

Contaminação por fungos e micotoxinas em grãos de trigo do Paraná e importado do Paraguai

Contamination by fungi and mycotoxins in wheat grains from Paraná and imported from Paraguay

Contaminación por hongos y micotoxinas en granos de trigo de Paraná e importados de Paraguay

Recebido: 02/09/2020 | Revisado: 11/09/2020 | Aceito: 14/09/2020 | Publicado: 15/09/2020

Caio Ericles Kolling

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2019-5197>

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

E-mail: caiokolling@hotmail.com

Marcia de Holanda Nozaki

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6923-5719>

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil

E-mail: marcia.nozaki@pucpr.br

Arlindo Fabrício Corrêia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8020-5425>

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil

E-mail: arlindo.correia@pucpr.br

Larissa Aparecida Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8997-2057>

Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil

E-mail: lari_ssa_95@hotmail.com

Leandro Rampim

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8300-7424>

Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil

E-mail: rampimleandro@yahoo.com.br

Resumo

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é um dos cereais mais produzidos no mundo. Há limitações como o excesso de chuvas e altas temperaturas que facilitam a incidência de doenças, e no armazenamento de grãos, cria-se um microclima ideal, podendo ocasionar a produção de

micotoxinas. Portanto esse trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fitossanitária em grãos de trigo do Oeste do Paraná e de importação do Paraguai. As amostras de trigo foram coletadas de cooperativas agrícolas, sendo 4 lotes do Paraguai e 4 lotes do Oeste do Paraná. A análise de micotoxinas foi realizada através de um laboratório de análise de rações e a análise de contaminação fúngica foi realizada na PUCPR campus Toledo, pelo método do papel filtro (Blotter test), pela incubação dos grãos em caixas gerbox, com 50 sementes. Após 7 dias foi analisado os gêneros de fungos e a porcentagem de incidência de cada. Os dados foram submetidos a análise de Kruskal – Wallis para comparação das médias ao nível de 5% de significância. As micotoxinas contaminantes nos lotes de trigo do Oeste do Paraná e Paraguai não foram necessariamente relevantes para a segurança alimentar de acordo com as normativas e o índice de Zearalenona foi superior para um dos lotes oriundo do Paraguai. Para a incidência de fungos um lote do Oeste do Paraná teve maior contaminação de *Colletotrichum spp.* e *Fusarium spp.*, enquanto que de importação do Paraguai, foi para *Rhizopus spp.* e *Bipolaris spp.*

Palavras-chave: Zearalenona; Doenças; Qualidade fitossanitária; Importação.

Abstract

Wheat (*Triticum aestivum L.*) is one of the most produced cereals in the world. There are limitations such as excessive rainfall and high temperatures that facilitate the incidence of diseases, and in grain storage, an ideal microclimate is created, which can lead to the production of mycotoxins. Therefore, this work aimed to evaluate the phytosanitary quality of wheat grains in the West of Paraná and of imports from Paraguay. The wheat samples were collected from agricultural cooperatives, being 4 lots from Paraguay and 4 lots from Western Paraná. Mycotoxin analysis was performed through a feed analysis laboratory and fungal contamination analysis was performed at the PUCPR campus Toledo, by the filter paper method (Blotter test), by incubating the grains in gerbox boxes, with 50 seeds. After 7 days the fungus genera and the percentage of incidence of each were analyzed. The data were submitted to Kruskal - Wallis analysis to compare the means at the 5% significance level. Contaminant mycotoxins in the wheat lots of Western Paraná and Paraguay were not necessarily relevant for food safety according to the regulations and the Zearalenone index was higher for one of the lots from Paraguay. For the incidence of fungi a lot in western Paraná had higher contamination of *Colletotrichum spp.* and *Fusarium spp.*, while for imports from Paraguay, it was for *Rhizopus spp.* and *Bipolaris spp.*

Keywords: Zearalenone; Diseases; Phytosanitary quality; Import.

