

Passo Fundo, RS / Dezembro, 2023

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Oídio em cevada: resistência genética de linhagens da Embrapa em ensaios da safra 2023

Leila Maria Costamilan⁽¹⁾, Aloisio Alcantara Vilarinho⁽²⁾, Cláudia Cristina Clebsch⁽³⁾ e Jane Rodrigues de Assis Machado⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Engenheira-agrônoma, mestre em Fitotecnia/Fitossanidade, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. ⁽²⁾ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. ⁽³⁾ Bióloga, mestre em Ecologia, analista da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. ⁽⁴⁾ Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Bioquímica, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Resumo – O oídio de cevada (*Hordeum vulgare*), causado por *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, é uma das principais doenças da cultura, no mundo. As formas de controle são o uso de cultivares resistentes e a aplicação de fungicidas em sementes ou em pulverizações na parte aérea. A resistência genética efetiva protege cultivares e reduz a produção de inóculo do fungo. Este trabalho objetivou avaliar a reação de genótipos de cevada da Embrapa Trigo em desenvolvimento pelo programa de melhoramento genético. As avaliações ocorreram em agosto e setembro de 2023, em Passo Fundo, RS, em 173 linhagens, nos ambientes de casa de vegetação (inoculação artificial, com inóculo coletado em Passo Fundo) e de campo (inoculação natural). No ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), 27 linhagens foram resistentes a oídio, e 6 linhagens apresentaram suscetibilidade, em casa de vegetação e, em campo, somente PFC 2020052 foi suscetível. Para as 40 linhagens em Ensaio Preliminar em Rede, 62,5% foram resistentes e, para as 100 linhagens em Ensaio Preliminar de Linhagens, 54,0% foram resistentes. Algumas linhagens do programa de cevada da Embrapa Trigo vêm apresentando resistência a oídio por vários anos, especialmente as do VCU (24 linhagens por, no mínimo, quatro anos), indicando a presença de genes efetivos contra o biótipo de *B. graminis* f. sp. *hordei* ocorrente nas condições de Passo Fundo.

Termos para indexação: *Hordeum vulgare*, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, doença.

Barley powdery mildew: genetic resistance of Embrapa lineages in trials for the 2023 crop season

Abstract – Barley (*Hordeum vulgare*) powdery mildew, caused by *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, is one of the main diseases of this crop, in the world. Control methods include use of resistant cultivars and application of fungicides as seed treatment or by aerial spray. Effective genetic resistance protects cultivars and reduces fungal inoculum production. This work aimed to evaluate the reaction of barley genotypes being developed by the

Embrapa Trigo
Rodovia BR-285, km 294
Caixa Postal 78
99050-970 Passo Fundo, RS
www.embrapa.br/trigo
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Leila Maria Costamilan

Secretária

Marialba Osorski dos Santos

Membros

Alberto Luiz Marsaro Júnior,
Eliana Maria Guarienti (vice-presidente), 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.

Embrapa Trigo genetic improvement program. The evaluations occurred in August and September 2023, in Passo Fundo, RS, on 173 lineages, in greenhouse (artificial inoculation, with inoculum collected in Passo Fundo) and on field (natural inoculation) environments. In the Value of Cultivation and Use (VCU) test, 27 lines were resistant to powdery mildew, and 6 lines were susceptible, in greenhouse and, in the field, only PFC 2020052 was susceptible. For the 40 lineages in the Preliminary Network Trial, 62.5% were resistant and, for the 100 lineages in the Preliminary Lineage Trial, 54.0% were resistant. Some barley lineages from the Embrapa Trigo program have been showing resistance to powdery mildew for several years, especially those from VCU (24 lineages for at least four years), indicating the presence of effective genes against the biotype of *B. graminis* f. sp. *hordei* occurring in the conditions of Passo Fundo.

Index terms: *Hordeum vulgare*, *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, disease.

Introdução

O oídio (*Blumeria graminis* f.sp. *hordei*) é uma das principais doenças que acometem a cevada (*Hordeum vulgare*), no mundo. No Brasil, alta severidade da doença pode ocorrer em regiões frias, como no sul do Paraná, em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. Em Passo Fundo, RS, Reis et al. (2002) constataram danos de até 28% no rendimento de grãos.

