

# EFEITO DA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS SOBRE DESOXINIVALENOL EM GRÃOS DE TRIGO

Amanda Valentini Baseggio<sup>1</sup>

Marcio Zilio<sup>2</sup>

Analú Mantovani<sup>3</sup>

Claudia Aparecida Guginski Piva<sup>4</sup>

## RESUMO

O objetivo com este trabalho foi avaliar o efeito da aplicação adicional de fungicidas na floração da cultura do trigo, cultivar Ametista, visando à diminuição de desoxinivalenol (DON) no grão. O delineamento experimental utilizado foi blocos inteiramente casualizados com quatro repetições. Foram realizados três tratamentos: o tratamento 1 (T1) foi composto pela aplicação de Azoxystrobin + Cyproconazole (300 mL ha<sup>-1</sup> + 300 mL ha<sup>-1</sup>) / Trifloxystrobin + Prothioconazol (400 mL ha<sup>-1</sup>) / Tebuconazole + Trifloxystrobin (400 mL ha<sup>-1</sup>) no início do florescimento. O tratamento 2 (T2) foi a aplicação do T1 mais Tebuconazole + Carbendazim (0,5 L ha<sup>-1</sup> + 0,3 L ha<sup>-1</sup> de óleo vegetal) cinco dias após a primeira aplicação. No tratamento 3 (T3) foi realizada a aplicação do T1 + T2 + Tebuconazole + Carbendazim (0,5 L ha<sup>-1</sup> + 0,3 L ha<sup>-1</sup> de óleo vegetal), 10 dias após a primeira aplicação. Foram avaliadas as seguintes características: comprimento de espiga, massa de espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiguetas, número de grãos por espiga, massa de grãos por espiga, peso de mil grãos, peso hectolitro, produtividade de grãos, número de queda e DON. Os fungicidas aplicados em pleno florescimento (T2 e T3) da cultura não diferiram significativamente em relação à aplicação no início do florescimento (T1) para as variáveis analisadas. O uso de fungicidas complementares aplicados em pleno florescimento da cultura não foi eficiente para reduzir os níveis de DON no grão.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L. *Fusarium graminearum*. Micotoxinas. Controle químico.

## 1 INTRODUÇÃO

A Giberela ou Fusariose da espiga é, atualmente, uma das mais importantes doenças na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) no mundo. Frequentes epidemias têm sido observadas nos últimos anos em diversas regiões, promovendo danos na produtividade e na qualidade dos grãos (PARRY; JENKINSON; MCLEOD, 1995). No Brasil, é considerada a principal doença nas regiões tritícolas, principalmente no Sul do Brasil, causando impactos econômicos (REIS et al., 1996; PANISSON; REIS; BOLLER, 2003).

A Giberela é considerada uma doença de infecção floral, e as epidemias ocorrem associadas a períodos prolongados de chuva ou de alta umidade durante a antese do trigo (PARRY; JENKINSON; MCLEOD, 1995), condição comum para a região Sul do País. Além dos danos diretos à cultura causados pela doença, os grãos infectados podem apresentar contaminação por micotoxinas, as quais são tóxicas tanto para o homem quanto para os animais. Entre as micotoxinas, destaca-se a Desoxinivalenol (DON), que pertence à classe dos tricotecenos, é produzida principalmente por *Fusarium graminearum*, e é mais comumente encontrada em cereais de grãos pequenos (BANDO et al., 2007; FREIRE et al., 2007). Essa micotoxina possui grande importância toxicológica e é produzida sob baixas temperaturas e alta umidade, tendo grande incidência em cereais de inverno, como no trigo e em seus subprodutos de consumo humano (MALLMANN et al., 2003).