Resumen

El trigo (*Triticum aestivum L.*) es uno de los cereales más producidos en el mundo. Existen limitaciones como lluvias excesivas y altas temperaturas que facilitan la incidencia de enfermedades, y en el almacenamiento de granos se crea un microclima ideal, que puede provocar la producción de micotoxinas. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad fitosanitaria en granos de trigo del oeste de Paraná e importados de Paraguay. Se recolectaron muestras de trigo de cooperativas agrícolas, 4 lotes de Paraguay y 4 lotes de Paraná Occidental. El análisis de micotoxinas se realizó a través de un laboratorio de análisis de alimentos y el análisis de contaminación fúngica se realizó en el campus de la PUCPR de Toledo, mediante el método del papel de filtro (prueba Blotter), incubando los granos en gerboxes con 50 semillas. A los 7 días se analizaron los géneros de hongos y el porcentaje de incidencia de cada uno. Los datos se sometieron al análisis de Kruskal-Wallis para comparar los promedios al nivel de significancia del 5%. Las micotoxinas contaminantes en los lotes de trigo en el occidente de Paraná y Paraguay no eran necesariamente relevantes para la seguridad alimentaria según las regulaciones y el índice de zearalenona fue más alto para uno de los lotes provenientes de Paraguay. Para la incidencia de hongos, un lote de Paraná Occidental tuvo mayor contaminación de *Colletotrichum spp.* y *Fusarium spp.*, aunque importaron de Paraguay, fueron a *Rhizopus spp.* y *Bipolaris spp.*

Palabras clave: Zearalenona; Enfermedades; Calidad fitosanitaria; Importar.

1. Introdução

O trigo é considerado uma das principais matérias-primas alimentícias brasileiras, devido a quantidade consumida, bem como os diversos produtos industriais fabricados e de seus derivados (Pires, 2014). Em sistemas de rotação de culturas contribui na melhoria da fertilidade química e física do solo, no controle de doenças, pragas e plantas daninhas e no aumento da eficiência de uso de maquinário, mão de obra e insumos na propriedade rural, sendo fundamental para a sustentabilidade da agricultura brasileira (Pires, 2017).

Apesar da projeção de expansão da produção, o abastecimento interno ainda é dependente de importações, principalmente devido à qualidade do produto, levando em consideração que o trigo brasileiro possui menor concentração de proteínas formadoras do glúten, relevante para a panificação (Abitrigo, 2011).

Outro fator para a importação para todo o Brasil é o menor custo do frete internacional em comparação com a cabotagem interna para as regiões nordeste e norte do país. Dentre os

principais exportadores de trigo para o Brasil destacam-se Argentina como o principal, além de Paraguai, Uruguai e EUA. Para o Paraná o maior exportador é o Paraguai representando 78,5% das importações para o estado (Conab, 2017).

Além dos desafios enfrentados pelo trigo na colheita, as doenças das plantas também aparecem como um fator limitante (Souza et al., 2019). Portanto, os problemas que limitam a produção de trigo no Paraná são de ordem econômica e climática, principalmente chuvas na colheita e durante o ciclo, além de geadas, ocasionando maior infestação de doenças fúngicas e perda da qualidade. Dessa forma apesar do Paraná produzir mais trigo do que o setor moageiro estadual processa, nem sempre toda a produção atende à qualidade demandada ou ao preço estipulado pelos moinhos (Conab, 2017).

A contaminação de alimentos por fungos pode ocasionar, além de problemas de saúde, perdas econômicas irreparáveis que englobam perdas diretas de produtos agrícolas pela redução na produtividade, doenças humanas e diminuição da produtividade de animais e rejeição do produto nos mercados interno e externo (Abitrigo, 2019).

No armazenamento os principais fatores que afetam o crescimento fúngico são temperatura e umidade, quanto maior a temperatura, maior a chance para o crescimento fúngico. Infelizmente em muitos casos de armazenamento de grãos, cria-se um microclima ideal para o crescimento, o que pode ocasionar a produção de micotoxinas, contaminando os produtos agrícolas (Birck, 2005).

Micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos filamentosos. Apresentam estruturas químicas distintas, e baixo peso molecular, podendo causar doenças ou morte quando ingeridas por animais ou humanos (Katsurayama & Taniwaki, 2017).

No caso do trigo a contaminação por micotoxinas é resultante principalmente da giberela. Essa ocorre após o espigamento sendo favorecida por condições de alta umidade e elevada temperatura no período de floração, produzindo principalmente as micotoxinas Deoxinivalenol e Zearalenona (Mori et al., 2016).

As micotoxinas são quimicamente estáveis, tendendo a se manter intactas durante o armazenamento e o processamento, incluindo-se a panificação sob altas temperaturas. Por esses motivos são uma preocupação crescente, considerando que, com base em dados de monitoramento, os limites máximos permitidos de micotoxinas estão sendo estabelecidos e regulados por legislação em normativas internacionais, em níveis cada vez mais restritivos (Pires, 2014).

Com a importância de se fazer todo o rastreamento dos produtos agropecuários atualmente visando a segurança nos alimentos produzidos, este trabalho tem por objetivo

avaliar a qualidade fitossanitária por meio da contaminação de micotoxinas e incidência de fungos em grãos de trigo do Oeste do Paraná e oriundos de importação do Paraguai.

2. Material e Métodos

Os aspectos metodológicos desse trabalho foram definidos em Pereira et al. (2018), se tratando de uma pesquisa quantitativa, de modo semelhante a Almeida-Ferreira et al. (2013). Dessa forma as amostras de trigo foram adquiridas da importação para o Brasil de cooperativas e empresas agrícolas do Paraguai e de cooperativas na região Oeste do Paraná, oriundas da safra de 2017, produzido em condições de campo a nível tecnológico de agricultores locais, e após a colheita, passam por limpeza e secagem para serem armazenadas em silos controlados pelas grandes agroindústrias. Cada amostra foi obtida coletando seis amostras simples sendo homogeneizadas formando uma amostra composta com 2 kg para realizar a análise de fungos e micotoxinas (Brasil, 2009).

Foram coletados quatro lotes (1, 2, 3, e 4) oriundos de importação de cooperativas e empresas agrícolas do Paraguai adquiridos no Porto internacional de cargas de Santa Helena, PR, e quatro lotes (5, 6, 7 e 8) de grãos de empresas do Oeste do Paraná (municípios de Toledo, São Pedro do Iguazu e Marechal Cândido Rondon).

As análises de micotoxinas foram realizadas por laboratório especializado em análises de matéria prima para rações em Toledo, PR, sendo que foram realizadas as análises de Aflatoxinas, Zearalenona e Fumonizina através da avaliação e quantificação em microgramas por quilo ($\mu\text{g kg}^{-1}$) das amostras.

A análise de fungos foi realizada no Laboratório de Fitopatologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), campus Toledo. A incubação das sementes foi realizada pelo método do papel filtro (Blotter test), utilizando 4 repetições de 50 sementes para cada lote analisado. As sementes foram acondicionadas em caixa gerbox com 2 papéis filtro umedecidos e após acondicionadas a 25°C durante 7 dias com 12 horas alternadas de luz e escuro para que ocorresse o processo de crescimento fúngico (Brasil, 2009).

Os gêneros de fungos foram identificados a partir da avaliação de estruturas em microscópio óptico e pela estrutura visual através de lupa a partir da contagem foi determinado a porcentagem de incidência dos mesmos.

Os dados do nível de contaminação por micotoxinas, incidência de cada gênero de fungo nos lotes e entre a origem de grãos foram submetidos a comparação de médias por teste não paramétrico para dados que não possuem normalidade através da análise de Kruskal-

Wallis ao nível de 5% de significância utilizando-se o programa R Core Team.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da análise de contaminação por micotoxinas Fumonizina e Aflatoxinas não se demonstraram diferentes entre os lotes, por outro lado na comparação dos mesmos para Zearalenona se obteve diferença, onde verificou-se que o lote 3 do Paraguai teve contaminação superior em relação aos demais (Tabela 1).

