

Passo Fundo, RS / Dezembro, 2024

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVELOBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Resistência genética a oídio em linhagens de cevada da Embrapa em 2024

Leila Maria Costamilan⁽¹⁾ e Aloisio Alcantara Vilarinho⁽¹⁾⁽¹⁾ Pesquisadores, 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. A resistência genética efetiva protege cultivares e reduz a produção de inóculo do fungo. Este trabalho objetivou avaliar a reação de linhagens de cevada da Embrapa Trigo em desenvolvimento pelo programa de melhoramento genético. As avaliações ocorreram em setembro e outubro de 2024, em Passo Fundo, RS, em 66 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), 12 linhagens vêm se mostrando resistentes há pelo menos três anos. Para as 40 linhagens em Ensaio Preliminar em Rede (EPR), 82,5% foram resistentes. Várias linhagens do programa de cevada da Embrapa Trigo vêm apresentando resistência a oídio por vários 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.

Genetic resistance to powdery mildew in Embrapa barley lines in 2024

Abstract – Barley powdery mildew (*Hordeum vulgare*), caused by *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, is one of the main barley diseases in the world. Control methods include the use of resistant cultivars and the application of fungicides. Effective genetic resistance protects cultivars and reduces the buildup of fungal inoculum. This study aimed to evaluate the reaction of barley lines from Embrapa Trigo in development by the breeding program. The evaluations took place in September and October 2024 in Passo Fundo, RS, in 66 lines, under both greenhouse (artificial inoculation with inoculum collected in Passo Fundo) and field (natural inoculation) environments. In the Value of Cultivation and Use (VCU) test, 12 lines have been resistant for at least three years. Of the 40 lines in the Preliminary Network Trial (EPR), 80% were resistant. Several lines from Embrapa Trigo's barley program have demonstrated resistance to powdery mildew for multiple years, indicating the presence of effective genes against the biotype of *B. graminis* f. sp. *hordei* found in the conditions of Passo Fundo.

Embrapa Trigo
Rodovia BR-285, km 294
Caixa Postal 78
99022-100 Passo Fundo, RS
www.embrapa.br/trigo
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
Presidente
Leila Maria Costamilan
Membros
Alberto Luiz Marsaro Júnior,
Eliana Maria Guarienti, João
Leodato Nunes Maciel, João
Leonardo Fernandes Pires,
Joaquim Soares Sobrinho, Jorge
Alberto de Gouvêa, Martha
Zavariz de Miranda e Sírio
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.

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

Introdução

Os sintomas do oídio de cevada (*Hordeum vulgare*), causado por *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*, caracterizam-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 em restos culturais. Os esporos são disseminados pelo vento e, geralmente, germinam em temperaturas entre 3 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, mesmo com 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 europeus de alto rendimento (Dreiseitl, 2020). Até 2022, virulência contra *mlo* não foi relatada (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 de linhagens de cevada da Embrapa Trigo em desenvolvimento pelo programa de melhoramento genético ao oídio, em 2024. 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 ao oídio, mais produtivas e ecologicamente sustentáveis.

Material e métodos

Foram avaliadas 66 linhagens em casa de vegetação e em campo, em 2024, quanto à reação ao oídio, do programa de melhoramento de cevada da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS. Em casa de vegetação, as linhagens foram avaliadas em estádio 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 setembro de 2024 em Passo Fundo, RS, de plantas de cevada naturalmente infectadas, e mantido viável, em casa de vegetação, em plântulas de linhagens suscetíveis. Os genótipos foram agrupados nos ensaios Valor de Cultivo e Uso (VCU) e Ensaio Preliminar Regional (EPR). Vinte sementes de cada genótipo 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. Procedeu-se à inoculação das plântulas durante a emissão da primeira folha, agitando-se vigorosamente, sobre os genótipos em avaliação, plantas das linhagens suscetíveis com folhas apresentando pústulas de oídio. As plantas foram mantidas até a fase de avaliação em casa de vegetação, com temperatura oscilando entre 17 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 campo, em setembro de 2024, foram avaliadas em Passo Fundo, 66 linhagens agrupadas em ensaios de VCU e de EPR, em uma coleção sem aplicação de fungicidas, semeadas em parcelas de cinco linhas de 2 m de

comprimento, espaçadas em 0,20 m. 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, e sua distribuição 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

As condições meteorológicas foram favoráveis ao desenvolvimento da doença, ocorrendo baixa precipitação pluvial nos meses de julho, agosto e setembro, havendo desvio negativo de precipitação pluvial (57, 18 e 13% abaixo da normal climatológica mensal, respectivamente), e pelas médias das temperaturas mensais de julho e de agosto próximas às médias normais, com desvios positivos de 0,3 e 0,4 °C, respectivamente (Embrapa Trigo, 2024).

Entretanto, em 2024, a severidade de oídio de cevada nos ensaios em campo não foi alta, constatando-se, inclusive, a não ocorrência de doença na cultivar BRS Cauê, considerada padrão de suscetibilidade para os ensaios. Ainda assim, a alta severidade em algumas linhagens de cevada permitiu a coleta de inóculo para testes em plântulas.

No ensaio de VCU (Tabela 3), considerando os dados da série histórica de cada material, as linhagens com, pelo menos, 3 anos de avaliação como resistentes foram PFC 2016258, PFC 2017010, PFC 2017020, PFC 2017081, PFC 2017085, PFC 2018122, PFC 2019019, PFC 2019038, PFC 2020085, PFC 2021104, PFC 2021118 e PFC 2021125.