A doença caracteriza-se pelo crescimento de massa esbranquiçada de conidióforos e de conídios no exterior de tecido vegetal, notadamente em folhas e em colmos. Alta severidade leva à senescência precoce de folhas, principalmente as inferiores.

O agente causal é um fungo biotrófico, altamente especializado no hospedeiro. O inóculo inicial pode vir, principalmente, de plantas voluntárias, que permaneceram vivas durante a entressafra, ou de micélio mantido vivo em restos culturais. Os esporos são disseminados pelo vento e, geralmente, germinam em temperaturas entre 3 °C e 31 °C, sendo 15 °C a temperatura ótima para germinação, juntamente com umidade relativa em torno de 95% (Cowger; Brown, 2019).

As formas de controle são o uso de cultivares resistentes (mais econômico e ambientalmente favorável) e a aplicação de fungicidas via tratamento de sementes ou em pulverizações na parte aérea (Santana et al., 2023).

Para oídio, o tipo de resistência mais comum segue o modelo gene a gene, ou raça-específico, com

exceção da resistência monogênica mediada por alelos recessivos (*mlo*) do locus *Mlo*. Estes alelos conferem amplo espectro de resistência a quase todos os isolados conhecidos do patógeno, e a resistência é aparentemente durável no campo, apesar do cultivo extensivo na Europa (Jørgensen, 1992). Em cultivares de cevada de primavera, o uso do gene *mlo* é uma fonte confiável de resistência durável, predominante em cultivares europeias de alto rendimento (Dreiseitl, 2020). A resistência genética efetiva protege cultivares e reduz a produção de inóculo que poderia infectar outras cultivares, incluindo as suscetíveis. Virulência contra *mlo* ainda não foi constatada e nem é esperada (Dreiseitl, 2022). Linhagens avançadas e as mais recentes cultivares lançadas pela Embrapa Trigo contêm o gene *mlo* (Costamilan; Minella, 2019).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar, em casa de vegetação e em campo, a reação ao oídio de linhagens de cevada da Embrapa Trigo em desenvolvimento pelo programa de melhoramento genético, e de duas cultivares em 2023, e comparar esta reação com as obtidas pelos mesmos materiais em anos anteriores. Está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 e 12 (Erradicar a Fome e Produção e Consumo Sustentáveis, respectivamente), ao promover a busca de futuras cultivares de cevada resistentes a oídio, mais produtivas e ecologicamente sustentáveis.

Material e métodos

Em casa de vegetação e em campo, em 2023, foram avaliadas 173 linhagens quanto à reação a oídio, do programa de melhoramento de cevada da Embrapa, na Embrapa Trigo, e as cultivares de cevada BRS Cauê e Imperatriz, em Passo Fundo, RS. Em casa de vegetação, as linhagens foram avaliadas em estágio de plântula, com a primeira folha desenvolvida, correspondendo ao código 11 da escala de Zadoks et al. (1974), quando atuam genes maiores conferindo resistência completa. A avaliação realizada em campo ocorreu em plantas com a folha bandeira desenvolvida, correspondendo ao código 47 da escala de Zadoks, quando atuam genes menores de resistência (Bennett, 1984).

Reação de plântula: o inóculo de oídio foi coletado em julho de 2023 em Passo Fundo, RS, de plantas de cevada naturalmente infectadas, e mantido viável, em casa de vegetação, em plântulas da cultivar suscetível BRS Cauê. Os genótipos foram agrupados em ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU): 2 cultivares e 33 linhagens; no Ensaio Preliminar Regional (EPR): 40 linhagens; e no Ensaio

Preliminar Local (EPL): 100 linhagens. Vinte sementes de cada linhagem e das cultivares foram semeadas em potes de plástico com capacidade de 100 mL, em duas repetições, utilizando-se substrato misto de terra de campo e substrato vegetal, na proporção 2:1. A cultivar BRS Cauê foi utilizada como padrão de suscetibilidade e intercalada a cada 11 linhagens avaliadas. Procedeu-se à inoculação das plântulas durante a emissão da primeira folha, agitando-se vigorosamente plantas de BRS Cauê, com folhas apresentando pústulas de oídio, sobre as linhagens. Estas foram mantidas até a fase de avaliação em casa de vegetação, com temperatura oscilando entre 17 °C e 23 °C, sob luz natural. A leitura da reação foi efetuada cerca de 10 dias após a inoculação, adotando-se a escala de Moseman et al. (1965) (Tabela 1). Linhagens com notas entre 0 e 2 foram classificadas como resistentes, e com notas 3 ou 4, como suscetíveis.

