

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA

LARA EDUARDA FAGGION GUERO

REAÇÃO DE CULTIVARES DE AVEIA À *Fusarium graminearum*

ERECHIM

2025

LARA EDUARDA FAGGION GUERO

REAÇÃO DE CULTIVARES DE AVEIA À *Fusarium graminearum*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Paola Mendes Milanesi

ERECHIM

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Guero, Lara Eduarda Faggion

Reação de cultivares de aveia à *Fusarium graminearum*
/ Lara Eduarda Faggion Guero. -- 2025.
42 f.:il.

Orientadora: Profª Drª Paola Mendes Milanesi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Erechim, RS, 2025.

1. URS Olada. 2. URS Poente. 3. *Gibberella zeae*. 4.
controle. 5. produtividade. I. Milanesi, Paola Mendes,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

LARA EDUARDA FAGGION GUERO

REAÇÃO DE CULTIVARES DE AVEIA À *Fusarium graminearum*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 27/06/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Paola Mendes Milanesi - UFFS
Orientadora

Prof.^a Dr.^a Sandra Maria Maziero - UFFS
Avaliadora

Eng. Agr. Me. Rodrigo José Tonin - UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, que sob
muito sol, fizeram-me chegar até aqui, na
sombra.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados e por ter permitido força, saúde e determinação durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Sandro Luiz Guero e Marli Terezinha Faggion, que abdicaram noites de sono para me proporcionar o melhor, expresse minha mais profunda gratidão pelo amor, dedicação e apoio incondicional ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. Foram a base sólida que me sustentou nos momentos de dificuldade e a inspiração constante para seguir em frente. Agradeço por cada gesto de incentivo, por cada palavra de encorajamento e, sobretudo, por acreditarem em meu potencial mesmo diante dos desafios.

A minha amada família, pelo apoio, incentivo e dedicação incondicional ao longo de toda a minha formação acadêmica. Cada conquista alcançada é reflexo do amor, paciência e compreensão que sempre me foram oferecidos nos momentos mais desafiadores. A presença constante e o suporte emocional de vocês foram fundamentais para que eu pudesse chegar até aqui com sabedoria e confiança.

Em especial, agradeço à minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Paola Mendes Milanesi, pela orientação, paciência e dedicação ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos demais professores do curso de Agronomia, que contribuíram significativamente para minha formação profissional e pessoal, deixo meu sincero agradecimento.

Ao Prof. Dr. Marcelo Teixeira Pacheco da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) pela cessão de sementes de aveia utilizadas neste estudo.

Aos amigos que caminharam ao meu lado durante esta jornada acadêmica, agradeço pelo companheirismo e pela amizade que tornaram essa trajetória mais leve e significativa. Em especial, agradeço aos colegas do Laboratório de Fitopatologia, pelo convívio diário, pelas trocas de conhecimento, pelo espírito de colaboração e pela dedicação durante as atividades práticas e experimentais.

Aos membros da banca, minha profunda gratidão pelas valiosas contribuições e sugestões que ajudarão a enriquecer este trabalho, tornando-o ainda mais completo.

Por fim, não menos importante, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte desta etapa tão importante da minha vida. Cada palavra de apoio, cada gesto de carinho e cada sorriso de incentivo foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Vocês moram em meu coração e levarei cada um de vocês comigo em minha jornada. Obrigada.

RESUMO

Em aveia granífera, a fusariose da panícula é uma doença de difícil controle, além de provocar redução do peso hectolitro, peso de mil grãos e produtividade. A utilização de fungicidas constitui a principal estratégia de controle da doença. Teve-se como objetivo avaliar e quantificar o controle de *Fusarium graminearum* e os danos causados pela fusariose em panículas de aveia granífera, frente ao uso combinado de fungicidas químicos e biológico, em diferentes programas de aplicação, e o efeito da integração dessas medidas sobre o rendimento da cultura. Foram utilizadas duas cultivares de aveia granífera: URS Olada (ciclo precoce) e URS Poente (ciclo tardio). O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com 4 repetições e 5 tratamentos para a URS Olada; e 3 repetições e 5 tratamentos para URS Poente. Os fungicidas utilizados foram aplicados sequencialmente a partir do florescimento e são específicos para fusariose da panícula, sendo: testemunha (T1), sem aplicação de fungicidas; T2) pidiflumetofen (200 g L⁻¹) + azoxistrobina + ciproconazol (200 g L⁻¹ + 80 g L⁻¹); T3) pidiflumetofen (200 g L⁻¹) + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus* (0,5 L⁻¹); T4) bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (125 g L⁻¹ + 175 g L⁻¹ + 150 g L⁻¹) + tiofanato-metílico (850 g kg⁻¹); T5) bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (125 g L⁻¹ + 175 g L⁻¹ + 150 g L⁻¹) + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus* (0,5 L⁻¹). Avaliou-se: incidência e severidade (%) de fusariose da panícula em grãos em massa mole; peso hectolitro; peso de mil grãos; produtividade; germinação e sanidade de sementes. T5 teve a maior produtividade (1693,6 kg ha⁻¹), peso hectolitro (41,7 kg hL⁻¹) e peso de mil grãos (29,3 g) para URS Olada; por outro lado, na cv. URS Poente, os melhores resultados foram obtidos em T4 (maior produtividade, 1.175,3 kg ha⁻¹) e T3 (maior peso de mil grãos, 26,4 g). Ainda, T2 destacou-se por promover a maior germinação de sementes em URS Olada (96%); e T2 (76,5%) e T4 (77,0%) em URS Poente. T4 proporcionou maior controle da doença em grãos em massa mole para ambas as cultivares (média de 27,55% de índice de doença). Para URS Olada, em T2 e T4 houve redução na incidência de fungos em sementes (*Phoma* spp., *Fusarium* spp. e *Drechslera* spp.); contudo, em URS Poente, os tratamentos T2 e T3 indicaram maior redução de *Fusarium* spp., *Phoma* spp. e *Cladosporium* spp. A resposta de URS Poente foi inferior à de URS Olada, indicando que cultivares de aveia granífera tardias demandam estratégias de manejo mais rigorosas para mitigar os efeitos da fusariose da panícula.

Palavras-chave: URS Olada; URS Poente; *Gibberella zeae*; controle; produtividade.

ABSTRACT

In grain oats, panicle fusariosis is a difficult disease to control, in addition to causing reduction in hectoliter weight, thousand-grain weight and productivity. The use of fungicides is the main strategy to control the disease. This study aimed to evaluate and quantify the control of *Fusarium graminearum* and the damage caused by fusariosis in grain oat panicles, when using combined chemical and biological fungicides in different application programs, and the effect of integrating these measures on crop yield. Two grain oat cultivars were used: URS Olada (early cycle), and URS Poente (late cycle). The experiment was conducted in a randomized block design with 4 replicates and 5 treatments for URS Olada; and 3 replicates and 5 treatments for URS Poente. The fungicides used were applied sequentially from flowering onwards and are specific for panicle fusariosis, as follows: control (T1), without fungicide application; T2) pidiflumetofen (200 g L^{-1}) + azoxystrobin + cyproconazole ($200 \text{ g L}^{-1} + 80 \text{ g L}^{-1}$); T3) pidiflumetofen (200 g L^{-1}) + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus* (0.5 L^{-1}); T4) bixafem + prothioconazole + trifloxystrobin ($125 \text{ g L}^{-1} + 175 \text{ g L}^{-1} + 150 \text{ g L}^{-1}$) + methyl thiophanate (850 g kg^{-1}); T5) bixafem + prothioconazole + trifloxystrobin ($125 \text{ g L}^{-1} + 175 \text{ g L}^{-1} + 150 \text{ g L}^{-1}$) + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus* (0.5 L^{-1}). The following were evaluated: incidence and severity (%) of panicle fusariosis in soft grains; hectoliter weight; thousand grain weight; productivity; germination and seed sanity. T5 had the highest productivity ($1693.6 \text{ kg ha}^{-1}$), hectoliter weight (41.7 kg hL^{-1}) and thousand grain weight (29.3 g) for URS Olada; on the other hand, in cv. URS Poente, the best results were obtained in T4 (highest productivity, $1,175.3 \text{ kg ha}^{-1}$) and T3 (highest thousand grain weight, 26.4 g). Furthermore, T2 stood out for promoting the highest seed germination in URS Olada (96%); and T2 (76.5%) and T4 (77.0%) in URS Poente. T4 provided greater control of the disease in soft grains for both cultivars (average of 27.55% disease index). For URS Olada, in T2 and T4 there was a reduction in the incidence of fungi in seeds (*Phoma* spp., *Fusarium* spp. and *Drechslera* spp.); however, in URS Poente, treatments T2 and T3 indicated a greater reduction of *Fusarium* spp., *Phoma* spp., and *Cladosporium* spp. The response of URS Poente was lower than that of URS Olada, indicating that late grain oat cultivars require more rigorous management strategies to mitigate the effects of panicle fusariosis.

