

Passo Fundo, RS / Setembro, 2024

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



## Micotoxinas em grãos de cevada produzidos em ambiente favorável ou desfavorável à ocorrência de giberela

Maria Imaculada Pontes Moreira Lima<sup>(1)</sup>, Aloisio Alcantara Vilarinho<sup>(1)</sup> e Cláudia Cristina Clebsch<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisadores, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. <sup>(2)</sup> Analista, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

**Resumo** – A doença giberela em cevada (*Hordeum vulgare*) é causada por *Gibberella zeae* e prejudica a cultura da cevada a partir da exposição das espigas até a maturação dos grãos. Precipitação pluvial frequente beneficia epidemias e produção de micotoxinas. O objetivo do trabalho foi avaliar a produção de deoxinivalenol (DON) e zearalenona (ZEA) em grãos de cevada de classe comercial 1, em 19 genótipos cultivados em ambiente favorável (AF) ou desfavorável (AD) à epidemia de giberela em 2022, em Passo Fundo, RS. Duas amostras de 100 espigas de cada genótipo foram colhidas, trilhadas e os grãos classificados em quatro grupos de acordo com o diâmetro da peneira em 2,8, 2,5 e 2,2 mm, além do refugo. Os grãos retidos nas peneiras de 2,8 e 2,5 mm foram misturados e as micotoxinas foram quantificadas. As precipitações pluviométricas ficaram aquém da média normal em 32,1, 66,8 e 61,5% para setembro, outubro e novembro, respectivamente, caracterizando o ano como AD à epidemia. No AD, DON não foi detectada em PFC 2018122 e o menor valor ocorreu em PFC 2017022 (210 ppb) e o maior, em PFC 2019032 (1.480 ppb). Todos genótipos produziram DON no AF, com menor valor registrado em PFC 2018122 (2.035 ppb) e o maior em PFC 2018150 (7.160 ppb). No AD, a micotoxina ZEA não foi detectada nos genótipos. No AF, ZEA foi detectada em todos os genótipos, com menor teor obtido em PFC 2015014 (35 ppb) e o maior em PFC 2016258 (1.930 ppb). No AD, grãos de cevada da classe comercial 1 podem atingir níveis de DON acima do Limite Máximo Tolerado (LMT) e não haver produção de ZEA. Em AF à epidemia de giberela, DON e ZEA são produzidas em níveis muito acima do LMT.

**Termos para indexação:** *Hordeum vulgare*, *Gibberella zeae*, deoxinivalenol, zearalenona, fusariose.

## Mycotoxins in barley grains produced under favorable or unfavorable environments for Fusarium head blight

**Abstract** – Fusarium head blight of barley (*Hordeum vulgare*) is caused by *Gibberella zeae* and damages the barley crop from the the ears exposed until the grains ripen. Frequent rainfall benefits epidemics and mycotoxin production. The aim of this study was to evaluate the production of deoxynivalenol

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

Comitê Local de Publicações

Presidente

Leila Maria Costamilan

Membros

Alberto Luiz Marsaro Júnior,  
Eliana Maria Guarienti, João  
Leodato Nunes Maciel, João  
Leonardo Fernandes Pires,  
Joaquim Soares Sobrinho, Jorge  
Alberto de Gouvêa, Martha  
Zavariz de Miranda e Sirio  
Wiethölter

Normalização bibliográfica

Graciela Olivella Oliveira  
(CRB-10/1434)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Márcia Barrocas Moreira Pimentel

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

(DON) and zearalenone (ZEA) in barley grains of commercial class 1, in 19 genotypes grown in an environment favorable (AF) or unfavorable (AD) to the gibberella epidemic in 2022, in Passo Fundo, RS. Two samples of 100 ears of each genotype were harvested, threshed and the grains classified into four groups according to sieve diameter at 2.8, 2.5 and 2.2 mm, as well as rejects. The grains retained on the 2.8 and 2.5 mm sieves were mixed and the mycotoxins were quantified. Rainfall was below the normal average by 32.1, 66.8 and 61.5% for September, October and November, respectively, characterizing the year as AD to the epidemic. In the AD, DON was not detected in PFC 2018122 and the lowest value occurred in PFC 2017022 (210 ppb) and the highest in PFC 2019032 (1,480 ppb). All genotypes produced DON in the AF, with the lowest value recorded in PFC 2018122 (2,035 ppb) and the highest in PFC 2018150 (7,160 ppb). In AD, the mycotoxin ZEA was not detected in the genotypes. In the AF, ZEA was detected in all genotypes, with the lowest content obtained in PFC 2015014 (35 ppb) and the highest in PFC 2016258 (1,930 ppb). In AD, commercial class 1 barley grains can reach DON levels above the Maximum Tolerated Limit (LMT) and not produce ZEA. Under the AF to the gibberella epidemic, DON and ZEA are produced at levels well above the LMT.