Tabela 1. Escala de avaliação de resistência a oídio em plântulas de cevada.

Nota	Descrição
0	Sem sintomas visíveis
1	Manchas necróticas, sem esporulação
2	Manchas necróticas, esporulação escassa
3	Manchas cloróticas ou necróticas, esporulação moderada
4	Sem clorose ou necrose, esporulação profusa

Fonte: Moseman et al. (1965).

Reação de planta adulta: em setembro de 2023, foram avaliadas, em Passo Fundo, RS, em campo, 73 linhagens agrupadas em ensaios de VCU e de EPR, semeadas em parcelas de cinco linhas de 2 m de comprimento, espaçadas em 0,20 m. As plantas, durante todo o ciclo, não receberam tratamento químico para controle de doenças. A avaliação visual de severidade de oídio foi realizada em 1 m linear, nas três linhas centrais de cada parcela. As notas para cada genótipo foram atribuídas de acordo com os critérios apresentados na Tabela 2 (Costamilan, 2002), considerando-se a presença de pústulas, distribuição das mesmas na planta e intensidade de esporulação em colmos e em folhas. Foram classificados como resistentes genótipos com notas de 0 a 2+ e, como suscetíveis, com notas de 3- a 5.

Tabela 2. Escala de avaliação de severidade de oídio em plantas adultas de cevada.

Nota	Descrição
0	não são observadas pústulas
0;	pontos cloróticos em folhas basais
tr (traços)	pústulas pequenas, somente no colmo
1	início de desenvolvimento de pústulas pequenas em folhas basais
2-	início de desenvolvimento de pústulas pequenas em folhas basais, algumas pústulas no colmo
2	poucas pústulas pequenas, pouco produtivas de conídios, em folhas basais
2+	pústulas pequenas, pouco produtivas de conídios, distribuídas até folha bandeira -4 (fb-4)
3-	pústulas pequenas em grande número, muito produtivas de conídios, até folha bandeira -3 (fb-3)
3	pústulas médias em grande número, muito produtivas de conídios, até folha bandeira -3 (fb-3)
3+	pústulas grandes, muito produtivas de conídios, em grande número, até folha bandeira -2 (fb-2)
4	pústulas em grande quantidade até folha bandeira -1 (fb-1)
5	presença de pústulas na folha bandeira

Fonte: Costamilan (2002).

Resultados e discussão

No ensaio de VCU, 27 linhagens foram resistentes a oídio, e 6 linhagens (PFC 2015062, PFC 2018150, PFC 2020004, PFC 2020052, PFC2020055 e PFC 2020106) apresentaram reação de suscetibilidade. Em campo, somente PFC 2020052 foi caracterizada como suscetível (Tabela 3).

Para linhagens em EPR, 62,5% foram resistentes e, para as linhagens em EPL, 54,0% foram resistentes (Tabelas 4 e 5).

Na apresentação dos resultados das linhagens em VCU e no EPR (Tabelas 3 e 4), foram compilados dados disponíveis de avaliações anteriores da reação a oídio de cada linhagem, a fim de verificar alterações na resposta, ao longo dos anos.

Tabela 3. Conjunto de notas de severidade de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) de genótipos de cevada (*Hordeum vulgare*), nos estádios de plântula e de planta adulta, dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) da Embrapa.