Tabela 1 - Nível de contaminação por micotoxinas em grãos de trigo oriundos de importação do Paraguai (PY) e do Oeste do Paraná, Brasil (BR). *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal - Wallis ao nível de 5% de significância.

Micotoxinas		Zearalenona	Fumonizina	Aflatoxinas
Origem	Lote	[µg/kg]		
PY	1	7,62ab*	97,5a	0,82a
	2	6,12b	137,5a	0,37a
	3	13,42a	000a	1,37a
	4	8,65ab	50,0a	1,62a
BR	5	6,42b	000a	0,42a
	6	6,30b	87,5a	0,72a
	7	6,62b	75,0a	0,52a
	8	9,75ab	75,0a	0,65a

Fonte: Autores.

Através da Anvisa (2011), o Ministério da Saúde impõe a regulamentação de limite máximo de micotoxinas em alimentos para a segurança alimentar dos consumidores, como neste caso de trigo onde há o processamento em farinha para o consumo humano é necessário atenção com tais valores.

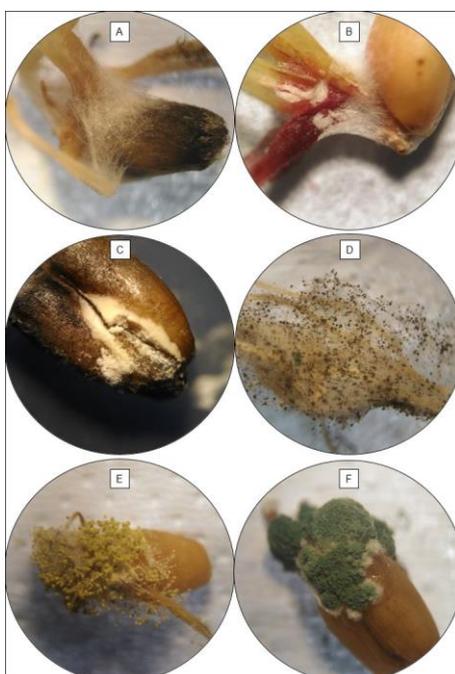
Para Aflatoxinas o limite permitido para cereais é de 5 µg kg⁻¹, portanto nenhum dos lotes analisados pode ser considerado impróprio para o consumo. No caso da Fumonizina não há determinação para o trigo, porém têm-se o limite de 5000 µg kg⁻¹ para milho em grão,

sendo os valores encontrados nos lotes consideravelmente menores. Para Zearalenona o limite é de $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ em trigo para processamento demonstrando que todos os lotes estão abaixo do valor de risco, embora o lote 3 com a maior contaminação apresentou $13,42 \mu\text{g kg}^{-1}$.

Em trabalho realizado por Almeida-Ferreira et al. (2013) no Paraná, se obteve baixa prevalência de Zearalenona em 109 amostras de trigo e milho sendo inferior ao limite de detecção. A incidência é dependente das condições ambientais que variam em cada ano agrícola, como estudado por Martins e Martins (2002), onde aumentou a incidência com 28°C por 15 dias em arroz e milho.

A partir da avaliação de contaminação fúngica foi possível identificar 12 gêneros de fungos nos grãos de trigo analisados. Alguns que se destacam no ponto de vista da segurança alimentar são *Fusarium spp.*, *Giberella spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* (Figura 1), devido a maior relevância em relação a micotoxinas e contaminações. Mesmo sendo observado valores baixos de incidência, a presença destes coloca em alerta, pela capacidade e potencial de multiplicação durante o armazenamento.

Figura 1 - Detalhe de grãos de trigo apresentando contaminação pelos fungos *Fusarium graminearum* (A), *Giberella zeae* (B), *Colletotrichum spp.* (C), *Rhizopus spp.* (D), *Aspergillus spp.* (E), *Penicillium spp.* (F) observados em microscópio estereoscópio.



Fonte: Autores.