**Index terms:** *Hordeum vulgare*, *Gibberella zeae*, deoxynivalenol, zearalenone, fusariosis.

## Introdução

A doença giberela, causada pelo ascomyceto *Gibberella zeae*, principal anamorfo *Fusarium graminearum* (Parry et al., 1995), afeta a cultura da cevada a partir da exposição das espigas até a maturação fisiológica (Lima; Minella, 2005). Precipitação pluvial frequente e temperaturas de 24 a 30 °C proporcionam a ocorrência de epidemia de giberela (McMullen; Stack, 1994; Lima, 2004), reduzindo o rendimento da lavoura e comprometendo a obtenção de grãos de boa qualidade comercial. Além disso, também possibilitam a produção de elevados teores de micotoxinas como deoxinivalenol (DON) e zearalenona (ZEA), cujos Limites Máximos Tolerados (LMT) são regulamentados no Brasil pela Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa) (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022). O LMT estabelecido pela legislação brasileira em grãos de cevada é de 1.000 ppb para DON e de 100 ppb para ZEA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2022).

Os grãos provenientes de espiguetas infectadas precocemente pelo patógeno são mais finos e alongados (Lima, 2011), sendo, em grande parte, eliminados durante a colheita e posterior classificação comercial, que é realizada pelo diâmetro dos grãos. Na fase final de enchimento dos grãos, o patógeno pode infectar a espiguetas e ocorrer desenvolvimento normal do grão (Lima; Minella, 2005; Lima; Vilarinho, 2023).

O objetivo do trabalho foi avaliar a produção das micotoxinas DON e ZEA em grãos de cevada de classe comercial 1, cultivada em dois ambientes no campo, um de simulação de ambiente de epidemia de giberela e o outro desfavorável ao patógeno. A publicação tem aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2 (ODS 2, Fome Zero e Agricultura Sustentável) e 12 (ODS 12, Consumo e Produção Responsáveis).

## Material e métodos

Os genótipos de cevada foram semeados no campo experimental da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, em 2022, em dois locais: em ambiente favorável (AF), com simulação de epidemia de giberela, e em ambiente desfavorável (AD) à doença. O AF foi estabelecido na área experimental "Viveiro de Giberela", e a semeadura ocorreu em 6 de julho de 2022 em delineamento em blocos ao acaso com duas repetições com parcelas de 3 linhas de 2 m espaçadas de 0,20 m entre linhas e 1 m entre parcelas. Nesse ambiente, no espigamento foram distribuídos peritécios de *G. zeae* na superfície do solo, produzidos em grãos de trigo (Lima, 2007). Do espigamento até o estágio 11.2 de grão de massa (Large, 1954), foi acionado molhamento artificial das espigas (Lima; Fernandes, 2002). O AD constou de precipitação pluvial natural em 2022, registrada pela estação meteorológica da Embrapa Trigo nos meses de setembro, outubro e novembro, correspondente ao período do espigamento à colheita. Nesse AD foi semeada em 26 de junho de 2022 a Coleção de Genótipos de Cevada sem controle de doenças, em repetição única em parcelas de 5 linhas de 4 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,20 m. Nos dois ambientes, no estágio 11.4 (ponto de colheita), foram obtidas duas amostras de 100 espigas de cada genótipo, conforme Lima (2002).