Keywords: URS Olada; URS Poente; *Gibberella zeae*; control; productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Precipitação média (mm) e temperatura média (°C) do período entre 11/06/2024 a 25/11/2024, durante o ciclo da aveia granífera. UFFS – <i>Campus Erechim</i> /RS.....	13
Figura 2 - Condições ambientais vigentes durante a antese em aveia, para as cultivares URS Olada e URS Poente, em Erechim - RS, safra 2024.....	14
Figura 3 - Escala diagramática para avaliação do grau de severidade de giberela em cereais de inverno.....	18
Figura 4 - Avaliação de severidade de fusariose da panícula em aveia branca cv. URS Olada (ciclo precoce) após tratamentos fungicida: T1) testemunha; T2) pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) pidiflumetofen + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus pumilus</i> ; T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico; e T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus pumilus</i>	24
Figura 5 - Incidência (%) de fungos em sementes de aveia branca, cv. Olada, após tratamentos fungicida: T1) testemunha; T2) pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) pidiflumetofen + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus pumilus</i> ; T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico; e T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus pumilus</i>	27
Figura 6 - Incidência (%) de fungos em sementes de aveia branca, cv. URS Poente, após tratamentos fungicida: T1) testemunha; T2) pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) pidiflumetofen + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus pumilus</i> ; T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico; e T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + <i>Bacillus subtilis</i> + <i>Bacillus velezensis</i> + <i>Bacillus pumilus</i>	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos (Trat), produto comercial, ingrediente ativo, doses, grupo químico e adjuvante utilizados para controle de fusariose da panícula em aveia branca.....	16
Tabela 2 - Condições ambientais no momento das aplicações de fungicidas para o controle de fusariose em aveia (<i>Avena sativa</i>) cvs. URS Olada e URS Poente, safra 2024. Erechim – RS.....	16
Tabela 3 - Peso de mil grãos (PMG, g), peso hectolitro (PH, kg hL ⁻¹) e produtividade (kg ha ⁻¹) de aveia branca, cvs. URS Olada (ciclo precoce) e URS Poente (ciclo tardio), após aplicação de fungicidas químicos, associados ou não a biológico, para controle de fusariose da panícula.....	21
Tabela 4 - Incidência (%), severidade (%) e índice de doença (%) em aveia branca, cvs. URS Olada (ciclo precoce) e URS Poente (ciclo tardio), após aplicação de fungicidas químicos, associados ou não a biológico, para controle de fusariose da panícula.....	23
Tabela 5 - Germinação (%) de sementes de aveia branca, cvs. URS Olada (ciclo precoce) e URS Poente (ciclo tardio), após aplicação de fungicidas químicos, associados ou não a biológico, para controle de fusariose da panícula.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4 CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE 1 – Implantação do experimento	35
APÊNDICE 2 – Produção e distribuição de peritécios de <i>Gibberella zeae</i>.....	36
APÊNDICE 3 – Aplicações fungicidas	37
APÊNDICE 4 – Tratos culturais.....	38
APÊNDICE 5 – Experimento	39
APÊNDICE 6 – Patógenos observados em sementes de aveia. A) <i>Alternaria</i> spp., B) <i>Phoma</i> spp., C) <i>Penicillium</i> spp., D) <i>Fusarium</i> spp., E) <i>Drechslera</i> spp., F) <i>Cladosporium</i> spp...40	
APÊNDICE 7 – Análises realizadas no laboratório. A) Limpeza; B) Acondicionamento de amostras; C) Produtividade; D) Umidade; E) Peso de mil grãos; F) Peso hectolitro G) Teste de germinação; H) Teste de sanidade; I) Avaliação de severidade e incidência de fusariose da panícula.....41	
APÊNDICE 8 – Colheita.....	42

1 INTRODUÇÃO

A aveia (*Avena* spp.) é uma das principais espécies de cereais cultivados mundialmente, possuindo ampla aptidão no campo (De Mori; Fontanelli; Santos, 2012). Dentre as espécies de aveia cultivadas no Brasil, a hexaplóide aveia branca (*Avena sativa* L.), ou granífera, tem seu cultivo destinado à produção de grãos (Pacheco *et al.*, 2021).

O cultivo de aveia se dá no Sul do Brasil quase que em sua totalidade e essa concentração deve-se às características climáticas serem mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura nesta região (Pacheco *et al.*, 2021). A produção mundial de aveia em 2023 foi estimada em 23,1 milhões de toneladas (FAO, 2023). Na safra de 2024, a área para o cultivo do cereal no Brasil foi de 488,4 mil hectares, com produção de 1.041,5 mil toneladas e produtividade média de 2.132 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024).

Com o aumento da área de cultivo de aveia granífera, verificou-se o aumento de doenças que incidem sobre a cultura (Deuner *et al.*, 2021) e, entre elas, destaca-se a fusariose da panícula. Essa doença é causada pelo fungo necrotrófico *Fusarium graminearum* (anam.), sendo sinônimo *Gibberella zeae* (teleom.) (Lima *et al.*, 2008). Entre as fontes de inóculo do patógeno tem-se sementes e restos culturais e a sua transmissão pode ser realizada através dos respingos de chuva para curtas distâncias, e por meio do vento para longas distâncias (Amorim *et al.*, 2016).

A temperatura ideal para o desenvolvimento de *F. graminearum* é de 20 °C, com molhamento foliar contínuo de 30 horas (Amorim *et al.*, 2016). A infecção se dá no momento em que o fungo atinge as flores ou os grãos ainda em desenvolvimento (Casa *et al.*, 2007). Os sintomas característicos da doença são espiguetas despigmentadas, cuja coloração é esbranquiçada ou palha e os grãos, quando formados, são chochos, enrugados e de coloração rosada (Lima *et al.*, 2008).

Os prejuízos causados pela fusariose são extensos, uma vez que, a floração da cultura coincide, muitas vezes, com longos períodos chuvosos, o que favorece o desenvolvimento da doença, reduzindo o rendimento de grãos (Amorim *et al.*, 2016). Contudo, os danos causados pela incidência da doença são não somente quantitativos, mas também qualitativos, em razão da produção de micotoxinas, que são substâncias químicas sintetizadas pelo fungo, as quais são nocivas aos animais e ao homem. A vomitoxina ou também chamada de desoxinivalenol (DON) é a principal toxina produzida pelo *F. graminearum* (Viana, 2013).

A fusariose em aveia é, portanto, considerada de difícil controle, pois não há cultivares resistentes à doença (Viana, 2013). Por isso, para o controle da fusariose são recomendadas três

medidas, que devem ser empregadas de maneira conjunta: *i)* resistência genética, pelo uso de cultivares com maior número de genes que conferem resistência parcial à doença; *ii)* manejo cultural, por meio de práticas como rotação de culturas, época e escalonamento da semeadura; e *iii)* controle químico, pela aplicação de fungicidas químicos e biológicos (Santana *et al.*, 2012).

A aplicação simultânea de fungicidas químicos e agentes de controle biológico, das quais se sobressaem bactérias do gênero *Bacillus*, tem assumido uma posição de destaque. As espécies de *Bacillus* mostram-se como excelente agente de biocontrole, sendo usadas comercialmente frente a diversas doenças de plantas (Yao *et al.*, 2006).

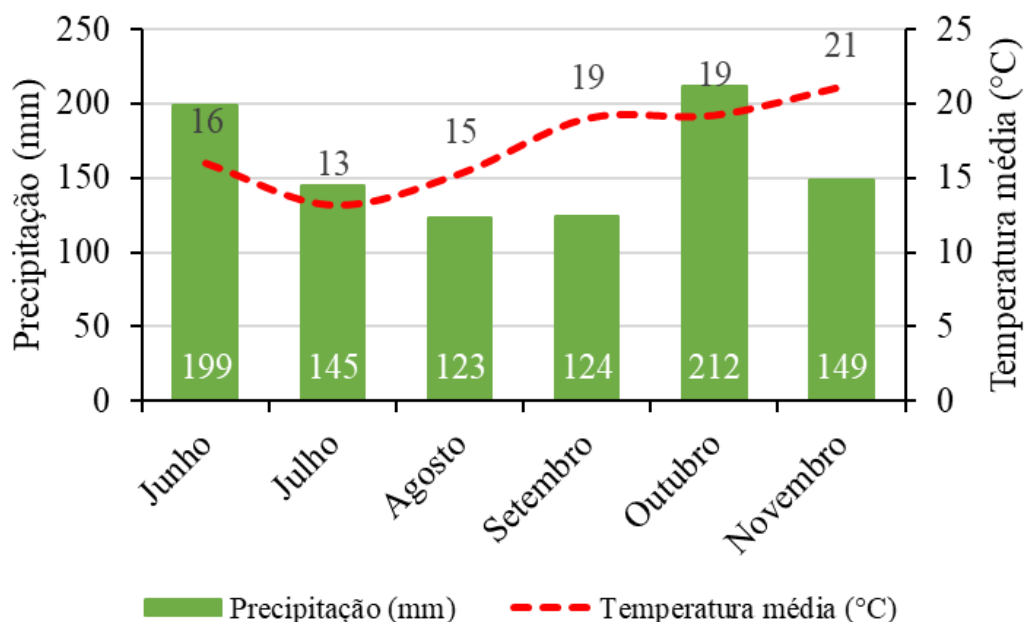
Nesse contexto, teve-se como objetivo avaliar e quantificar o controle de *Fusarium graminearum* e os danos causados pela fusariose em panículas de aveia granífera, frente ao uso combinado de fungicidas químicos e biológico, em diferentes programas de aplicação, e o efeito da integração dessas medidas sobre o rendimento da cultura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Área Experimental e no Laboratório de Fitopatologia, ambos localizados na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS, na safra 2024.

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (*Oxisol*), unidade de mapeamento Erechim (EMBRAPA, 2018). Previamente, foram coletadas amostras de solo na profundidade 0,00-0,10 m para a caracterização química, sendo: pH: 5,6; matéria orgânica (MO): 5,0% (teor médio); P: 20,8 mg dm⁻³; K: 393,6 cmol_c dm⁻³; Al: 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca: 9,5 cmol_c dm⁻³; Mg: 4,7 cmol_c dm⁻³; e CTC: 15,2 cmol_c dm⁻³. O clima do local é classificado como Cfa (clima temperado úmido com verão quente) conforme classificação de Köppen, apresentando chuvas bem distribuídas ao longo do ano (CEMETRS, 2012). Na figura 1 estão representadas as condições de precipitação e temperatura médias durante o período de condução do experimento; já na figura 2 constam informações meteorológicas específicas para o ambiente no momento da antese da aveia granífera.

