *F. avenaceum*, pois a concentração mais baixa utilizada no experimento já inibiu totalmente o crescimento micelial. Já para o metconazol, os valores oscilaram entre 0,091 mg·L⁻¹ (*F. asiaticum*) e 2,176 mg·L⁻¹ (*F. meridionale*), indicando sensibilidade intermediária das espécies a esse triazol. De modo geral, *F. asiaticum* mostrou-se a espécie mais sensível aos fungicidas testados, enquanto *F. poae* e *F. meridionale* requeram doses maiores, sobretudo frente ao fenpropimorfe e ao metconazol.

Os resultados evidenciam diferenças significativas na sensibilidade entre espécies do complexo *Fusarium*, o que tem implicações importantes para o manejo químico da giberela. O fenpropimorfe, pertencente ao grupo das morfolinas, apresentou os maiores valores de CE₅₀, sugerindo baixa eficiência na inibição do crescimento micelial em comparação com os demais fungicidas. O pidiflumetofen, uma carboxamida de última geração, apresentou elevada atividade *in vitro* contra todas as espécies, com CE₅₀ geralmente abaixo de 0,5 mg·L⁻¹. Já o metconazol, triazol amplamente utilizado no manejo de doenças em cereais, apresentou eficácia variável entre as espécies, com destaque para a maior sensibilidade de *F. asiaticum* enquanto para *F. meridionale* foi requerido maiores concentrações. Esses resultados reforçam observações anteriores de que a resposta das espécies de *Fusarium* a triazóis pode variar substancialmente ANDERSON *et al.*, 2020).

De maneira geral, a maior sensibilidade de *F. asiaticum* e as maiores concentrações requeridas por *F. poae* e *F. meridionale* indicam que o espectro de eficiência dos fungicidas pode não ser uniforme dentro do complexo de espécies. Isso sugere a necessidade de estratégias de manejo integrado que considerem tanto a rotação de fungicidas com diferentes modos de ação quanto a vigilância constante da sensibilidade populacional, a fim de reduzir o risco de seleção de isolados resistentes.

4. CONCLUSÕES

O pidiflumetofen apresentou a maior eficácia no controle das espécies de *Fusarium*, seguido pelo metconazol, enquanto o fenpropimorfe foi o menos eficiente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, N. R. et al. **Sensitivity of *Fusarium graminearum* to Metconazole and Tebuconazole Fungicides Before and After Widespread Use in Wheat in the United States.** Plant Health Progress, v. 21, n. 2, p. 85-90, 2020.
- BADEA, A.; WIJEKOON, C. Benefits of barley grain in animal and human diets. In: GOYAL, A. K. (Org.). **Cereal grains – volume 1.** London: IntechOpen, 2021. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/75956>. Acesso em: 16 ago. 2025.
- BECHER, R.; HETTWER, U.; KARLOVSKY, P.; DEISING, H. B.; WIRSEL, S. G. R. **Adaptation of *Fusarium graminearum* to tebuconazole yielded descendants diverging for levels of fitness, fungicide resistance, virulence, and mycotoxin production.** Phytopathology, v. 100, n. 5, p. 444–453, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-100-5-0444>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- CAMPAGNAC, E. et al. **Fenpropimorph slows down the sterol pathway and the development of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices*.** Mycorrhiza, v. 19, p. 365–374, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00572-009-0238-1>. Acesso em: 16 ago. 2025.
- CYCÓN, M.; WÓJCIK, M.; PIOTROWSKA-SEGET, Z. **Biodegradation kinetics of the benzimidazole fungicide thiophanate-methyl by bacteria isolated from loamy sand soil.** Biodegradation, v. 22, n. 3, p. 573–583, jun. 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10532-010-9430-4>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- DUAN, Y. et al. **Pharmacological characteristics and control efficacy of a novel SDHI fungicide pydiflumetofen against *Sclerotinia sclerotiorum*.** Plant Disease, v. 103, n. 1, p. 77–82, 2019. Disponível em: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-05-18-0763-RE>. Acesso em: 16 ago. 2025.
- FURTADO, E. B.; GUATIMOSIM, E.; DE BARROS, D. R.; MALLMANN, C. A.; ARAUJO FILHO, J. V. D.; MARTINS, S. D. O.; TESSMANN, D. J.; ROMBALDI, C. V.; SCHLÖSSER, L. M. D. L.; FAVARETTO, A.; DALLAGNOL, L. J. **Fusarium Head Blight in Barley from Subtropical Southern Brazil: associated *Fusarium* species and grain contamination levels of deoxynivalenol and nivalenol.** Plants, v. 14, p. 2327, 2025.
- HE, R. et al. **Enantioselective determination of metconazole in multi matrices by high-performance liquid chromatography.** Talanta, v. 178, p. 980–986, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039914017309876>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- NAQVI, S. A. H. et al. **Fungicide resistance in *Fusarium* species: exploring environmental impacts and sustainable management strategies.** Archives of Microbiology, v. 207, n. 2, p. 31. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39792175/>. Acesso em: 16 ago. 2025.
- NIELSEN, L. K. et al. **The prevalence and impact of Fusarium head blight pathogens and mycotoxins on malting barley quality in UK.** International Journal of Food Microbiology, v. 179, p. 38–49, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160514001469>. Acesso em: 16 ago. 2025.