Existem fungos de armazenamento como *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.*, que

embora não significativos, os lotes com maior contaminação foram oriundos de importação do Paraguai (Tabela 2). Estes se desenvolvem nos silos em condições de alta temperatura e umidade de armazenamento. Sabe-se que *Aspergillus spp.* ocasiona o desenvolvimento das Aflatoxinas, onde sua intoxicação pode causar sintomas como perda de apetite, febre baixa, depressão, hepatite aguda e hemorragias (Abitrigo, 2019).

Tabela 2 - Porcentagem de incidência de fungos em grãos de trigo oriundos de importação do Paraguai (PY) e do Oeste do Paraná, Brasil (BR). *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal - Wallis ao nível de 5% de significância.

Fungo		<i>Aspergillus</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Giberella</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Bipolaris</i>
		<i>s</i>		<i>m</i>	<i>a</i>		
Origem	Lote	[%]					
PY	1	1,0a*	0,5a	23,0bc	0,5a	2,0a	4,5ab
	2	5,0a	2,5a	29,5bc	2,0a	3,5a	1,5bc
	3	2,0a	0,5a	11,5c	0,5a	1,5a	7,0a
	4	33,5a	9,5a	29,5bc	1,0a	3,5a	2,0bc
BR	5	0,5a	1,0a	46,0a	2,5a	1,5a	0,0c
	6	2,0a	1,0a	38,5ab	1,5a	5,0a	5,0ab
	7	0,0a	0,0a	15,0c	2,0a	1,5a	3,0bc
	8	7,5a	0,0a	36,5ab	0,5a	3,0a	2,5bc

Fonte: Autores.

Uma das doenças mais ocorrentes em lavouras de trigo é a giberela, considerada uma doença de difícil controle, num cenário de dificuldades no seu controle químico e pela agressividade do patógeno em produzir toxinas (Bonfada et al., 2019), causada pelo fungo *Gibberella zeae* cuja forma assexuada é *Fusarium graminearum* (Figura 1) que afeta as espigas e o rendimento e qualidade de grãos, além da sua importância com micotoxinas, visto que tem relação com a Zearalenona, é importante notar seu potencial na contaminação dos lotes analisados, onde houve diferença entre os mesmos.

Nesse contexto, houve destaque negativo para o Brasil em que o lote 5 teve a maior contaminação de *Fusarium graminearum* com 46% dos grãos contaminados, seguido pelos

lotes 6 e 8, com 38,5 e 36,5% respectivamente, em comparação ao Paraguai que apresentou resultados inferiores a 30% (Tabela 2). A partir disso é possível afirmar que as condições de cultivo tem sido melhores e conseqüentemente apresentando melhor qualidade dos grãos para exportação.

Na região Sul do país as safras de inverno geralmente são chuvosas e quando no período de enchimento de grãos, favorece a ocorrência de *Fusarium graminearum*, como no trabalho de Guterres, Seidel, Gubiani, Moreira, & Bastos (2017) onde esteve presente em mais de 60% das amostras analisadas. Isto demonstra que é necessário acompanhamento deste fungo e as micotoxinas ligadas ao mesmo, de modo a se evitar um possível surto de contaminação prejudicando a segurança alimentar dos consumidores.

Visto da importância do acompanhamento dos casos de contaminação de trigo por *Fusarium sp.*, estudo realizado por Senes, Saldan, Costa, Svidzinskib, & Oliveira, (2018), apresentam extrações com acetato de etila e visualização em cromatografia gasosa, indicando a possibilidade de identificar o fungo na amostra usando uma análise química rápida por líquido sem a necessidade de análise microbiológica, o que traria maior agilidade e facilidade, tornando essas avaliações mais acessíveis e eficientes pelos laboratórios.

Na contaminação por *Bipolaris spp.*, causador da mancha marrom e podridão radicular, ambas as origens de grãos foram diagnosticadas com tal fungo, sendo superior apenas o lote 3 do Paraguai em relação aos demais (Tabela 2).