<sup>1</sup> Graduanda em Agronomia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina de Campos Novos; amanda\_baseggio@hotmail.com

<sup>2</sup> Doutor e Mestre em Produção Vegetal pela Universidade do Estado de Santa Catarina; Professor do Curso de Agronomia na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Campos Novos; marcio.zilio@unoesc.edu.br

<sup>3</sup> Doutora em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Mestre em Manejo do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina; Professora do Curso de Agronomia na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Campos Novos; analu.mantovani@unoesc.edu.br

<sup>4</sup> Mestre em Agronomia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná; doutoranda em Produção Vegetal pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; Professora do Curso de Agronomia na Universidade do Oeste de Santa Catarina de Campos Novos; claudia.piva@unoesc.edu.br

A preocupação com alimentos contaminados por micotoxinas é considerada um problema global, caracterizando-se como um risco que afeta diretamente a segurança dos alimentos. Segundo a classificação da International Agency for Research on Cancer, a DON pertence ao Grupo 3, isto é, não é carcinogênica para humanos (IARC, 2002). No entanto, a exposição a níveis elevados de contaminação pode desencadear náuseas, vômitos, vertigens, problemas gastrointestinais e diarreia. Em animais, a DON causa recusa de alimento e vômitos, principalmente em suínos. Preocupados, vários países criaram legislações estabelecendo limites considerados seguros para diversos produtos que estão predispostos à contaminação de micotoxinas. Mesmo com a legislação brasileira aprovada recentemente, a maioria das indústrias fabricantes de produtos agroalimentares já segue normas internacionais em razão das exportações e/ou exigências de clientes exportadores (SCUSSEL et al., 2010).

O controle dessas micotoxinas vem se tornando um dos principais problemas para as indústrias agroalimentares, sendo necessária a adoção de medidas preventivas para minimizar o desenvolvimento dessas substâncias. Em razão da sobrevivência saprófita do patógeno causador da Giberela em diversos hospedeiros, como espécies de plantas cultivadas, nativas e invasoras (REIS; CASA, 2004), assim como a facilidade de dispersão dos ascósporos, transportados à longa distância pelo vento, a Giberela não é controlada eficientemente pela rotação de culturas (ZAMBOLIM; CASA; REIS, 2000; REIS; CASA, 2005). Assim, o uso de fungicidas pode minimizar a incidência de Giberela e, conseqüentemente, da DON.

Segundo Reis et al. (1996), para a Giberela são necessários fungicidas que apresentem alta eficiência e que o controle seja realizado no momento adequado, quando a quantidade máxima de anteras estão expostas. Isso ocorre, em geral, do 5º ao 8º dia após o início da antese, variando de acordo com a cultivar, época de semeadura ou condições ambientais (VARGAS et al., 2000). A principal dificuldade relacionada ao controle químico da Giberela é a dificuldade de aplicar os fungicidas no momento correto (REIS; CASA, 2005) e a dificuldade de atingir os sítios de infecção (as anteras) com os fungicidas (REIS et al., 1996).

Sabendo da necessidade de se adequar à regulamentação exigida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), e que poucas cultivares possuem tolerância genética aceitável a essa doença, visto que ela normalmente apresenta falhas em anos muito favoráveis a epidemias, é necessária a utilização de fungicidas para controle da doença. O uso de medidas de controle com fungicidas tem sido preconizado, entretanto ainda existem dificuldades e dúvidas quanto ao momento e a tecnologia de aplicação para se obterem resultados satisfatórios. Considerando-se o problema apresentado, o objetivo com este trabalho foi avaliar qual o melhor manejo em relação ao uso de fungicidas aplicados em pleno florescimento na cultura do trigo, visando à redução da Giberela e, conseqüentemente, da toxina DON no grão.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na safra agrícola 2015, no Município de São José do Ouro, RS. A área experimental localiza-se na região dos Campos de Cima da Serra, com altitude de aproximadamente 850 m e com solo do tipo latossolo vermelho. O experimento foi implantado sob sistema de semeadura direta consolidado, tendo como cultura anterior a soja.