Figura 1 - Precipitação média (mm) e temperatura média (°C) no período entre 11/06/2024 a 25/11/2024, durante o ciclo da aveia granífera. UFFS - Campus Erechim, RS.

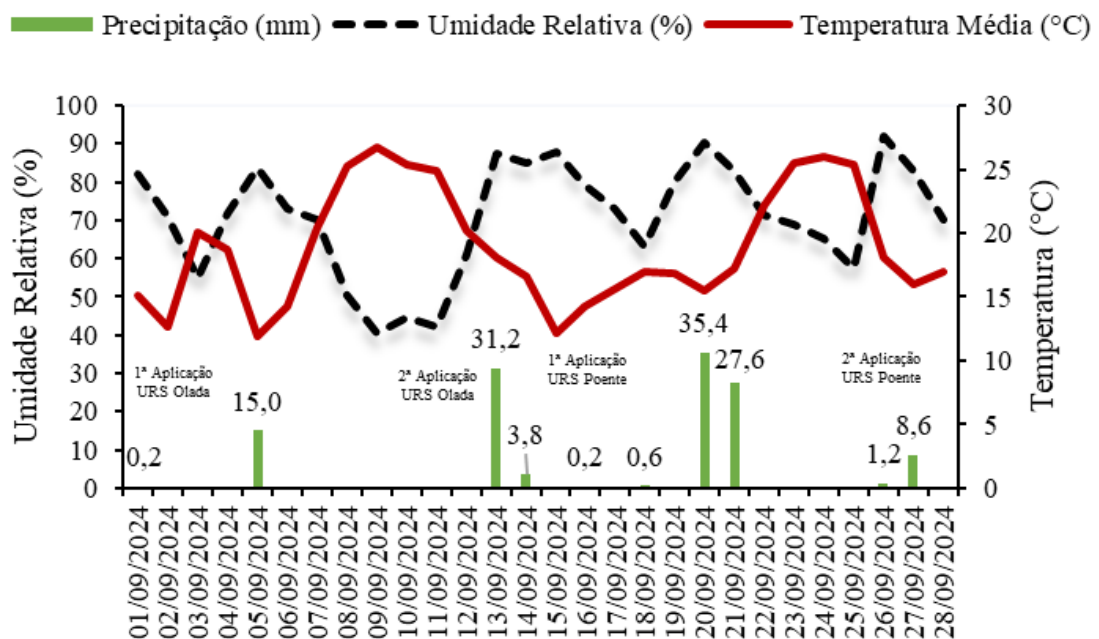


Fonte: Inmet (2024).

Foram utilizadas duas cultivares de aveia granífera, ambas com resposta resistente a ferrugem da folha: URS Olada - de ciclo precoce; e URS Poente - de ciclo tardio. A semeadura

foi realizada em sistema de plantio direto na palha e a área onde o experimento foi implantado tem como histórico cultivo de: feijão (2021/22); trigo (2022); soja (2022/23); trigo (2023); soja (2023/24). Foi realizada dessecação em pré-semeadura da aveia com os herbicidas cletodim (240 g L^{-1} ; $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ + 0,5% óleo mineral v/v) e glifosato (620 g L^{-1} ; $3,0 \text{ L ha}^{-1}$ + 0,5% óleo mineral v/v) com um volume de calda de 200 L ha^{-1} , conforme a bula dos herbicidas.

Figura 2 - Condições ambientais vigentes durante a antese em aveia, para as cultivares URS Olada e URS Poente, em Erechim - RS, safra 2024.



Fonte: Inmet (2024).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos casualizados (DBC) com 4 repetições e 5 tratamentos para a cv. Olada e 3 repetições e 5 tratamentos para a cv. Poente, totalizando 20 e 15 unidades experimentais (parcelas), respectivamente. Cada parcela tinha dimensões de 1,02 m de largura por 5 m de comprimento, totalizando $5,1 \text{ m}^2$. A diferença nas repetições entre as cultivares se deu em razão de alta infestação por azevém, o que comprometeu a homogeneidade e inviabilizou a coleta de dados de tal repetição.

As sementes de aveia granífera foram tratadas com fungicida e inseticida. A semeadura foi realizada em 11/06/2024 com semeadora de fluxo contínuo, com linhas espaçadas em 0,17 m, sendo a densidade de 53-54 sementes por metro linear para a obtenção da população final de 230 sementes aptas por m^2 , recomendação essa para ambas as cultivares utilizadas.

A adubação de base foi realizada com fertilizante mineral N-P-K (fórmula 05-20-20) na proporção de 255 kg ha⁻¹. Posteriormente, foram realizadas duas aplicações de uréia (45% N), em que a primeira foi feita quando as plantas estavam expandindo a quarta folha (3,5 folhas); e a segunda na expansão da sexta folha (5,5), utilizando 85,9 kg ha⁻¹ em cada estágio.

Para o controle da planta daninha azevém (*Lolium multiflorum*) foram realizadas capinas manuais. Já as aplicações de inseticida, visando o controle de pulgões e percevejos, foram realizadas conforme preconizado nas Indicações Técnicas para a Cultura da Aveia (Danielowski *et al.* 2021).

Foram realizadas aplicações de fungicidas, padronizadas para todos os tratamentos (exceto testemunha), tendo em vista o controle de oídio, ferrugem da folha e manchas foliares que incidem sobre a aveia. Essas aplicações foram realizadas considerando as doses de bula, nos estádios de *perfilhamento e alongamento* da cultura, com os fungicidas fluxapiroxade + piraclostrobina (167 g L⁻¹ + 333 g L⁻¹) + fenpropimorfe (750 g L⁻¹) e tetraconazol + azoxistrobina (80 g L⁻¹ + 100 g L⁻¹), respectivamente. Essas aplicações foram realizadas em um intervalo de 15 dias e volume de calda regulado em 150 L ha⁻¹. Para o controle de fusariose, os fungicidas utilizados foram específicos para esse alvo biológico (Tabela 1).

O produto comercial formulado a partir de cepas de *Bacillus* é composto por: *Bacillus subtilis*, isolado CCTB04 (mínimo de 1,5x10¹¹, endósporos viáveis por L de produto comercial; 33,3 gramas L⁻¹); *Bacillus velezensis*, isolado CCTB09 (mínimo de 1,2x10¹¹, endósporos viáveis por L de produto comercial; 33,3 gramas L⁻¹); e *Bacillus pumilus*, isolado CCTB05 (mínimo de 1,9x10¹¹, endósporos viáveis por L de produto comercial; 33,3 gramas L⁻¹).

As aplicações específicas para a fusariose da panícula foram realizadas de modo sequencial, a partir do início do florescimento, e repetidas em um intervalo de, no máximo, 10 dias. Os fungicidas foram aplicados com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂, sendo que nas aplicações específicas para controle de fusariose foram utilizadas pontas tipo duplo leque (modelo 110:02), sem indução de ar, espaçadas em 0,5 m e com regulação do volume de calda para 200 L⁻¹. As condições ambientais vigentes no momento das aplicações são apresentadas na Tabela 2.

Tendo em vista que o experimento foi conduzido conforme o protocolo “viveiro de giberela” (Lima, 2002), se fez necessária a produção de inóculo do patógeno. Para isso, no Laboratório de Fitopatologia da UFFS - Campus Erechim foi realizada a produção de peritécios de *Gibberella zeae* (Lima, 2007), utilizando-se grãos de aveia autoclavados como meio de cultura.

Tabela 1 – Tratamentos (Trat), produto comercial, ingrediente ativo, doses, grupo químico e adjuvante utilizados para controle de fusariose da panícula em aveia branca.

Trat	Produto comercial	Ingrediente ativo, doses e (Grupo químico)	Adjuvante
T1	TESTEMUNHA	Sem aplicação de fungicidas	
T2	MIRAVIS + PRIORI EXTRA	pidiflumetofen (200 g L ⁻¹) + azoxistrobina + ciproconazol (200 g L ⁻¹ + 80 g L ⁻¹) (Carboxamida) + (Estrobirulina + Triazol)	INTENSE 0,5% v/v
T3	MIRAVIS + BOMBARDEIRO	pidiflumetofen (200 g L ⁻¹) + <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus velezensis</i> , <i>Bacillus pumilus</i> (0,5 L ha ⁻¹) (Carboxamida) + (agente de controle biológico)	INTENSE 0,5% v/v
T4	FOX XPRO + SUPORT WG	bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (125 g L ⁻¹ + 175 g L ⁻¹ + 150 g L ⁻¹) + tiofanato-metílico (850 g kg ⁻¹) (Carboxamida + Triazolintiona + Estrobilurina) + (Benzimidazol)	-
T5	FOX XPRO + BOMBARDEIRO	Bixafem + protioconazol + trifloxistrobina (125 g L ⁻¹ + 175 g L ⁻¹ + 150 g L ⁻¹) + <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Bacillus velezensis</i> , <i>Bacillus pumilus</i> (0,5 L em ⁻¹); (Carboxamida + Triazolintiona + Estrobilurina) + (agente de controle biológico)	-

Fonte: O autor (2025).

Tabela 2 - Condições ambientais no momento das aplicações de fungicidas para o controle de fusariose em aveia (*Avena sativa*) nas cvs. URS Olada e URS Poente, safra 2024. Erechim - RS.