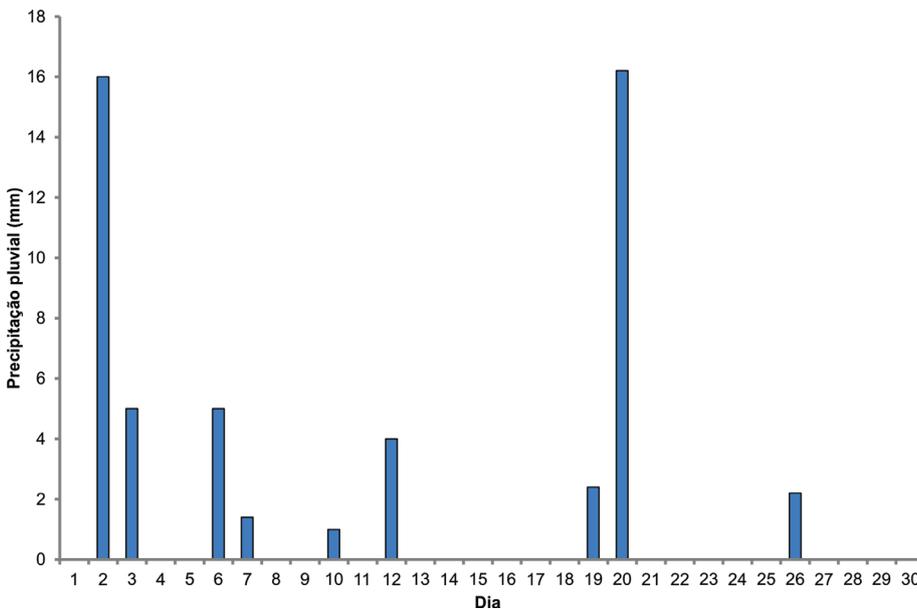
Em ambos os ambientes, foram avaliados os mesmos 19 genótipos: BRS Cauê, Danielle, PFC 2014176, PFC 2015014, PFC 2015062, PFC 2016258, PFC 2017010, PFC 2017020, PFC 2017022, PFC 2017081, PFC 2017085, PFC 2018122, PFC 2018150, PFC 2019019,

PFC 2019030, PFC 2019032, PFC 2019038, PFC 2019042, PFC 2019056. Em cada ambiente, duas amostras de 100 espigas de cada genótipo foram obtidas, trilhadas e após, os grãos foram classificados pelo diâmetro, obtendo-se as frações de 2,8, 2,5 e 2,2 mm, e o refugo (Lima; Minella, 2021). Os grãos de cada genótipo dos distintos ambientes, retidos nas peneiras de 2,8 e 2,5 mm de diâmetro, foram misturados e 100 g foram enviadas ao Laboratório de Análises de Micotoxinas (Lamic) da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria, RS, para determinar os níveis das micotoxinas DON e ZEA.

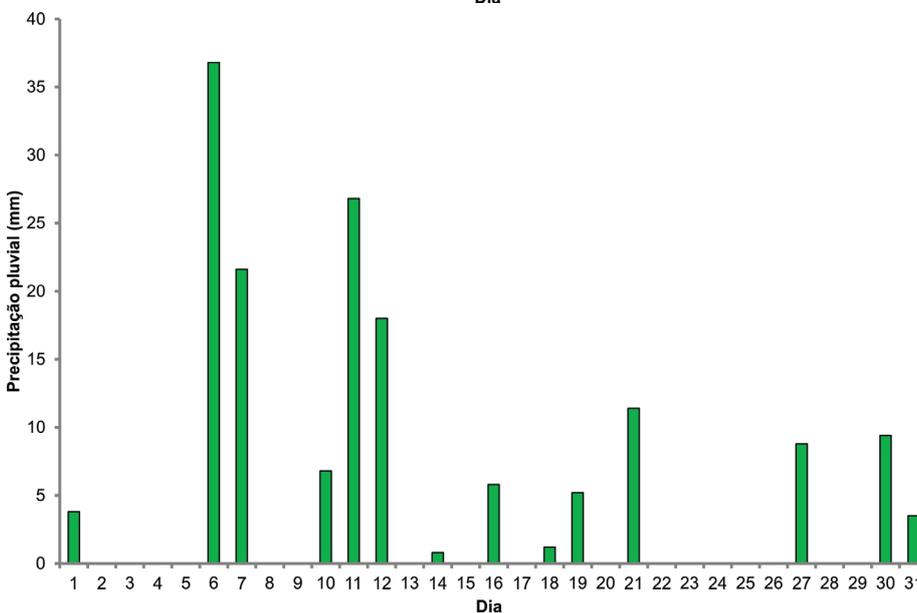
### Resultados e discussão

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados os dados da precipitação pluvial diária nos meses de setembro, outubro e novembro de 2022, respectivamente