Linhagem	Severidade de oídio/ano																	
	Plântula ⁽¹⁾									Planta adulta ⁽²⁾								
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
BRS Cauê	-(³)	-	-	-	-	-	4	4	4	-	-	-	-	4	4	4	4	
Imperatriz	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	0	-	-	-	0	0	
PFC 2014176	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
PFC 2015014	-	-	0	0	1	0	-	0	2	-	0	0	0	0	-	0	0	
PFC 2015062	-	-	0	0	1	1	-	1	3	-	0	0	0	0	-	0	0	
PFC 2016258	-	-	-	0	0	0	-	1	2	-	-	0	0	0	-	0	0	
PFC 2017010	-	-	-	0	1	2	-	1	1	-	-	-	0	0	-	0	0	
PFC 2017020	-	-	-	0	1	0	0	0	2	-	-	-	0	0	0	0	0	
PFC 2017022	-	-	-	0	1	0	0	1	2	-	-	-	0	0	0	0	0	
PFC 2017081	-	-	-	0	0	0	-	0	2	-	-	-	0	0	-	0	0	
PFC 2017085	-	-	-	0	0	0	0	1	1	-	-	-	0	0	0	0	0	
PFC 2018122	-	-	-	-	0	0	0	0	2	-	-	-	-	0	0	0	0	
PFC 2018150	-	-	-	-	0	0	0	0	2	-	-	-	-	1	4	0	0	
PFC 2019019	-	-	-	-	-	0	0	0	1	-	-	-	-	-	0	0	0	
PFC 2019030	-	-	-	-	-	0	0	0	1	-	-	-	-	-	0	0	0	
PFC 2019032	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	0	0	0	
PFC 2019038	-	-	-	-	-	1	0	1	2	-	-	-	-	-	0	0	0	
PFC 2019042	-	-	-	-	-	1	0	1	2	-	-	-	-	-	0	0	0	
PFC 2019056	-	-	-	-	-	0	2	1	2	-	-	-	-	-	0	0	0	
PFC 2020004	-	-	-	-	-	-	0	3	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020052	-	-	-	-	-	-	0	0	3	-	-	-	-	-	-	0	3	
PFC 2020055	-	-	-	-	-	-	3	1	3	-	-	-	-	-	-	tr	2	
PFC 2020057	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	2	
PFC 2020064	-	-	-	-	-	-	0	1	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020073	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020077	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020080	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020082	-	-	-	-	-	-	0	0	2	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020085	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020088	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020089	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020093	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020094	-	-	-	-	-	-	0	0	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020095	-	-	-	-	-	-	0	1	1	-	-	-	-	-	-	0	0	
PFC 2020106	-	-	-	-	-	-	1	2	3	-	-	-	-	-	-	0	0	

⁽¹⁾ Reação de resistência em plântulas: notas de 0 a 2; reação de suscetibilidade: notas 3 ou 4.

⁽²⁾ Reação de resistência em plantas: notas de 0 a 2+; reação de suscetibilidade: notas de 3- a 5.

⁽³⁾ não analisado.

Tabela 4. Severidade de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) em plântulas (nos anos 2022 e 2023) e em planta adulta (em 2023) de linhagens de cevada (*Hordeum vulgare*) componentes do Ensaio Preliminar Regional (EPR) da Embrapa.

Genótipo	Severidade de oídio		
	Plântula ⁽¹⁾		Planta adulta ⁽²⁾
	2022	2023	2023
PFC 2021001	0	4	3
PFC 2021002	0	3	3
PFC 2021003	1	3	3
PFC 2021005	0	1	0
PFC 2021014	0	3	0
PFC 2021016	0	3	3
PFC 2021019	1	3	0
PFC 2021021	0	3	4
PFC 2021022	0	3	2
PFC 2021023	0	3	2
PFC 2021028	1	2	0
PFC 2021029	2	3	0
PFC 2021030	0	2	0
PFC 2021031	1	2	0
PFC 2021032	0	1	0
PFC 2021033	0	2	0
PFC 2021040	0	3	4
PFC 2021042	1	3	3
PFC 2021044	0	3	3
PFC 2021045	0	3	0
PFC 2021104	0	2	0
PFC 2021105	0	2	0
PFC 2021106	1	2	0
PFC 2021111	0	1	0
PFC 2021113	0	1	0
PFC 2021114	0	1	0
PFC 2021116	0	2	0
PFC 2021117	1	3	0
PFC 2021118	0	2	0
PFC 2021119	0	1	0
PFC 2021120	2	2	0
PFC 2021122	0	1	0
PFC 2021125	0	1	0
PFC 2021127	0	1	0
PFC 2021128	0	1	0
PFC 2021130	0	2	0
PFC 2021131	1	2	0
PFC 2021133	0	1	0
PFC 2021134	0	1	0
PFC 2021136	0	2	0

⁽¹⁾ Reação de resistência em plântulas: notas de 0 a 2; reação de suscetibilidade: notas 3 ou 4.