Condições ambientais	URS Olada (ciclo precoce)		URS Poente (ciclo tardio)	
	1ª aplicação (02/09/2024)	2ª aplicação (12/09/2024)	1ª aplicação (16/10/2024)	2ª aplicação (26/10/2024)
Temperatura do ar (°C)	23,8	25,0	20,0	27,1
Umidade relativa do ar (%)	61,0	62,0	61,0	42,0
Velocidade do vento (km h ⁻¹)	2,7	4,1	2,5	2,5

Fonte: O autor (2025).

Sacos plásticos contendo grãos de aveia esterilizados receberam uma suspensão de conídios de um isolado de *Fusarium graminearum* (FG T 01-16 LFUFFS) pertencente à coleção do Laboratório de Fitopatologia da UFFS - Campus Erechim. Esse isolado já foi previamente identificado e caracterizado. Em seguida, os sacos plásticos contendo os grãos inoculados foram acondicionados em incubadora a 22 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante 15 dias, sendo agitados diariamente para que o patógeno colonizasse completamente os grãos. Após isso, os grãos foram colocados em bandejas e então levadas a um ambiente de casa de vegetação para desidratação.

Para a formação dos peritécios foi necessário colocar os grãos colonizados por *Gibberella zeae* em um ambiente favorável ao seu desenvolvimento, como um viveiro. Para isso, quando os grãos se apresentaram secos e desidratados, em casa de vegetação, foram distribuídos em camadas finas dentro de caixas de areia cobertas com sombrite. Essas caixas foram regadas diariamente para o melhor desenvolvimento do fungo que, por volta de 30 dias nesse ambiente, formou estruturas denominadas peritécios, contendo ascas com ascósporos. Em seguida, os peritécios foram recolhidos e armazenados em sacos de papel para posterior distribuição dos grãos no campo.

Os peritécios foram distribuídos no experimento em 03/09/2024 - para URS Olada, e 17/10/2024 - para URS Poente, quando as plantas estavam na fase de emborrachamento. A dispersão do inóculo foi feita próximo as parcelas de cada bloco experimental, com o objetivo de ser fonte de inóculo para o desenvolvimento da fusariose na cultura da aveia.

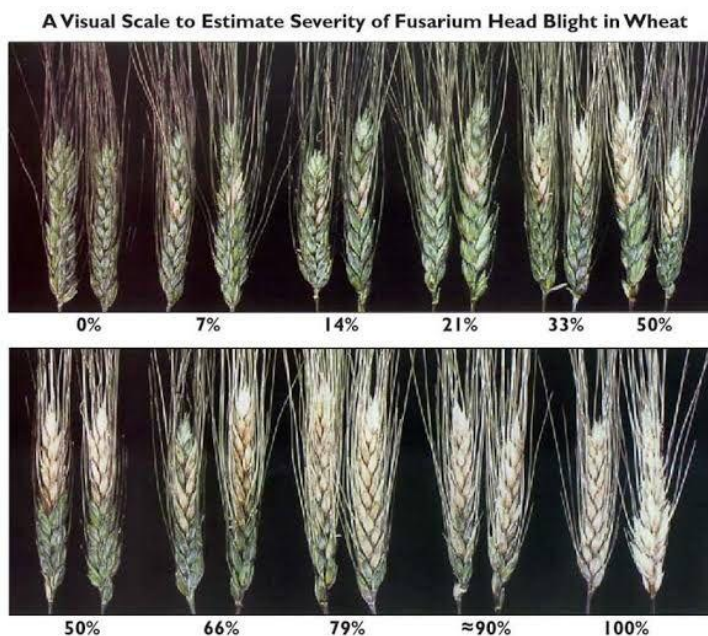
A eficiência dos tratamentos fungicidas no controle da fusariose foi quantificada pela severidade (%) da doença em cada tratamento. Para isso foram avaliadas amostras (panículas), em cada unidade experimental, sendo estas coletadas no estágio de grãos em massa mole. Considerando-se panícula infectada aquela com presença de uma ou mais espiguetas(s) infectada(s) e que apresentem sintomas característicos de fusariose.

As panículas foram coletadas a partir da bordadura de cada parcela experimental em três linhas centrais (1 m linear cada, na sequência da linha de semeadura), totalizando 3 m lineares por parcela (Santana *et al.*, 2020). Após a coleta, foram avaliadas 100 panículas por parcela quanto à incidência (I, %) e severidade (S, %) de fusariose e, em seguida, foi estimado o índice de doença ($ID = I * S/100$).

Para a incidência foi considerado o número de panículas com sintomas de fusariose (uma espiguetas giberelada por panícula, pelo menos) em relação ao total de panículas avaliadas. Já, para a severidade, foi considerada a escala de Stack e McMullen (1995). A fim de facilitar

as avaliações das panículas, as mesmas foram armazenadas em freezer doméstico, em sacos de papel kraft, para manutenção da coloração verde das panículas.

Figura 3 - Escala diagramática utilizada para avaliação do grau de severidade de giberela em cereais de inverno.



Fonte: STACK; MCMULLEN (1995).

A colheita da aveia foi realizada manualmente em 06/11/2014 para a cultivar de ciclo precoce (URS Olada); e em 25/11/2024 para a cultivar de ciclo tardio (URS Poente). Para isso, utilizaram-se foices para o corte das plantas dentro da área útil de parcela, correspondente a 2,7m² centrais. As amostras coletadas foram trilhadas com auxílio de trilhadora estacionária de parcelas e, em seguida, encaminhadas para o Laboratório de Fitopatologia para aferição de: i) umidade das amostras, com auxílio do medidor de umidade de grãos portátil (marca Agrológic, modelo AL-101) e, após, o teor de água apresentado em cada amostra foi corrigindo ao valor padrão de 13%; ii) o peso hectolitro (PH, kg/hL), determinado com balança específica para essa finalidade (marca Dalle Molle modelo 40); e iii) peso de mil grãos (PMG, g), medido por contagens de oito amostras de 100 grãos cada e pesando-as em balança analítica (BRASIL 2009). Finalmente, foi determinada a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) em cada tratamento.

A fim de se verificar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de aveia nos tratamentos avaliados, foram realizados os seguintes testes:

Teste de germinação: conduzido com quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes (BRASIL, 2009a). O teste foi realizado em papel *germitest*, umedecido com água

destilada em 2,5 vezes o seu peso seco. Após a semeadura, confeccionou-se rolos que foram dispostos em incubadora a 20 °C, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações ocorreram por meio de contagens aos 05 e 10 dias após semeadura. Na primeira contagem foram contabilizadas todas as sementes germinadas e que originem plântulas normais. Na segunda contagem, as plântulas foram classificadas em normais, anormais e sementes não germinadas (duras e mortas). Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Teste de sanidade: realizado a partir de quatro repetições de 50 sementes, totalizando uma amostra de 200 sementes (BRASIL, 2009). O teste foi conduzido pelo método de “*blotter test*” com congelamento. As sementes foram distribuídas em caixas “*gerbox*”, contendo duas folhas de papel mata-borrão e incubadas a 20 °C e fotoperíodo de 12 horas, por 5 dias. As sementes foram analisadas com o auxílio de microscópio estereoscópico e ótico, determinando-se o percentual (%) de incidência de fungos, identificados em nível de gênero conforme bibliografia especializada (Barnett; Hunter, 1999; BRASIL, 2009).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e, caso significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas com auxílio do *software* estatístico SASM-AGRI (Canteri *et al.*, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, a cv. URS Olada (ciclo precoce) teve um ciclo de 148 dias e a cv. URS Poente (ciclo tardio) teve um ciclo de 167 dias. A precipitação acumulada durante o ciclo foi de 952 mm (Figura 1), sendo que o período de antese da aveia foi de, aproximadamente, 15 dias, entre 01/09/2024 a 16/09/2024 para URS Olada e 11/09/2024 a 28/09/2024 para URS Poente. O período de antese da aveia corresponde ao estágio 60 da escala fenológica de Zadoks, sendo caracterizado pela abertura das flores e liberação de pólen e ocorre tipicamente entre 55% e 65% do ciclo total da cultura, variando conforme a cultivar e as condições ambientais (Danielowski *et al.*, 2021). A temperatura média durante este período foi de 17,1 °C, já a umidade relativa variou entre 40,6 e 91,9% (Figura 2).

Nota-se que no mês de setembro, durante o período de antese, a temperatura média foi de 18,9 °C (Figura 1 e 2), mantendo-se em faixas adequadas para o desenvolvimento de fusariose da panícula em aveia, que foi crítica entre o início da floração até o estágio de grão leitoso. Nesse período, o volume total de precipitação foi de 123,8 mm (Figura 1). Precipitação contínua de dois ou três dias e temperaturas médias acima de 17 °C, com umidade relativa acima de 40%, desempenham condição favorável para o desenvolvimento da doença (Kurz; Wordell, 2020); esses dados correspondem com as condições ambientais vigentes durante o ciclo da cultura no presente trabalho e atestam que a fusariose é uma doença altamente influenciada pelo ambiente e pelas condições climáticas, como a alta precipitação.

Além disso, entre os principais fatores para a incidência de fusariose da panícula, destaca-se a presença do inóculo nas parcelas do experimento, as condições ambientais favoráveis no estágio de florescimento da cultura, presença de palhada e a suscetibilidade de ambas as cultivares.

Para a cv. URS Olada, a testemunha (T1) apresentou os menores valores de PMG, pH e produtividade, com destaque para a produtividade (498,9 kg ha⁻¹), que foi significativamente inferior aos demais tratamentos (Tabela 3). Isso denota a alta interferência da fusariose da panícula na formação e enchimento dos grãos, prejudicando a qualidade e o rendimento da cultura na ausência de controle fitossanitário.