Em trabalho de Soares, Reis, Almeida, Nunes, & Tunes, (2015) conduzidos no Rio Grande do Sul, também foram observados os gêneros *Bipolaris sp.*, *Fusarium sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* e *Rhizopus sp.* em trigo, onde os fungos *Alternaria sp.*, *Bipolaris* e *Fusarium sp.*, perdem viabilidade durante o armazenamento enquanto que *Aspergillus sp.* e *Pencillium sp.* apresentam maior percentual de incidência ao longo do período de armazenamento.

O fungo *Colletotrichum spp.* é o causador da antracnose em várias culturas ocorrente da podridão do colmo trazendo muitos prejuízos a lavoura. Na análise dos grãos foi obtido diferenças significativas através do diagnóstico visual (Figura 1), de modo que o trigo brasileiro tem numericamente a maior contaminação (Tabela 3) em que o lote 5 apresentou 17% dos grãos contaminados embora estatisticamente igual ao lote 1 do Paraguai com apenas 8%.

O fungo *Rhizopus spp.* é o causador do conhecido mofo ou bolor do pão, sendo verificado que o trigo de importação do Paraguai teve maior contaminação com o lote 4 e 3 apresentando 72,5 e 9% de grãos contaminadas respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Porcentagem de incidência de fungos em grãos de trigo oriundos de importação do Paraguai (PY) e do Oeste do Paraná, Brasil (BR). *Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal - Wallis ao nível de 5% de significância.

Fun go		<i>Rhizopus</i>	<i>Pythium</i>	<i>Phomopsis</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Colletotrichum</i>	<i>Chetomium</i>
Ori gem	Lote	[%]					
PY	1	0,5b*	0,5a	0,0a	0,0a	8,0ab	0,0a
	2	0,5b	0,0a	0,0a	0,0a	3,0bc	1,5a
	3	9,5b	1,5a	0,0a	0,0a	1,0bc	0,0a
	4	72,5a	0,0a	0,0a	0,0a	0,5c	0,0a
BR	5	1,0b	0,0a	0,0a	1,0a	17,0a	0,0a
	6	0,0b	1,5a	0,0a	0,0a	5,5bc	0,0a
	7	0,0b	0,0a	0,5a	1,0a	6,5ab	0,0a
	8	0,0b	2,0a	0,0a	0,0a	3,5bc	0,0a

Fonte: Autores.

Trabalho conduzido por Costa, Souza, Stamford, & Andrade, (2008) demonstrou que amostras de grãos de trigo importados, bem como das farinhas obtidas a partir destes grãos apresentam uma melhor qualidade do ponto de vista comercial e tecnológico.

As avaliações são imprescindíveis a cada safra, pois esses resultados modificam-se a cada ano de acordo com as condições ambientais que podem aumentar ou reduzir a incidência de doenças fúngicas no campo e que impactam posteriormente na incidência de micotoxinas.

4. Considerações Finais

1. As micotoxinas contaminantes nos lotes de trigo do Oeste do Paraná e Paraguai não foram necessariamente relevantes para a segurança alimentar de acordo com as normativas e o índice de Zearalenona foi superior para um lote oriundo do Paraguai.

2. Para a incidência de fungos pelo menos um lote do Oeste do Paraná teve maior contaminação de *Colletotrichum spp.* e *Fusarium spp.*, enquanto que de importação do

Paraguai, foi para *Rhizopus spp.* e *Bipolaris spp.*

3. Sugerimos que trabalhos futuros investiguem lotes oriundos de importação de outros países, como Argentina, e avaliem também a contaminação da micotoxina deoxinivalenol (DON).

Referências

Abitrigo. (2011). *O triticultor e o mercado*. Associação Brasileira Da Indústria Do Trigo. http://abitrito.com.br/associados/arquivos/cartilha_triticultor.pdf

Abitrigo. (2019). *Cartilha do agricultor - micotoxinas no trigo*. Associação Brasileira Da Indústria Do Trigo. http://www.abitrigo.com.br/cloud/cartilha_do_agricultor_micotoxinas.pdf

Almeida-Ferreira, G. C., Barbosa-Tessmann, I. P., Segal, R., & Machinski Junior, M. (2013). Occurrence of zearalenone in wheat- and corn-based products commercialized in the state of Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(2), 371–375. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013005000037>

Regulamento técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos, Pub. L. No. Resolução RDC nº 7 (2011). http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2011/res0007_18_02_2011_rep.html

Birck, N. M. M. (2005). *Contaminação fúngica, micotoxinas e sua relação com a infestação de insetos em trigo (Triticum aestivum) pós colheita*. Universidade Federal de Santa Catarina.