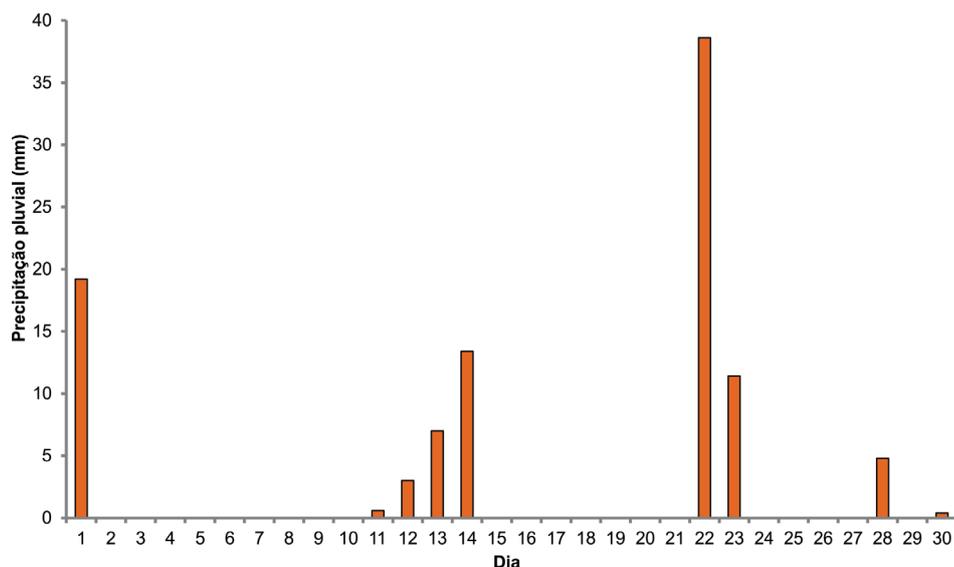
(Embrapa Trigo, 2022). Nesse ano, o somatório mensal da precipitação pluvial em setembro, outubro e novembro foi de 53,2, 159,9 e 98,4 mm, respectivamente. Estas precipitações foram abaixo da média normal em 32,1, 66,8 e 61,5%, respectivamente, caracterizando o período do espigamento até a colheita como desfavorável à giberela em cevada em Passo Fundo. Esta condição climática configurou o ano de 2022 como sendo de La Niña, no qual a giberela não é considerada problema (Lima, 2004). Para que ocorra epidemia de giberela é fundamental a existência de vários períodos de dias consecutivos de precipitação pluvial intensa, o que caracteriza o fenômeno El Niño (Lima, 2004). Assim, constatou-se que a precipitação pluvial abaixo da média em 2022, durante o ciclo da cultura da cevada, foi bem distribuída e adequada para a obtenção de grãos de boa qualidade.



**Figura 1.** Precipitação pluvial diária no mês de setembro de 2022 em Passo Fundo, RS. Fonte: Embrapa Trigo (2022).



**Figura 2.** Precipitação pluvial diária no mês de outubro de 2022 em Passo Fundo, RS. Fonte: Embrapa Trigo (2022).



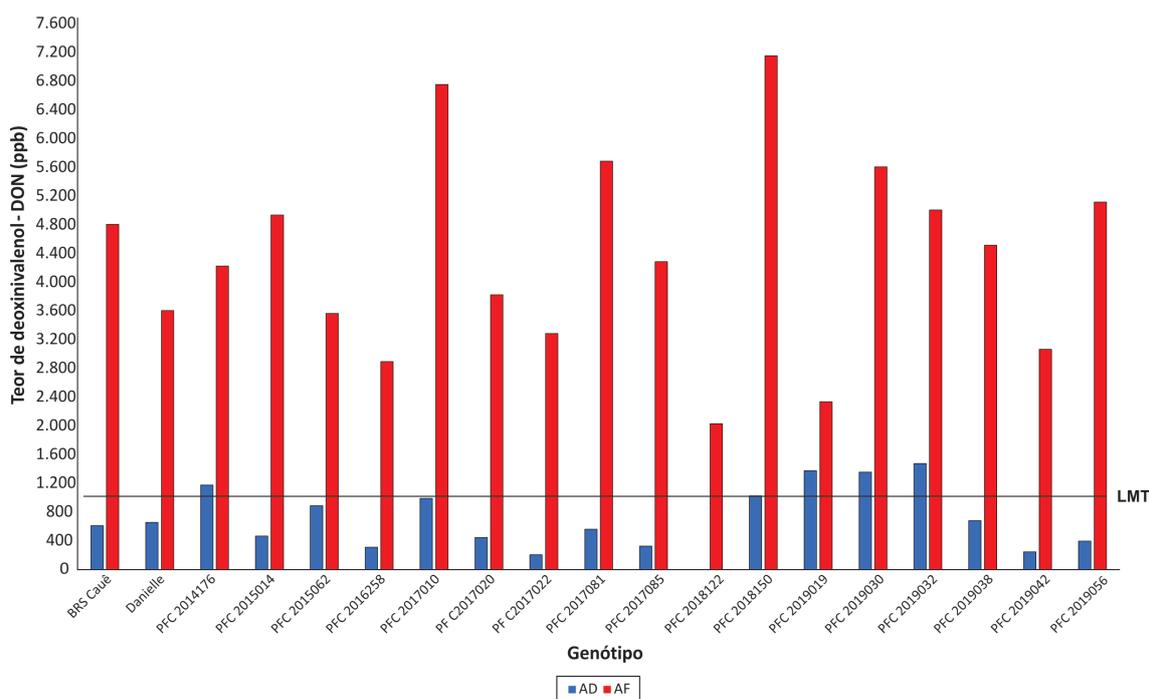
**Figura 3.** Precipitação pluvial diária no mês de novembro de 2022 em Passo Fundo, RS. Fonte: Embrapa Trigo (2022).