A área experimental foi composta de 12 parcelas, cada parcela constituída de cinco linhas de cinco metros, com espaçamento entrelinha de 17 cm e densidade populacional de 350 sementes/m<sup>2</sup>. A área útil da parcela foram as três fileiras centrais, excluindo-se a primeira planta de cada fileira. O delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições. A semeadura do trigo foi realizada em 19 de junho com a cultivar Ametista. A adubação de base foi de 170 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula MAP 11-52-00 (NPK), mais uma aplicação a lanço de 100 kg ha<sup>-1</sup> de KCl. A aplicação de nitrogênio em cobertura foi realizada no início e no final do perfilhamento com 90 kg ha<sup>-1</sup> (45 +45 kg ha<sup>-1</sup>). A fonte de nitrogênio utilizada foi ureia. Os demais tratamentos culturais foram aplicados seguindo as recomendações indicados para a cultura (RECOMENDAÇÕES..., 2014).

Os tratamentos foram formados pela aplicação complementar de fungicidas em diferentes períodos reprodutivos da cultura do trigo. O tratamento 1 (T1) foi composto pela aplicação de Azoxystrobin + Cyproconazole (300 mL ha<sup>-1</sup> + 300 mL ha<sup>-1</sup>) / Trifloxystrobin + Prothioconazol (400 mL ha<sup>-1</sup>) / Tebuconazole + Trifloxystrobin (400 mL ha<sup>-1</sup>) no início do florescimento. O tratamento 2 (T2) foi a aplicação do T1 mais Tebuconazole + Carbendazin (0,5 L ha<sup>-1</sup> + 0,3 L ha<sup>-1</sup> de óleo vegetal) cinco dias após a primeira aplicação. No tratamento 3 (T3) foi realizada a aplicação do T1 +

T2 + Tebuconazole + Carbendazin ( $0,5 \text{ L ha}^{-1}$ , +  $0,3 \text{ L ha}^{-1}$  de óleo vegetal), 10 dias após a primeira aplicação (Quadro 1). A aplicação do T1 foi realizada com pulverizador. As aplicações complementares, em pleno florescimento, foram aplicadas manualmente com borrifador, sendo utilizados  $120 \text{ l ha}^{-1}$  de calda.

Quadro 1 – Tratamentos realizados no experimento

Tratamento	Descrição
T1	Azoxystrobin + Cyproconazole ( $300 \text{ mL ha}^{-1}$ + $300 \text{ mL ha}^{-1}$ aplicados no início do florescimento) Trifloxystrobin + Protioconazol ( $400 \text{ mL ha}^{-1}$ aplicados no início do florescimento) Tebuconazole + Trifloxystrobin ( $400 \text{ mL ha}^{-1}$ aplicados no início do florescimento)
T2	T1 + Tebuconazole + Carbendazin ( $0,5 \text{ l ha}^{-1}$ + $0,3 \text{ l ha}^{-1}$ de óleo vegetal) cinco dias após a primeira aplicação
T3	T1 + T2 + Tebuconazole + Carbendazin ( $0,5 \text{ l ha}^{-1}$ + $0,3 \text{ l ha}^{-1}$ de óleo vegetal) 10 dias após a primeira aplicação

Fonte: os autores.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: comprimento de espiga (cm), massa de espiga (g), número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiguetas, número de grãos por espiga, massa de grãos por espiga (g), peso de mil grãos (g), peso hectolitro, produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), número de queda (segundos) e DON ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ).

O comprimento de espiga foi determinado manualmente com auxílio de régua. A massa de espiga, número de espiguetas por espiga, número de grãos por espiga, número de grãos por espiguetas, peso de grãos por espiga e peso de mil grãos foram determinados com balança eletrônica de precisão utilizando-se cinco plantas de cada parcela.