⁽²⁾ Reação de resistência em plantas: notas de 0 a 2+; reação de suscetibilidade: notas de 3- a 5.

Tabela 5. Severidade de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) em plântulas de linhagens de cevada (*Hordeum vulgare*) em 2023, componentes do Ensaio Preliminar de Linhagens (EPL) da Embrapa.

Genótipo	Severidade de oídio em plântula ⁽¹⁾
PFC 2022001	1
PFC 2022002	1
PFC 2022003	3
PFC 2022004	2
PFC 2022005	1
PFC 2022006	4
PFC 2022007	4
PFC 2022008	1
PFC 2022009	4
PFC 2022010	1
PFC 2022011	1
PFC 2022012	1
PFC 2022013	1
PFC 2022014	1
PFC 2022015	3
PFC 2022016	1
PFC 2022017	1
PFC 2022018	1
PFC 2022019	1
PFC 2022020	1
PFC 2022021	1
PFC 2022022	2
PFC 2022023	1
PFC 2022024	4
PFC 2022025	3
PFC 2022026	3
PFC 2022027	1
PFC 2022028	1
PFC 2022029	3
PFC 2022030	1
PFC 2022031	1
PFC 2022032	3
PFC 2022033	3
PFC 2022034	1
PFC 2022035	3
PFC 2022036	3
PFC 2022037	3
PFC 2022038	1
PFC 2022039	3
PFC 2022040	2
PFC 2022041	4
PFC 2022042	4

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Genótipo	Severidade de oídio em plântula ⁽¹⁾
PFC 2022043	3
PFC 2022044	3
PFC 2022045	4
PFC 2022046	1
PFC 2022047	4
PFC 2022048	1
PFC 2022049	1
PFC 2022050	1
PFC 2022051	2
PFC 2022052	4
PFC 2022053	1
PFC 2022054	2
PFC 2022055	1
PFC 2022056	1
PFC 2022057	1
PFC 2022058	1
PFC 2022059	4
PFC 2022060	1
PFC 2022061	3
PFC 2022062	3
PFC 2022063	4
PFC 2022064	1
PFC 2022065	3
PFC 2022066	3
PFC 2022067	2
PFC 2022068	4
PFC 2022069	4
PFC 2022070	1
PFC 2022071	1
PFC 2022072	1

Continua...

Em 2023, a severidade de oídio de cevada nos ensaios em campo não foi alta, devido, principalmente, às condições meteorológicas desfavoráveis ao desenvolvimento da doença ocorridas nos meses de julho e de setembro, caracterizadas por excesso de precipitação pluvial (45% e 201% acima da normal, respectivamente), e pelas elevadas médias das temperaturas médias diárias, com desvios positivos de 1,4 °C em julho, de 1,0 °C em agosto, e de 2,3 °C em setembro (Embrapa Trigo, 2023).

Tabela 5. Continuação.

Genótipo	Severidade de oídio em plântula ⁽¹⁾
PFC 2022073	1
PFC 2022074	3
PFC 2022075	2
PFC 2022076	3
PFC 2022077	3
PFC 2022078	3
PFC 2022079	2
PFC 2022080	1
PFC 2022081	1
PFC 2022082	3
PFC 2022083	3
PFC 2022084	3
PFC 2022085	4
PFC 2022086	1
PFC 2022087	1
PFC 2022088	2
PFC 2022089	3
PFC 2022090	4
PFC 2022091	4
PFC 2022092	3
PFC 2022093	4
PFC 2022094	1
PFC 2022095	4
PFC 2022096	4
PFC 2022097	4
PFC 2022098	1
PFC 2022099	1
PFC 2022100	1

⁽¹⁾ Reação de resistência em plântulas: notas de 0 a 2; reação de suscetibilidade: notas 3 ou 4.