A maioria das linhagens em EPR (80%) foram resistentes tanto em plântula quanto em planta

adulta, em 2024, com exceção de PFC 2022014, PFC 2022017, PFC 2022067, PFC 2022086, PFC 2022087, PFC 2022094, PFC 2022099 e PFC 2022100, com suscetibilidade à doença (Tabela 4).

Conclusões

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 (12 linhagens por, no mínimo, 3 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, provavelmente houve a ocorrência de uma variação do patógeno, constatada pela ineficiência em infectar a cultivar suscetível BRS Cauê, razão pela qual avaliações dos mesmos genótipos deveriam ser repetidas, na próxima safra.

Tabela 3. Conjunto de notas de severidade de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) de genótipos de cevada, nos estádios de plântula e de planta adulta, dos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) em 2024, da Embrapa.

Linhagem	Severidade de oídio/ano															
	Plântula ⁽¹⁾				Planta adulta ⁽²⁾											
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
BRS Cauê	— ⁽³⁾	—	—	—	4	4	4	1	—	—	—	4	4	4	4	0
BRS Farewell	—	—	—	—	—	1	2	0	—	—	—	—	—	0	0	0
PFC 2015062	0	0	1	1	—	1	3	0	0	0	0	0	—	0	0	0
PFC 2016258	—	0	0	0	—	1	2	0	—	0	0	0	—	0	0	0
PFC 2017010	—	0	1	2	—	1	1	0	—	—	0	0	—	0	0	0
PFC 2017020	—	0	1	0	0	0	2	0	—	—	0	0	0	0	0	0
PFC 2017081	—	0	0	0	—	0	2	0	—	—	0	0	—	0	0	0
PFC 2017085	—	0	0	0	0	1	1	0	—	—	0	0	0	0	0	0
PFC 2018122	—	—	0	0	0	0	2	0	—	—	—	0	0	0	0	0
PFC 2018150	—	—	0	0	0	0	2	0	—	—	—	1	4	0	0	0
PFC 2019019	—	—	—	0	0	0	1	0	—	—	—	—	0	0	0	0
PFC 2019030	—	—	—	0	0	0	1	4	—	—	—	—	0	0	0	0
PFC 2019032	—	—	—	—	0	0	1	4	—	—	—	—	0	0	0	0
PFC 2019038	—	—	—	1	0	1	2	0	—	—	—	—	0	0	0	0
PFC 2020082	—	—	—	—	0	0	2	4	—	—	—	—	—	0	0	0
PFC 2020085	—	—	—	—	0	0	1	2	—	—	—	—	—	0	0	0
PFC 2020089	—	—	—	—	0	0	1	4	—	—	—	—	—	0	0	0
PFC 2020093	—	—	—	—	0	0	1	4	—	—	—	—	—	0	0	0
PFC 2020106	—	—	—	—	1	2	3	3	—	—	—	—	—	0	0	3
PFC 2021003	—	—	—	—	—	1	3	1	—	—	—	—	—	—	3	0
PFC 2021014	—	—	—	—	—	0	3	3	—	—	—	—	—	—	0	0
PFC 2021021	—	—	—	—	—	0	3	3	—	—	—	—	—	—	4	0
PFC 2021023	—	—	—	—	—	0	3	3	—	—	—	—	—	—	2	0
PFC 2021045	—	—	—	—	—	0	3	3	—	—	—	—	—	—	0	0
PFC 2021104	—	—	—	—	—	0	2	2	—	—	—	—	—	—	0	0
PFC 2021118	—	—	—	—	—	0	2	1	—	—	—	—	—	—	0	0
PFC 2021125	—	—	—	—	—	0	1	1	—	—	—	—	—	—	0	0
PFC 2021131	—	—	—	—	—	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 de linhagens de cevada em 2024, componentes do Ensaio Preliminar em Rede (EPR) da Embrapa.

Genótipo	Severidade de oídio em plântula ⁽¹⁾		Planta adulta ⁽²⁾ 2024
	2023	2024	
PFC 2022001	1	tr	0
PFC 2022002	1	0	0
PFC 2022004	2	0	0
PFC 2022005	1	0	0
PFC 2022008	1	1	0
PFC 2022011	1	0	0
PFC 2022012	1	1	0
PFC 2022013	1	1	0
PFC 2022014	1	3	0
PFC 2022016	1	2	0
PFC 2022017	1	3	0
PFC 2022019	1	0	0
PFC 2022020	1	0	0
PFC 2022021	1	0	0
PFC 2022022	2	2	0
PFC 2022023	1	0	0
PFC 2022028	1	0	0
PFC 2022030	1	2	0
PFC 2022031	1	0	0
PFC 2022034	1	0	0
PFC 2022038	1	0	0
PFC 2022040	2	2	0
PFC 2022048	1	0	0
PFC 2022049	1	1	0
PFC 2022050	1	0	0
PFC 2022051	2	0	0
PFC 2022053	1	0	0
PFC 2022055	1	0	0
PFC 2022058	1	0	0
PFC 2022067	2	4	0
PFC 2022070	1	1	0
PFC 2022071	1	0	0
PFC 2022073	1	0	0
PFC 2022079	2	0	0
PFC 2022080	1	0	0
PFC 2022086	1	4	4
PFC 2022087	1	4	2
PFC 2022094	1	3	0
PFC 2022099	1	3	0
PFC 2022100	1	4	2

⁽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.

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 ódio.** 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. 2024.
- COSTAMILAN, L. M.; MINELLA, E. **Ódio 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. 2024.
- 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. 2024.
- 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, 2024. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/agromet.php?ano=2024>. Acesso em: 8 out. 2024.
- 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.
- 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 ódio 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. 2024.
- ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, v. 14, n. 6, p. 415-421, Dec. 1974.