A produtividade de grãos foi estimada em  $\text{kg ha}^{-1}$  em razão do rendimento de sementes na área útil de cada parcela corrigida para 13% de umidade. Na análise de DON, realizou-se a extração da amostra, a qual consiste na agitação vigorosa de 10 g de farinha de trigo em 100 mL de água destilada por três minutos e posterior filtração. Após a extração da amostra, realizou-se o teste para detecção de desoxinivalenol por meio do Kit Veratox DON 5/5 e, em seguida, a leitura dos resultados em micropoços (Neogen, modelo Start Fax 4700). Os testes forneceram resultados em  $\mu\text{g kg}^{-1}$ .

O número de queda foi determinado de acordo com o método n. 56-81B, da American Association of Cereal Chemists (AACC) (1995), utilizando-se sete gramas de farinha, corrigido para 14% de umidade, posteriormente acondicionadas em tubos de ensaio com 25 mL de água destilada. Em seguida, com auxílio de um agitador, os tubos foram agitados por 30 vezes. Após a agitação, os tubos foram colocados no aparelho de número de queda até que as hastes decantassem até o final de cada tubo de ensaio. A queda das hastes dentro dos tubos ocorreu à medida que o amido presente na farinha foi sendo gelatinizado, permitindo caracterizar a presença da enzima alfa-amilase. O tempo, em segundos, que cada haste demorou a cair foi registrado, caracterizando-se assim o número de queda.

Os resultados obtidos foram avaliados pela análise de variância, e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo para todas as variáveis analisadas (Tabela 1).

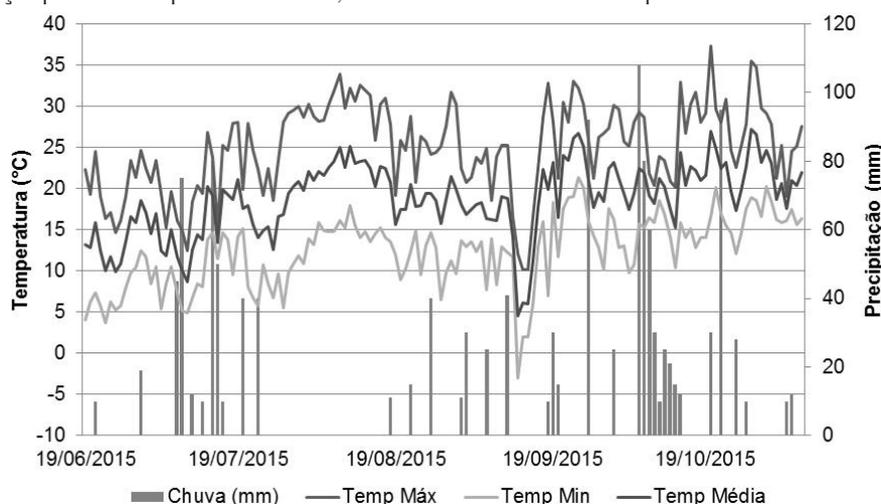
Tabela 1 – Resultados da análise de variância F para as variáveis observadas no experimento

Variáveis	G.L	S.Q	F	C.V
Peso hectolitro	2	7,8067	3,58ns	1,36
Produtividade	2	33683,37	0,32ns	23,18
Comp. Espiga	2	0,3098	0,31ns	10,78
Massa de espiga	2	0,1025	1,46ns	17,95
Número de espiguetas / espiga	2	0,32	0,13ns	8,30
Número de grãos / espiga	2	70,8067	1,71ns	19,58
Número de grãos / espiguetas	2	0,273	1,7ns	16,12
Peso de grãos / espiga	2	0,0582	1,59ns	16,93
Peso de 1000 grãos	2	15,1982	2,47ns	5,30
Número de queda	2	699,500	2,71ns	3,77
DON	2	1181666,667	0,64ns	43,66

Fonte: os autores.