A micotoxina DON foi produzida em todos os genótipos no AF à giberela (Figura 4) cujo menor valor foi registrado em PFC 2018122 (2.035 ppb) e o maior em PFC 2018150 (7.160 ppb), com desvio-padrão de 1.382,67 ppb. No AD à giberela, DON apenas não foi detectada em PFC 2018122, sendo o menor valor quantificado em PFC 2017022 (210 ppb), e o maior em PFC 2019032 (1.480 ppb), com desvio-padrão de 736 ppb.

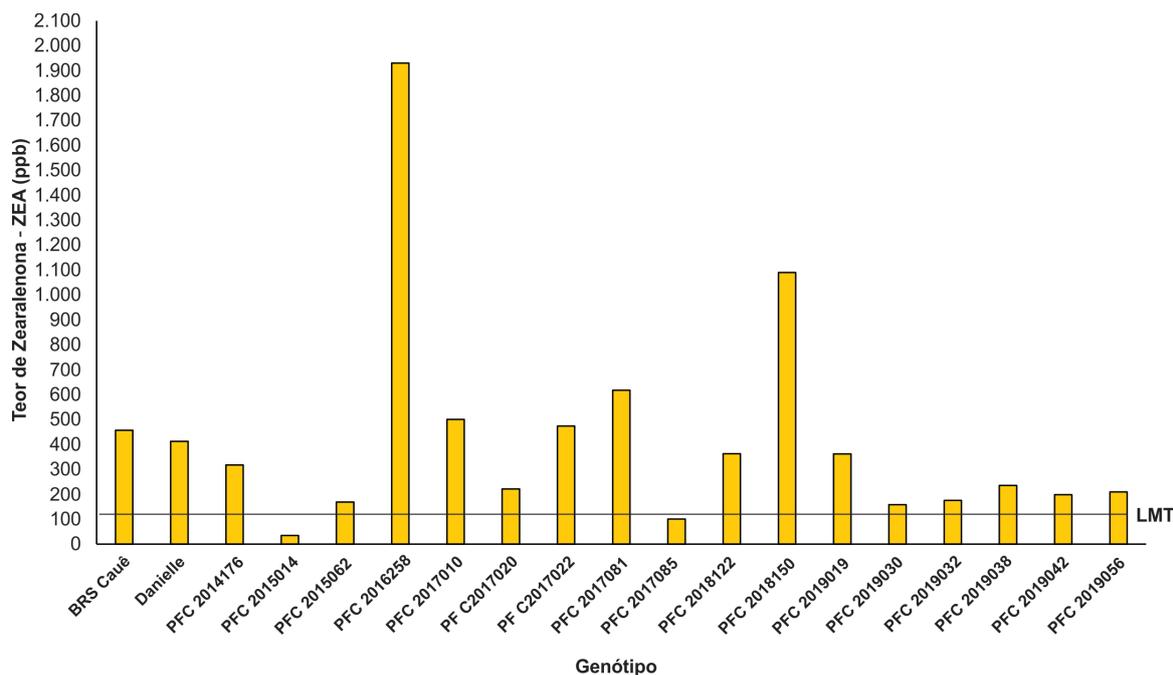
A micotoxina ZEA (Figura 5) foi detectada em todos os genótipos no AF, cujo menor teor foi quantificado em PFC 2015014 (35 ppb) e o maior em PFC 2016258 (1.930 ppb), com desvio-padrão de

434,78 ppb. No AD, a micotoxina ZEA não foi detectada nos genótipos.