O tratamento T5, que associou bixafem + protioconazol + trifloxistrobina ao fungicida biológico à base de *Bacillus* spp., proporcionou os melhores resultados, com PMG de 29,3 g, PH de 41,7 kg hL⁻¹ e produtividade de 1693,6 kg ha⁻¹ (Tabela 3). Esses valores foram estatisticamente superiores à testemunha e, em produtividade, também ao T3, indicando

sinergia entre o tratamento químico e o biológico, dado que o potencial de controle da doença foi ampliado e isso favoreceu o desempenho produtivo da cultivar (Del Ponte *et al.*, 2004).

Tabela 3 - Peso de mil grãos (PMG, g), peso hectolitro (PH, kg hL⁻¹) e produtividade (kg ha⁻¹) de aveia branca, cvs. URS Olada (ciclo precoce) e URS Poente (ciclo tardio), após aplicação de fungicidas químicos, associados ou não a biológico, para controle de fusariose da panícula.

Tratamento*	PMG	PH	Produtividade
	---- g ----	---- kg hL ⁻¹ ----	---- (kg ha ⁻¹) ----
URS Olada (ciclo precoce)			
T1	23,0 c ¹	26,4 b	498,9 c
T2	28,1 ab	41,6 a	1433,3 ab
T3	26,5 b	39,0 a	1124,5 b
T4	27,4 ab	41,1 a	1470,4 ab
T5	29,3 a	41,7 a	1693,6 a
C.V. (%) ²	4,4	11,5	24,5
Média	26,8	38,0	1244,1
URS Poente (ciclo tardio)			
T1	18,6 b ¹	17,4 b	384,5 b
T2	25,2 a	27,3 a	1173,1 a
T3	26,4 a	26,8 a	1119,9 a
T4	24,5 a	25,2 a	1175,3 a
T5	23,7 a	23,1 ab	929,2 ab
C.V. (%) ²	8,0	14,2	38,9
Média	23,7	23,9	956,4

*Tratamentos: T1) testemunha; T2) pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) pidiflumetofen + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*; T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico; e T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*. ¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ² Coeficiente de variação.

Fonte: O autor (2025).

Entre os tratamentos químicos isolados, T4 (bixafem + protioconazol + trifloxistrobina + tiofanato-metílico) e T2 (pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol) apresentaram bom desempenho produtivo, com 1470,4 kg ha⁻¹ e 1433,5 kg ha⁻¹, respectivamente, sem diferenças estatísticas entre si e com T3 e T5 (Tabela 3). Na região Sul brasileira, precisamente no norte

do Rio Grande do Sul, os triazóis são os fungicidas mais empregados e a mistura de grupos químicos fungicidas deve ser recomendada aos produtores (Bonfada *et al.*, 2018).

O tratamento T3 que consistiu na aplicação de pidiflumentofen + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus* resultou em produtividade intermediária (1124,5 kg ha⁻¹) (Tabela 3) diferindo de T5 e da testemunha. Nesse caso, pelo valor superior ao da testemunha (T1), denotou-se que T3 contribuiu para a redução dos efeitos negativos da fusariose da panícula, favorecendo a qualidade e o rendimento da cultivar.

Na cv. URS Poente, observou-se padrão semelhante, com a testemunha apresentando os piores resultados para PMG (18,6 g), PH (17,4 kg hL⁻¹) e produtividade (384,5 kg ha⁻¹), indicando forte repercussão da doença. Os tratamentos T2, T3 e T4 se destacaram com produtividades superiores a 1100 kg ha⁻¹ (Tabela 3), sem diferença significativa entre si, reforçando a eficiência dos fungicidas utilizados. O uso de fungicidas, especialmente os de ação sistêmica combinados com biológicos, podem proporcionar ganhos expressivos em produtividade e peso de mil grãos, mesmo sob pressão de fusariose (Medeiros *et al.*, 2018).

Apesar de o tratamento T5 não ter diferido estatisticamente de T2, T3 e T4, apresentou menor produtividade (929,2 kg ha⁻¹) (Tabela 3) para a cv. URS Poente, em comparação com URS Olada, sugerindo possível interação entre cultivar e resposta ao fungicida químico combinado ao biológico. Vale ressaltar que o PMG e o PH também foram mais baixos em URS Poente, refletindo sensibilidade maior da cultivar tardia às condições sanitárias.

Na cultivar URS Olada o índice de doença na testemunha foi de 87,5% (Tabela 4), sendo que esse tratamento obteve produtividade de 498,9 kg ha⁻¹ (Tabela 3). Caso a intensidade de fusariose na testemunha for menor do que 7%, é considerada baixa; por outro lado, se for maior do que 7%, é alta (Machado, 2016). Nesse sentido, a alta intensidade da doença constatada na testemunha refletiu-se sobre a produtividade e rendimento desse tratamento (Tabela 3).

Ainda, para essa cultivar, a testemunha (T1) apresentou os maiores valores para incidência (100%) e severidade (87,5%) (Tabela 4) diferindo significativamente dos demais. Esse resultado evidencia a elevada suscetibilidade da cultivar à fusariose da panícula e a agressividade da doença na ausência de controle fitossanitário.

Tabela 4 - Incidência (%), severidade (%) e índice de doença (%) em aveia branca, cvs. URS Olada (ciclo precoce) e URS Poente (ciclo tardio), após aplicação de fungicidas químicos, associados ou não a biológico, para controle de fusariose da panícula.

Tratamento*	Incidência ---- % ----	Severidade ---- % ----	Índice de doença ---- % ----
Cv. Olada (ciclo precoce)			
T1	100,0 c	87,5 d	87,5 d
T2	96,5 b	27,7 b	26,7 c
T3	98,0 b	35,6 c	34,8 c
T4	93,0 a	21,9 a	20,4 a
T5	97,0 b	26,7 b	25,9 b
C.V. (%) ²	1,3	6,6	6,8
Média	96,9	39,9	39,1
Cv. Poente (ciclo tardio)			
T1	100,0 a	90,6 c	90,6 c
T2	99,6 ab	37,9 a	37,7 a
T3	100,0 a	57,1 b	57,1 b
T4	99,0 b	35,1 a	34,7 a
T5	100,0 a	45,2 ab	45,2 ab
C.V. (%) ²	0,5	13,0	13,1
Média	99,7	53,2	46,9

*Tratamentos: T1) testemunha; T2) pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) pidiflumetofen + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*; T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico; e T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*. ¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ² Coeficiente de variação.
Fonte: O autor (2025).

O tratamento T4, composto por bixafem + protioconazol + trifloxistrobina + tiofanato-metílico, apresentou os menores valores de severidade (21,9%) e índice de doença (20,4%) em URS Olada, sendo estatisticamente superior aos demais tratamentos (Tabela 4). Tais resultados representam a eficácia da associação de fungicidas com diferentes mecanismos de ação no controle da doença, especialmente os que atuam de forma preventiva e sistêmica. Estudos evidenciam o controle eficiente de fusariose da panícula com fungicidas triazol e carboxamida (Kochenborger *et al.*, 2024).

A superioridade de T4 na redução de severidade de fusariose em URS Olada pode ser evidenciada visualmente nas panículas durante as avaliações de severidade e incidência, uma vez que este tratamento proporcionou maior preservação da coloração verde das panículas quando os grãos estavam em massa mole (Figura 4).

Figura 4 - Avaliação de severidade de fusariose da panícula em aveia branca Cv. Olada (ciclo precoce) após tratamentos fungicida: T1) testemunha; T2) pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) pidiflumetofen + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*; T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico; e T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*.



Fonte: O autor (2024).

O tratamento T2 (pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol) também reduziu significativamente a severidade (27,7%) e o índice de doença (26,7%), embora de forma menos eficiente que o T4 (Tabela 4). Já o tratamento T5 (mistura de bixafem + protioconazol + trifloxistrobina com o fungicida biológico à base de *Bacillus* spp.) apresentou desempenho semelhante ao T2, com 26,7% de severidade e 25,9% de índice de doença (Tabela 4), não diferindo estatisticamente. Esse resultado sugere que, no caso de URS Olada, a adição do agente biológico ao tratamento químico não proporcionou ganho adicional de controle. O tratamento T3, composto por pidiflumetofen + *Bacillus* spp., reduziu parcialmente os sintomas, com 35,6% de severidade e índice de doença de 34,8%, porém com menor eficácia do que T2 e T4 (Tabela 4).

Na cv. URS Poente, observou-se comportamento semelhante. A testemunha (T1) novamente apresentou os maiores valores de severidade (90,6%) e índice de doença (90,6%). O tratamento T2 destacou-se, com severidade de 37,9% e índice de 37,7%, seguido de T4, com 35,1% de severidade e 34,7% de índice de doença. Ambos diferiram significativamente da testemunha e de T3 (Tabela 4).

Em T5, com a inclusão do fungicida biológico à base de *Bacillus* spp., obteve-se severidade de 45,2%, valor intermediário, que não diferiu estatisticamente dos tratamentos químicos isolados, como T2 e T4. Por sua vez, o T3 obteve 57,1% de severidade, novamente demonstrando eficácia parcial frente aos demais tratamentos (Tabela 4). O uso de fungicidas químicos tem sido a estratégia mais eficiente para o controle da fusariose da panícula, embora o uso de agentes biológicos possa ser considerado como alternativa complementar em programas de manejo integrado (Del Poente *et al.*, 2016).

Para a cultivar URS Olada, houve efeito significativo dos tratamentos sobre a germinação das sementes. O tratamento T2 composto por pidiflumetofen + azoxistrobina e ciproconazol promoveu o maior índice de germinação (96,0%), sendo estatisticamente superior à testemunha (T1 - 80,0%) e ao T5 (85,0%) (Tabela 5). Os tratamentos T3 (90,5%) e T4 (91,0%) também proporcionaram bons resultados, mas não diferiram estatisticamente entre si.