Um dos fatores que podem explicar o resultado encontrado foi a ocorrência de três geadas durante o período de emborrachamento da cultura, ou seja, quando as plantas já possuíam as espigas formadas dentro da bainha foliar, sendo registradas temperaturas mínimas de  $-3^{\circ}\text{C}$  (em 12 de setembro) e  $2^{\circ}\text{C}$  (em 13 e 14 de setembro), conforme demonstrado no Gráfico 1. A geada prejudicou a formação das estruturas reprodutivas da planta e, conseqüentemente, afetou os componentes do rendimento e da produtividade, não permitindo a diferenciação dos tratamentos.

Gráfico 1 – Precipitação pluvial e temperatura máxima, média e mínima ocorridas no período do cultivo do trigo (safra 2015)



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2015).

Um dos mais graves danos que a geada pode causar às plantas de trigo é atingir os primórdios frutíferos e impedir a formação dos grãos. O fato ocorre em razão da cristalização dos líquidos intra e intercelulares, provocando o rompimento das paredes celulares do ovário. Esses danos tomam diferentes formas, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta e da temperatura registrada durante a geada. Geadas com temperatura do ar de  $-7^{\circ}\text{C}$  no espigamento ocasionam perda total na produção de grãos, independentemente do grau de tolerância que os genótipos tenham apresentado em estádios anteriores (SILVA et al., 2008). Segundo Scheeren et al. (2000), em geadas fortes (abaixo de  $-2^{\circ}\text{C}$ ), durante a floração do trigo são verificados danos irreversíveis nas espigas.

O estado hídrico do solo pode acentuar ou atenuar os efeitos da geada. Os danos serão mais severos em solos saturados do que em secos (SZÚCS; VEISZ; BEDŐ, 2003). Quanto maior a proximidade da capacidade de campo, maior será a disponibilidade hídrica às plantas, o que deixa as células bem hidratadas e potencializa os danos da geada. Assim, quando as plantas são expostas à geada, o crescimento de cristais de gelo extracelulares provoca um movimento de água líquida do protoplasto para o gelo extracelular, causando desidratação excessiva (XIN; BROWSE, 2000). Na

geada de 12 de setembro, houve incidência de chuva (40 mm), a qual favoreceu o congelamento das plantas e acentuou os efeitos da geada.

A geada durante o emborrachamento também pode explicar a redução dos componentes do rendimento e a baixa produtividade. Os tratamentos apresentaram produtividade média de grãos de 922,4 kg ha<sup>-1</sup> (T1), 1087,9 kg ha<sup>-1</sup> (T2) e 1031,4 kg ha<sup>-1</sup> (T3) (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios das variáveis analisadas para cada tratamento

Variáveis	Tratamentos		
	T1	T2	T3
Peso hectolitro	75,8	77,0	77,7
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )	922,4	1087,9	1031,4
Comprimento da espiga (cm)	6,80	6,44	6,49
Massa de espiga (g)	0,92	1,06	1,14
Número de espiguetas	13,0	13,2	13,4
Número de grãos / espiga	19,9	24,4	25,6
Número de grãos / espiguetas	1,55	1,83	1,90
Peso de grãos / espiga (g)	0,71	0,80	0,88
Peso de 1000 grãos (g)	31,66	33,12	34,41
Número de queda (segundos)	312,2	297,0	295,2
DON ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	2.025	2.650	1.950

Fonte: os autores.

Os valores obtidos no número de queda nos diferentes tratamentos foram 312,3 (T1), 297,0 (T2) e 295,3 segundos (T3), os quais são considerados satisfatórios, ou seja, houve baixa atividade enzimática. Considera-se o número de queda de 200 a 350 segundos como ideal (GUARIENTI, 1996). Acima de 350 segundos, há pouca atividade de  $\alpha$ -amilase, ou seja, não ocorre disponibilização do açúcar necessário para que a levedura produza gás carbônico. A baixa atividade amilolítica gera uma massa mais seca e um produto mais compacto; abaixo de 200 segundos, a alta atividade enzimática gera produtos com grande volume de gás carbônico, que se posiciona na parte de cima da massa e forma um grande espaço vazio entre a casca e o miolo, além de ter pouca consistência e se esfarelar.