Conclusões

A caracterização de genótipos de cevada em 2023 quanto à reação a oídio foi eficiente no estádio de plântula. Neste estádio, das 173 linhagens avaliadas, 57 linhagens apresentaram suscetibilidade à doença.

Algumas das linhagens presentes no programa de melhoramento genético de cevada da Embrapa Trigo vêm apresentando resistência a oídio por vários anos, especialmente as componentes do VCU (24 linhagens por, no mínimo, quatro anos), indicando a presença de genes efetivos contra o biótipo de *B. graminis* f. sp. *hordei* ocorrente nas condições de Passo Fundo. Ressalta-se, contudo,

que os ensaios foram realizados com apenas um isolado, e que resultados diferentes podem ser obtidos se outros isolados ou locais forem utilizados.

Quanto à caracterização em campo da reação de planta adulta, as condições meteorológicas não foram favoráveis para o desenvolvimento natural da doença, razão pela qual avaliações dos mesmos genótipos deveriam ser repetidas, na próxima safra.

Referências

- BENNETT, F. G. A. Resistance to powdery mildew in wheat: a review of its use in agriculture and breeding programmes. **Plant Pathology**, v. 33, n. 3, p. 279-300, Sept. 1984. DOI: 10.1111/j.1365-3059.1984.tb01324.x.
- COSTAMILAN, L. M. **Metodologias para estudo de resistência genética de trigo e de cevada a oídio**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 18 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 14). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do14.htm. Acesso em 30 out. 2023.
- COSTAMILAN, L. M.; MINELLA, E. **Oídio em cevada: avaliação histórica das linhagens 2019 do programa de melhoramento da Embrapa Trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2019. 16 p. (Embrapa Trigo. Circular técnica, 46). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/205199/1/ID44768-2019CTO46.pdf>. Acesso em: 5 out. 2023.
- COWGER, C.; BROWN, J. K. M. *Blumeria graminis* (powdery mildew of grasses and cereals). In: **INVASIVE species compendium**. Wallingford: CAB International, 2019. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/22075#-tobiologyAndEcology>. Acesso em: 24 out. 2023.
- DREISEITL, A. Powdery mildew resistance genes in European barley cultivars registered in the Czech Republic from 2016 to 2020. **Genes**, v. 13, n. 7, p. 1274, July 2022. DOI: 10.3390/genes13071274.
- DREISEITL, A. Specific resistance of barley to powdery mildew, its use and beyond: a concise critical review. **Genes**, v. 11, n. 9, p. 971, Sept. 2020. DOI: 10.3390/genes11090971.
- EMBRAPA TRIGO. Laboratório de Agrometeorologia. **Informações meteorológicas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2023. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/agromet.php?ano=2023>. Acesso em: 31 out. 2023.
- JØRGENSEN, I. H. Discovery, characterization and exploitation of Mlo powdery mildew resistance in barley. **Euphytica**, v. 63, p. 141-152, Jan. 1992. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00023919>.
- MOSEMAN, J. G.; MACER, R. C. F.; GREELEY, L. W. Genetic studies with cultures of *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* virulent on *Hordeum spontaneum*. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 48, n. 3, p. 479-489, 1965. DOI: 10.1016/S0007-1536(65)80072-9.
- REIS, E. M.; HOFFMANN, L. L.; BLUM, M. M. C. Modelo de ponto crítico para estimar os danos causados pelo oídio em cevada. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 6, p. 644-646, nov. 2002.
- SANTANA, F. M.; SBALCHEIRO, C. C.; VENANCIO, W. S.; UTIAMADA, C. M.; SENGER, M.; CHAGAS, D. F.; PIZOLOTTO, C.; CASAROTTO, G.; COSTA, A. A. **Eficiência de fungicidas para controle de oídio do trigo: resultados dos ensaios cooperativos, safra 2021**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2023. 20 p. (Embrapa Trigo. Circular técnica, 83). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1157699/1/Circular-Tecnica-83-online.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, v. 14, n. 6, p. 415-421, Dec. 1974.