No AF, todos os genótipos produziram DON acima do LMT, que é de 1.000 ppb. No AD, cinco genótipos apresentaram DON acima do LMT: PFC 2014176 (1.180 ppb), PFC 2018150 (1.030 ppb), PFC 2019019 (1.380 ppb), PFC 2019030 (1.360 ppb) e PFC 2019032 (1.480 ppb). No AF, ZEA foi detectada em todos os genótipos com os menores teores quantificados em PFC 2015014 (35 ppb), abaixo do LMT (100 ppb), e em PFC 2017085 (101 ppb), muito próximo ao LMT. No AD, nenhum genótipo produziu ZEA.



**Figura 4.** Teores da micotoxina deoxinivalenol (DON, em ppb) em 19 genótipos de cevada cultivados em ambiente favorável (AF) ou em ambiente desfavorável (AD) à giberela, em Passo Fundo, RS, em 2022. LMT = Limite Máximo Tolerado (1.000 ppb).



**Figura 5.** Níveis da micotoxina zearalenona (ZEA, em ppb) em 19 genótipos de cevada cultivados em ambiente favorável (AF) à giberela, em Passo Fundo, RS, em 2022. LMT = Limite Máximo Tolerado (100 ppb).

## Conclusões

- 1) Sob condições favoráveis à giberela de cevada, os genótipos podem se diferenciar entre si, em termos de valores absolutos, quanto à produção das toxinas DON e ZEA nos grãos.
- 2) Em condições desfavoráveis à doença, os genótipos não produzem ZEA, e alguns genótipos podem apresentar níveis de produção de DON acima do LMT; podendo ocorrer diferença entre os mesmos quanto à produção desta toxina, em termos de valores absolutos.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Instrução Normativa nº 160, de 1º de julho de 2022. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. **Diário Oficial da União**: seção 1, p. 227-235, 6 jul. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-160-de-1-de-julho-de-2022-413367081>. Acesso em: 20 fev. 2024.

EMBRAPA TRIGO. **Laboratório de Agrometeorologia**. 2022. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/agromet.php>. Acesso em: 9 fev. 2024.

LARGE, E. C. Growth stage in cereals: illustration of the Feekes scale. **Plant Pathology**, v. 3, n. 4, p. 128-129, Dec. 1954. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x>.

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). Acesso em: 10 set. 2024.

LIMA, M. I. P. M. **Giberela ou brusone?** Orientações para a identificação correta dessas enfermidades em trigo e em cevada. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 56 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 40). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/849828>. Acesso em: 9 fev. 2024.

LIMA, M. I. P. M. Sintomas e sinais de giberela em trigo, cevada e triticale. In: REIS, E. M. (org.). **Seminário sobre giberela em cereais de inverno**. Passo Fundo: Berthier, 2011. p. 21-30.

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. 16 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 218). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co218.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co218.htm). Acesso em: 10 set. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-41582002000100019>.

LIMA, M. I. P. M.; FERNANDES, J. M. C. Avaliação da resistência à giberela de genótipos de cereais de inverno.

**Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 104, 2002. Notas fitopatológicas.

LIMA, M. I. P. M.; MINELLA, E. Suscetibilidade de espigas de cevada à giberela. In: REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 25., 2005, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2005. p. 373-375.

LIMA, M. I. P. M.; MINELLA, E. **Protocolo usado na Embrapa Trigo para avaliar giberela em grãos de cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2021. 6 p. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico, 377). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1130266/protocolo-usado-na-embrapa-trigo-para-avaliar-giberela-em-graos-de-cevada>. Acesso em: 1º jul. 2024.

LIMA, M. I. P. M.; VILARINHO, A. A. **Identificação prática de giberela em cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2023. 11 p. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico, 387). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1153246/1/Comunicado-Tecnico-387.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2024.

MCMULLEN, M.; STACK, R. W. **Head blight (scab) of small grains**. [Fargo]: North Dakota State University, 1994. 4 p. (Ext. publ. PP-804).

PARRY, D. W.; JENKINSON, P.; MCLEOD, L. *Fusarium* ear blight (scab) in small grain cereals – a review. **Plant Pathology**, v. 44, n. 2, p. 207-238, Apr. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02773.x>.