Para a variável número de queda, pode-se observar que as condições climáticas não foram prejudiciais, pois não houve chuva em pré-colheita ou umidade para induzir a germinação de grãos na espiga. Quando o grão de trigo está maduro, determinadas condições de temperatura e umidade podem iniciar a germinação na espiga e produzir alto grau de  $\alpha$ -amilase.

Em relação à concentração da DON, os tratamentos exibiram níveis superiores ao limite permitido pela Anvisa (1.750  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ). O T1 apresentou valor 2.025  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , o tratamento com uma aplicação complementar de tebuconazole + carbendazim (T2) apresentou 2.650  $\mu\text{g kg}^{-1}$ ; e o tratamento com duas aplicações complementares de tebuconazole + carbendazim (T3) apresentou 1.950  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . A partir de 2017 o limite máximo tolerado será de 750  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (ANVISA, 2011).

O estudo realizado por Oliveira et al. (2002) sobre a incidência de DON em produtos de panificação, farinha e farelo de trigo comercializados em cidades do Estado de Minas Gerais, no período de 1998 a 2000, mostrou que a DON foi detectada em 32 (68%) das 47 amostras analisadas, em uma faixa de concentração de 40 a 1.205  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . Esses valores de DON observados pelos autores foram muito abaixo dos obtidos no experimento. Calori-Domingues et al. (2007) avaliaram a presença de DON em 50 amostras de trigo provenientes dos Estados de São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul e 50 amostras de trigo importado (Argentina e Paraguai) comercializados no Brasil. Do total de amostras avaliadas, 94% do trigo nacional e 88% do trigo importado apresentaram contaminação com DON em níveis médios de 332  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (nacional) e 90  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (importado). No Sul do Brasil, 24,91% das 297 amostras de trigo utilizadas na alimentação humana apresentaram contaminação por Desoxinivalenol, com nível médio de 603,2  $\mu\text{g kg}^{-1}$  e máximo de 8.504  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (MALMANN et al., 2003). Outro estudo feito em São Paulo apresentou contaminação por DON em 45% das 42 amostras de trigo analisadas em níveis que variaram de 82 a 1500  $\mu\text{g kg}^{-1}$  (LAMARDO, 2004).

## 4 CONCLUSÃO

Os danos causados pela geada na fase de emborrachamento foram irreversíveis, considerando-se como fator responsável pela baixa produtividade de grãos. As aplicações de fungicidas complementares não alteraram os componentes do rendimento e a produtividade final de grãos. A grande intensidade de precipitação no período de floração da cultura foi o fator agravante para os altos níveis de DON entre os tratamentos. O uso de fungicidas complementares aplicados em pleno florescimento da cultura não foi eficiente para reduzir significativamente os níveis de DON no grão, nas condições desse experimento.

### *The effect of the application of fungicides on deoxynivalenol in wheat grain*

#### *Abstract*

*The aim of this work was to evaluate the effect of additional application of fungicides at wheat flowering, Ametista cultivar, on deoxynivalenol (DON) in wheat grain. The experiment design was randomized blocks, with four replications. Three treatments were performed: treatment 1 (T1) was composed of the application of Azoxystrobin + Cyproconazol (300 mL ha<sup>-1</sup> + 300 mL ha<sup>-1</sup>) / Trifloxystrobin + Protiocozol (400 mL ha<sup>-1</sup>) / Tebuconazol + Trifloxystrobin (400 mL ha<sup>-1</sup>) at flowering; Treatment 2 (T2) was the application of T1 more Tebuconazol + Carbendazin (0,5 L ha<sup>-1</sup> + 0,3 L ha<sup>-1</sup> of vegetal oil) five days after the first application; The treatment 3 (T3) was the application of T1 + T2 plus Tebuconazol + Carbendazin (0,5 L ha<sup>-1</sup>, + 0,3 L ha<sup>-1</sup> of vegetal oil), 10 days after first application. The characteristics evaluated were: ear size, ear weight, number of spikelets per spike, number of grain per spikelets, number of grain per spike, grain weight per spike, thousand grain weight, hectoliter weight, grain yield, falling number and DON. The additional fungicide application at full flowering (T2 and T3) did not differ with the application at beginning of flowering (T1) for the characteristics analyzed. The additional fungicides applied at flowering were not efficient to reduce the levels of DON in the grains. Keywords: Triticum aestivum L. Fusarium graminearum. Mycotoxin. Chemical control.*