Bonfada, É. B., Honnef, D., Friedrich, M. T., Boller, W., & Deuner, C. C. (2019). Performance of fungicides on the control of fusarium head blight (*Triticum aestivum* L.) and deoxynivalenol contamination in wheat grains. *Summa Phytopathology*, 45(4), 374–380.

Brasil. (2009). *Manual de Análise Sanitária de Sementes* (Secretaria de Defesa Agropecuária (ed.)). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Conab. (2017). *A cultura do trigo*. Companhia Nacional De Abastecimento. <http://www.conab.gov.br>

Costa, M. D. G. Da, Souza, E. L. De, Stamford, T. L. M., & Andrade, S. A. C. (2008). Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 220–225. <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/30.pdf>

Guterres, C. W., Seidel, G., Gubiani, D., Moreira, J., & Bastos, P. F. B. de. (2017). Levantamento de fungos associados às sementes de soja e trigo nas safras agrícolas 2015, 2016 e 2017 no Rio Grande do Sul. *Mais Soja*. <https://maissoja.com.br/levantamento-de-fungos-associados-as-sementes-de-soja-e-trigo-nas-safras-agricolas-2015-2016-e-2017-no-rio-grande-do-sul/>

Katsurayama, A. M., & Taniwaki, M. H. (2017). Fungos e aflatoxinas no arroz: ocorrência e significado na saúde do consumidor. *Brazilian Journal of Food Technology*, 20, 13. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.0617>

Martins, M. L., & Martins, H. M. (2002). Influence of water activity, temperature and incubation time on the simultaneous production of deoxynivalenol and zearalenone in corn (*Zea mays*) by *Fusarium graminearum*. *Food Chemistry*, 79(3), 315–318. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00147-4](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00147-4)

Mori, C. De, Antunes, J. M., Faé, G. S., & Acosta, A. da S. (2016). *Trigo: O produtor pergunta, a Embrapa responde* (1st ed.). Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144769/1/ID43609-2016LVTrigo.pdf>

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica* (1st ed.). UFSM, NTE. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 28 março 2020.

Pires, J. L. F. (2014). *Cultivo de Trigo*. Embrapa Trigo. https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=3704&p_r_p_-996514994_topicoId=3

Pires, J. L. F. (2017). *A importância do trigo para a sustentabilidade da agricultura brasileira - Portal Embrapa*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23416523/artigo---a-importancia-do-trigo-para-a-sustentabilidade-da-agricultura-brasileira>

Senes, C. E. R., Saldan, N. C., Costa, W. F., Svidzinskib, T. I. E., & Oliveira, C. C. (2018). Identification of *Fusarium oxysporum* Fungus in Wheat Based on Chemical Markers and Qualitative GC-MS Test. *J. Braz. Chem. Soc.*, 29(12), 405–425.

Soares, V. N., Reis, B. B. dos, Almeida, A. da S., Nunes, A. de F., & Tunes, L. M. (2015). Análise sanitária de sementes de trigo durante o armazenamento. *Centro Científico Conhecer, Enciclopédia Biosfera*, 11(22), 3562–3570.

Souza, T. M., Prando, A. M., Takabayashi-Yamashita, C. R., Zucareli, C., & Hirooka, E. Y. (2019). Chemical characterization of wheat kernels naturally contaminated by deoxynivalenol-DON when cultivated under nitrogen management strategies. *Revista Ciência Agronômica*, 50(4), 650–659. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190077>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Caio Ericles Kolling – 30%

Marcia de Holanda Nozaki – 30%

Arlindo Fabrício Corrêia – 15%

Larissa Aparecida Gonçalves – 15 %

Leandro Rampim – 10%