Já para a cv. URS Poente, os efeitos dos tratamentos foram menos expressivos quanto à germinação de sementes. Os maiores índices de germinação foram obtidos em T4 (77,0%) e T2 (76,5%), porém sem diferença estatística em relação a T1 (70,5%) e T3 (69,5%). Apenas o tratamento T5 (bixafem + protioconazol + trifloxistrobina associado ao produto comercial à base de *Bacillus* spp.) apresentou germinação significativamente inferior (59,0%).

Através dos resultados do teste de germinação, é possível constatar que há diferença na germinação entre as cultivares avaliadas, sendo que URS Olada (ciclo precoce) possui qualidade superior (média de germinação: 88,5%), enquanto URS Poente (ciclo tardio) teve germinação média de 70,5% (Tabela 5).

Tabela 5 - Germinação (%) de sementes de aveia branca, cvs. URS Olada (ciclo precoce) e URS Poente (ciclo tardio), após aplicação de fungicidas químicos, associados ou não a biológico, para controle de fusariose da panícula.

Tratamento*	Germinação (%)
	URS Olada (ciclo precoce)
T1	80,0 c
T2	96,0 a
T3	90,5 ab
T4	91,0 ab
T5	85,0 bc
C.V. (%) ²	7,5
Média	88,5
	URS Poente (ciclo tardio)
T1	70,5 a
T2	76,5 a
T3	69,5 a
T4	77,0 a
T5	59,0 b
C.V. (%) ²	9,0
Média	70,5

* Tratamentos: T1) testemunha; T2) Pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) Pidiflumetofen + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*; T4) Trifloxistrobina + Protioconazol + Bixafem + Tionafato metílico; e T5) Trifloxistrobina + Protioconazol + Bixafem + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*.¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). ² Coeficiente de variação.

Fonte: O autor (2025).

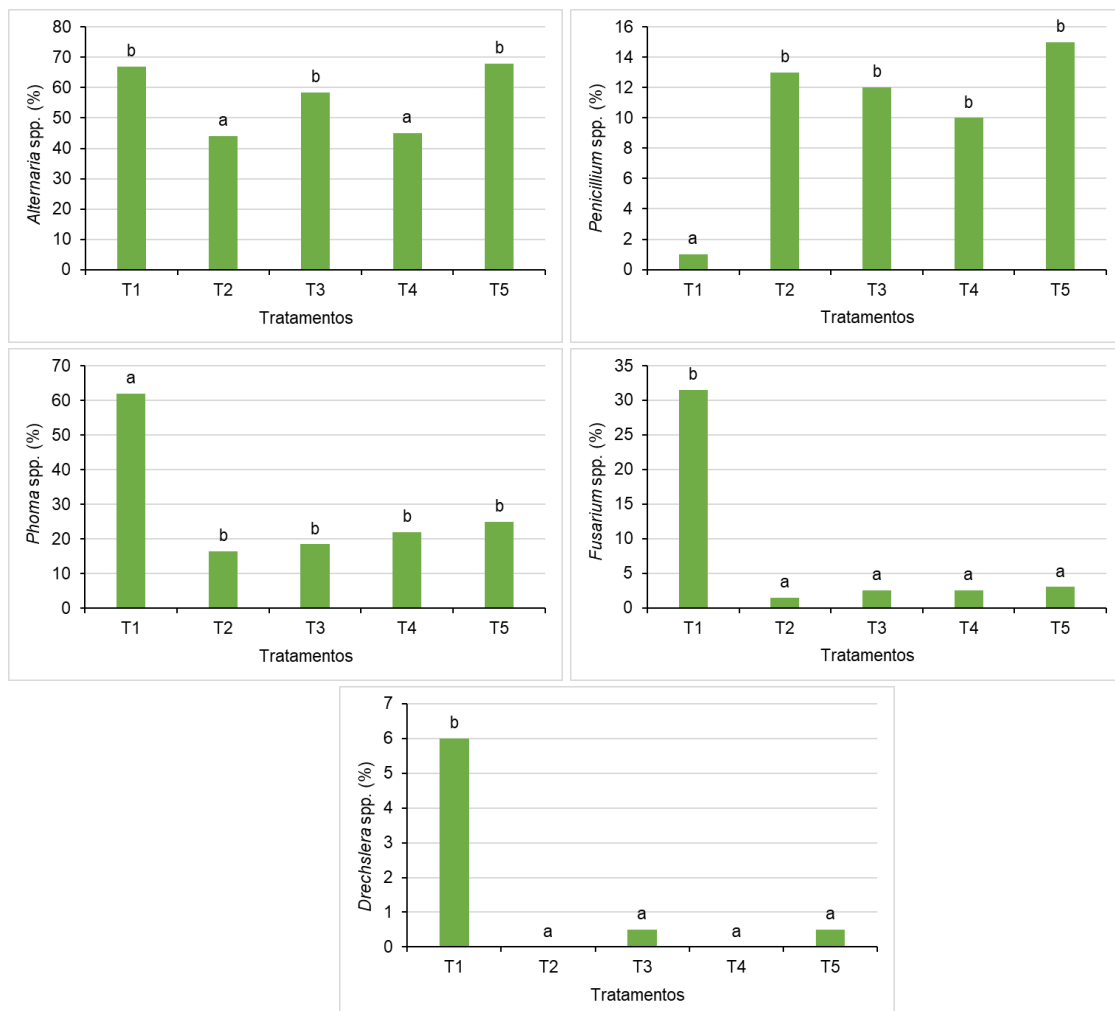
A incidência de fungos nas sementes de aveia branca variou significativamente entre os tratamentos fungicidas aplicados, evidenciando a eficiência diferenciada dos princípios ativos e agentes biológicos utilizados no controle de patógenos.

Com relação à incidência de fungos no teste de sanidade de sementes, tem-se que na cv. URS Olada não houve diferença significativa entre os tratamentos para a incidência de *Curvularia* spp. (1,0%), *Bipolaris* spp. (4,6%) e *Cladosporium* spp. (14,6%) (dados não mostrados).

Alternaria spp. apresentou elevada incidência na testemunha (T1), com valores próximos a 70%; contudo, todos os tratamentos reduziram significativamente a presença do

fungo. No entanto, T2 (pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol) e T4 (trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tionafato metílico) foram os que apresentaram menor incidência, diferindo significativamente (Figura 5). *Alternaria* spp. é considerado fungo contaminante de amostras (Henning, 2015). Para *Penicillium* spp., os tratamentos T2, T3, T4 e T5 não diferiram entre si; a testemunha obteve a menor incidência do fungo (menor que 2%), diferindo dos demais (Figura 5).

Figura 5 - Incidência (%) de fungos em sementes de aveia branca, cv. URS Olada, após tratamentos fungicida: T1) testemunha; T2) pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) pidiflumetofen + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*; T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico; e T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*.



Colunas seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Fonte: O autor (2025).

No caso de *Phoma* spp., observou-se também uma redução acentuada da incidência nos tratamentos T2, T3, T4 e T5, em comparação com a testemunha (Figura 5). A maior eficácia foi observada nos tratamentos em que houve combinação do fungicida químico com o biológico (T3 e T5), indicando o potencial de espécies de *Bacillus* na supressão deste patógeno por mecanismos como antibiose e competição por espaço e nutrientes (Medeiros *et al.*, 2018).

Fusarium spp. é um dos principais fungos associados à deterioração de sementes e produção de micotoxinas. Observou-se que a sua incidência foi reduzida nos tratamentos T2, T3, T4 e T5, que resultaram em valores inferiores a 5% (Figura 5). Segundo Dhingra *et al.* (1980) as associações com fungos do gênero *Fusarium*, em sementes de culturas agrônômicas como a aveia branca, ocorrem durante a formação ou maturação das sementes, sendo que os cuidados na colheita e no manuseio, podem reduzi-las.

A presença de *Cladosporium* spp. foi praticamente inexistente nos tratamentos T2 a T5, sendo detectada apenas na testemunha (Figura 5). Este resultado reforça o papel dos tratamentos fungicidas na proteção das sementes mesmo contra fungos considerados saprófitas, mas que podem indicar baixa qualidade fisiológica quando presentes em altas incidências.