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the AACC**. 8. ed. St Paul, 1995.
- BANDO, É. et al. Biomarcadores para avaliação da exposição humana às micotoxinas. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 43, n. 3, p. 175-180, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC n. 7, de 18 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos, 2011. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 fev. 2011.
- CALORI-DOMINGUES, M. A. et al. Ocorrência de desoxinivalenol em trigo nacional e importado utilizado no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 181-185, 2007.
- FREIRE, F. das C. O. et al. **Micotoxinas**: importância na alimentação e na saúde humana e animal. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. (Série Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 110).
- INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene (summary of data reported and evaluation)**. Lyon: World Health Organization, 2002. v. 82.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 nov. 2015.
- GUARIENTI, E. M. **Qualidade Industrial de Trigo**. 2. ed. Passo Fundo: EMBRAPA CNPT, 1996.
- LAMARDO, L. **Avaliação de métodos analíticos para determinação de desoxinivalenol e sua ocorrência em amostras de trigo e farinha de trigo**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências)–Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2004.

- MALMANN, C. A. et al. Avaliação da contaminação por desoxivalenol em trigo utilizado na alimentação humana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FARMÁCIA, 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2003.
- OLIVEIRA, M. S. et al. Incidência de aflatoxinas, desoxivalenol e zearalenona em produtos comercializados em cidades do Estado de Minas Gerais no período de 1998 - 2000. **Revista Adolfo Lutz**, v. 61, n. 1, p. 1-6, 2002.
- PANISSON, E.; REIS, E. M.; BOLLER, W. Quantificação de danos causados pela giberela em cereais de inverno, na safra 2000, em Passo Fundo, RS. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 189-192, 2003.
- PARRY, D. W.; JENKINSON, P.; MCLEOD, L. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals - a review. **Plant Pathology**, v. 44, i. 2, p. 207-238, 1995.
- RECOMENDAÇÕES da comissão sul-brasileira de pesquisa de trigo. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 8., 2014, Canela. **Anais...** Canela, 2014.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. Sobrevivência de fitopatógenos. In: VALE, F. X. R. et al. (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p. 337-362.
- REIS, E. M.; CASA, R. T. Doenças do trigo. In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2. p. 631-638.
- REIS, E. M. et al. Controle químico de *Gibberella zeae* em trigo, um problema de deposição de fungicidas em anteras. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 39-42, 1996.
- SCHEEREN, P. L. et al. **Efeito do frio em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico online, 57).
- SCUSSEL, V. M. et al. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 5., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Abrapós, 2010.
- SILVA, E. P. da et al. Fatores abióticos envolvidos na tolerância de trigo à geada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 10, p. 1257-1265, 2008.
- SZÚCS, P.; VEISZ, O.; BEDŐ, Z. Frost tolerance of *Triticum durum* (Desf.) genotypes in soils with various moisture contents. **Cereal Research Communications**, v. 31, i. 1-2, p. 153-160, 2003.
- VARGAS, P. R. et al. Simulação de epidemia de giberela em trigo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, p. 497-504, 2000.
- XIN, Z.; BROWSE, J. Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures. **Plant, Cell & Environment**, v. 23, i. 9, p. 893-902, 2000.
- ZAMBOLIM, L.; CASA, R. T.; REIS, E. M. Sistema plantio direto e doenças em plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 585-595, 2000.