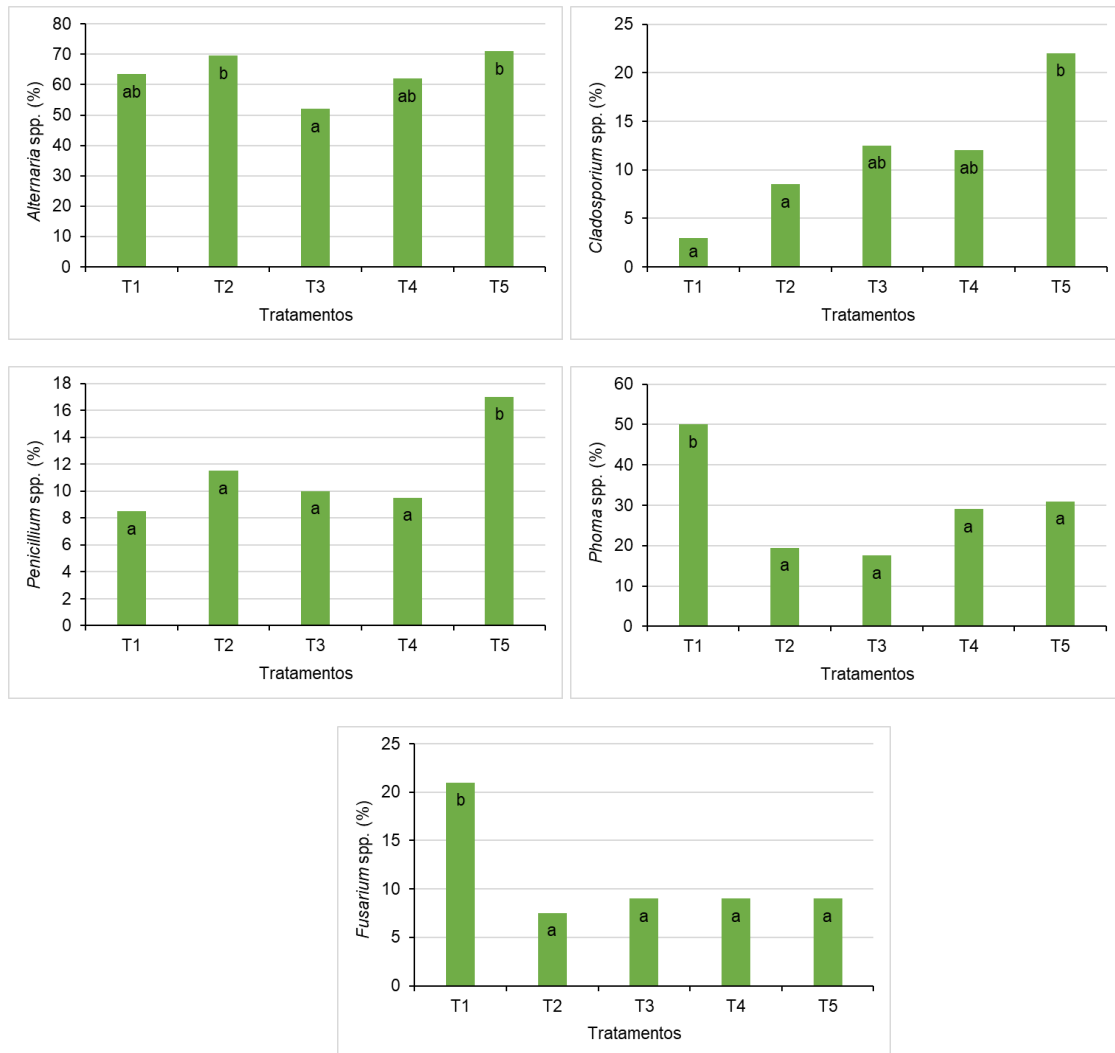
De forma geral, os tratamentos que associaram fungicidas químicos ao biológico à base de *Bacillus* spp. (T3 e T5) apresentaram desempenho semelhante aos tratamentos exclusivamente químicos (T2 e T4), evidenciando que o uso de *Bacillus subtilis*, *B. velezensis* e *B. pumilus* pode ser uma alternativa promissora para manejo integrado de doenças em sementes, reduzindo o uso de químicos e contribuindo para uma agricultura mais sustentável.

Na cv. URS Poente, para *Bipolaris* spp. e *Curvularia* spp. os resultados de incidência não foram estatisticamente significativos. A média de incidência foi de 9,4% e 6,5%, respectivamente (dados não mostrados).

A incidência de *Alternaria* spp. foi alta na testemunha (T1), com redução significativa no tratamento T3 (pidiflumentofen + *Bacillus* spp.), que apresentou menor porcentagem de contaminação. No entanto, T2 e T5 não diferiram significativamente entre si, assim como T1 e T4 (Figura 6). *Alternaria* spp. é um fungo necrotrófico frequentemente presente em sementes, (Puia *et al.*, 2023).

Em relação a *Cladosporium* spp., a menor incidência foi observada em T1 e T2, sendo estatisticamente inferiores a T5, que apresentou o maior percentual. Isso sugere que os tratamentos com *Bacillus* spp. (presentes em T3 e T5) não foram eficazes no controle deste fungo (Figura 6). Embora considerado saprófita, a presença de *Cladosporium* spp. pode indicar condições de deterioração e menor qualidade sanitária das sementes (Medeiros *et al.*, 2018).

Figura 6 - Incidência (%) de fungos em sementes de aveia branca, cv. URS Poente, após tratamentos fungicida: T1) testemunha; T2) pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol; T3) pidiflumetofen + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*; T4) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico; e T5) trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*.



Colunas seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Fonte: O autor (2025).

A incidência de *Penicillium* spp. foi maior em T5, que apresentou maior percentual em relação aos demais tratamentos (Figura 6). A presença deste fungo foi relativamente homogênea entre T1 e T4 (aproximadamente 8 a 10%). O fungo *Penicillium* spp. possui relação direta com a deterioração de sementes e, na maioria das vezes, veicula-se a condições inadequadas de armazenamento. Entretanto, a contaminação pode ocorrer ainda no campo após a colheita (Menten, 1995).

Quanto a *Phoma* spp., observou-se maior incidência na testemunha (T1), com redução nos demais tratamentos - T2, T3, T4 e T5 (Figura 6), que apresentaram comportamento semelhante e eficaz no controle deste patógeno. A associação de fungicidas com *Bacillus* spp. (T3 e T5) indicou desempenho comparável aos tratamentos químicos, corroborando estudos que tratam sobre o potencial de *Bacillus* na inibição de fitopatógenos (Medeiros *et al.*, 2019). *Phoma* spp. se trata de um fungo de armazenamento e, na maioria das vezes, causa prejuízos na qualidade fisiológica de sementes (Bevilaqua; Pierobom, 1995).

A incidência de *Fusarium* spp. foi significativamente maior na testemunha (T1), com valores superiores a 20%. Todos os tratamentos (T2 a T5) reduziram significativamente a incidência do patógeno, demonstrando alta eficácia (Figura 6). Este resultado é especialmente relevante, considerando o potencial agressivo de *Fusarium* spp. em aveia granífera.

A espécie fúngica encontrada em maior incidência nas sementes de aveia branca, para ambas as cultivares (URS Olada e URS Poente) foi *Alternaria* spp. (Figuras 5 e 6). Estudos confirmam que *Alternaria* spp. também foi o gênero fúngico de maior incidência em sementes de aveia branca mesmo após tratadas com fungicida (Sponchiado *et al.*, 2012).

De modo geral, os tratamentos fungicidas, tanto químicos quanto biológicos, foram eficientes na redução da maioria dos fungos avaliados, com destaque para T2 e T3, que apresentaram controle mais consistente. Os tratamentos que incluíram *Bacillus* spp. (T3 e T5) mostraram-se promissores, reforçando a viabilidade do uso de agentes biológicos no manejo integrado de doenças em sementes.

4 CONCLUSÕES

O tratamento T5 (trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*) confere maior produtividade, peso hectolitro e peso de mil grãos para a cv. URS Olada.

Para a cv. URS Poente, o tratamento T2 (pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol) proporciona maior produtividade e peso hectolitro e o tratamento T3 (pidiflumetofen + *Bacillus subtilis* + *Bacillus velezensis* + *Bacillus pumilus*) assegura o maior peso de mil grãos.

O tratamento T2 (pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol) promove maior germinação de sementes em URS Olada, enquanto que os tratamentos T2 e T4 (pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol) e (trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico) asseguram tal melhoria em URS Poente.

Para ambas as cultivares, o tratamento T4 (trifloxistrobina + protioconazol + bixafem + tiofanato metílico) assegura maior controle da doença em grãos em massa mole, com severidade, incidência e índice de doença inferior aos demais tratamentos.

Em URS Olada e URS Poente, o tratamento T2 (pidiflumetofen + azoxistrobina + ciproconazol) destaca-se na redução de incidência de fungos em sementes de aveia.

A resposta de URS Poente foi inferior à de URS Olada, indicando que cultivares tardias necessitam de estratégias de manejo mais rigorosas para mitigar os efeitos da fusariose da panícula.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L. *et al.* (Eds.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. V.1. 4. ed. 704 p.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Gêneros ilustrados de fungos imperfeitos**. 4ª edição, The American Phytopathological Society, Saint Paul, Minnesota, 126 p. 1999.
- BEVILAQUA, G. A. P.; PIEROBOM, C. R. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) da zona sul do Rio Grande do Sul**. Revista brasileira de sementes, vol. 17, n 1, p. 19 – 22, 1995.
- BONFADA, E. B. **Giberela em trigo: controle químico e tecnologia de aplicação de fungicidas**. 2018. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/1451/2/2018EversonBilibioBonfada.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2025.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Mapa/ACS. 2009.
- CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: **Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan**. Revista Brasileira de Agrocomputação, V.1, N.2, p.18-24. 2001.
- CASA, R. T. *et al.* Época de aplicação e desempenho de fungicidas no controle da giberela em trigo. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1558-1563, 2007.
- CEMETRS - CENTRO ESTADUAL DE METEOROLOGIA: **Atlas climático do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13110034-atlas-climatico-rs.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2025.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, safra 2023/2024 - 4º levantamento**. Janeiro, v. 11, n. 4, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras?view=default>. Acesso em: 05 abr. 2025.
- DANIELOWSKI, R. *et al.* **Informações técnicas para a cultura de aveia**: XL Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia. Três de Maio: Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). 2021. 190p.
- DE MORI, C.; FONTANELLI, R. S. *et al.* **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia**. EMBRAPA, 2012. Disponível http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do136_1.htm. Acesso em: 24 mai. 2025.
- DEL PONTE, E.M. *et al.* **Giberela do trigo – aspectos epidemiológicos e modelos de previsão**. Fitopatologia Brasileira, n. 29 p.587-605, 2004.

DEUNER, C.C. *et al.* Manejo de doenças. In: DANIELOWSKI, R. *et al.* **Informações técnicas para a cultura de aveia**: XL Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia. Três de Maio: Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). pp. 107-117. 2021.

DHINGRA, O. D.; MUCHOVEJ, J. J.; CRUZ FILHO, J. **Tratamento de sementes: controle de patógenos**. Viçosa: UFV, 1980. 121 p.

EMBRAPA – Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa solos. 2018. 356p.

Food and Agriculture Organization (FAO). **FAOSTAT Statistical Database**. Rome: FAO. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 03 abr. 2025.

HENNING, A. A. **Guia prático para identificação de fungos mais frequentes em sementes de soja**. Brasília: Embrapa Soja, 2015. 15p.

INMET. Instituto nacional de meteorologia. Agrometeorologia. **Precipitação Safra**, Erechim-RS, 2024.

KOCHENBORGER, D. A. *et al.* **Avaliação de fungicidas no controle de giberela na cultura do trigo**. Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio, v. 3, p. 157–176, 2024.

KURZ, V.; WORDELL, J.A. Manejo da giberela na cultura do trigo baseando-se em um sistema de previsão. **Anais da Agronomia**, v. 2, p. 155-176, 2020. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/agronomia/article/view/334>. Acesso em: 27 mai. 2024.

LIMA, M. I. P. M. **Métodos de amostragem e avaliação de giberela usados na Embrapa Trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 17 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online; 27). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do27.htm. Acesso em: 06 abr. 2024.

LIMA, M. I. P. M. **Protocolo usado na Embrapa Trigo para produção de peritécios de *Gibberella zeae* em grãos de trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online,). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co218.htm. Acesso em: 03 abr. 2024.

LIMA, M. I. P. M.; *et al.* **Avaliação de giberela em genótipos de trigo do ensaio estadual de cultivares, na região do planalto médio do Rio Grande do Sul, em 2007**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 6 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 238). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/852506/1/pdo52.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2024.

MACHADO, F. J. **Giberela do trigo: resistência a fungicidas e metanálise da eficácia do controle químico**. 2016. 78 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 23 fev. 2016. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/8377/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2025.

MEDEIROS, F. H. V. de; SILVA, J. C. P. da; PASCHOLATI, S. F. Controle biológico de doenças de plantas. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. v.1. Acesso em: 10 jun. 2025.

MENTEN, J. O. M. **Patógenos em sementes**. Ciba Agro, São Paulo, Brasil. 321p, 1995.

PACHECO, M. T. *et al.* Importância da cultura da aveia. *In*: DANIELOWSKI, R. *et al.* **Informações técnicas para a cultura de aveia: XL Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia**. Três de Maio: Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). pp. 12-28. 2021.

PUIA, J. D. *et al.* **Qualidade Fitossanitária de Sementes de Trigo**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.conferencebr.com/anais/910/paperfile/910_20231023_19-36-00_20564.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

SANTANA, F. M.; LAU, D. *et al.* **Eficiência de fungicidas para controle de giberela em trigo: resultado dos ensaios cooperativos- safra 2011**. EMBRAPA, 2012. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/943400/1/co232012.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2025.

SANTANA, F.M.; LAU, D. *et al.* **Eficiência de fungicidas para controle de giberela do trigo: resultados dos Ensaio Cooperativos - Safra 2018**. Circular Técnica 52. Passo Fundo, RS. Junho, 2020. 20p.

SPONCHIADO, J. C. *et al.* **Desempenho agrônomo e qualidade de sementes de aveia branca produzidas no planalto catarinense**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Santa Catarina, 2012. Disponível em: <http://www.ensinosuperior.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/Tese-Julhana-Cristina-Sponchiado.pdf> . Acesso em: 02 jun. 2025.

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, p.1095, 1995.

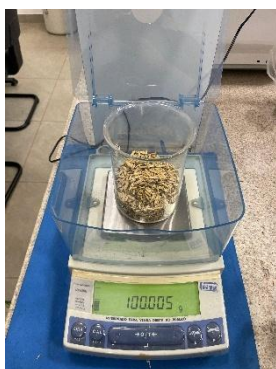
VIANA, E. **Giberela em trigo: sobrevivência, reação de cultivares e controle químico**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2013.

YAO, A.; BOCHOW, H. *et al.* EFFECT OF FZB 24® *Bacillus subtilis* as a biofertilizer on cotton yields in field tests. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v.39, p.323-328, 2006.

APÊNDICE 1 – Implantação do experimento



APÊNDICE 2 – Produção e distribuição de peritécios de *Gibberella zeae*



APÊNDICE 3 – Aplicações fungicidas



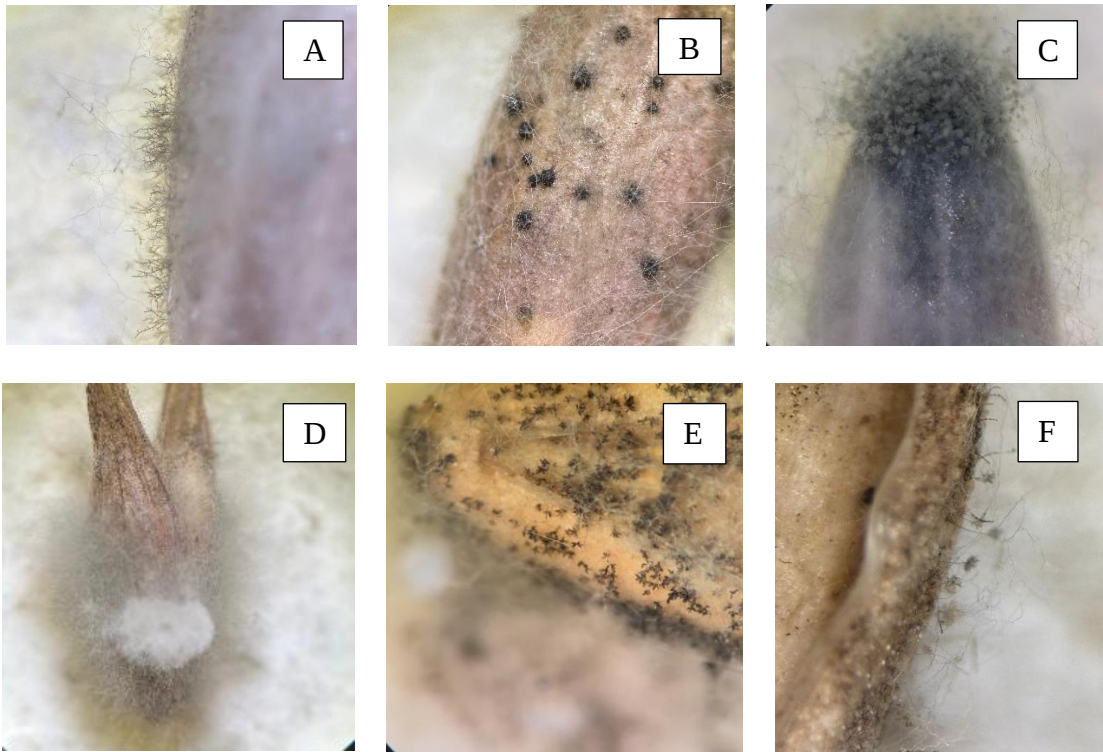
APÊNDICE 4 – Tratos culturais



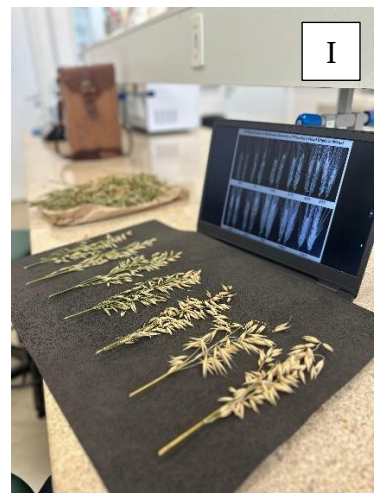
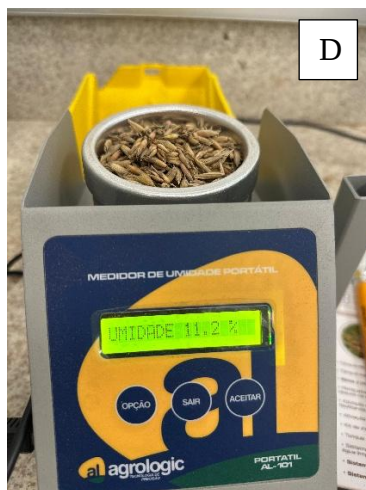
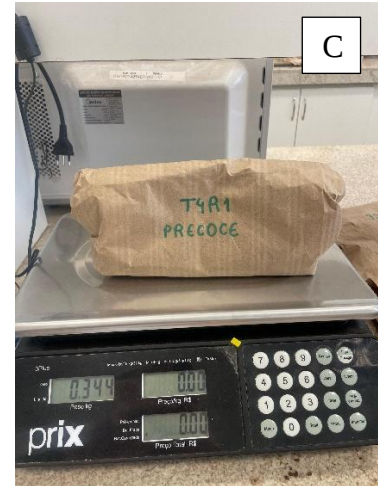
APÊNDICE 5 – Experimento



APÊNDICE 6 – Patógenos observados em sementes de aveia. A) *Alternaria* spp., B) *Phoma* spp., C) *Penicillium* spp., D) *Fusarium* spp., E) *Drechslera* spp., F) *Cladosporium* spp.



APÊNDICE 7 – Análises realizadas no laboratório. A) Limpeza; B) Acondicionamento de amostras; C) Produtividade; D) Umidade; E) Peso de mil grãos; F) Peso Hectolitro G) Teste de germinação; H) Teste de Sanidade; I) Avaliação de severidade e incidência de Fusariose da Panícula



APÊNDICE 8 – Colheita

