

**Fungos e aflatoxinas em cereais: Uma revisão***(Fungi and aflatoxins in cereal: A review)*CARDOSO FILHO, Francisco das Chagas<sup>1\*</sup>, CALDAS, Mikaela Lopes de<sup>2</sup>, MURATORI, Maria Christina Sanches<sup>3</sup><sup>1</sup> Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará – ADAGRI. \* Autor para correspondência: [veterinario\\_filho@hotmail.com](mailto:veterinario_filho@hotmail.com)<sup>2</sup> Graduação em Medicina, Universidade Estadual do Piauí<sup>3</sup> Departamento de Morfofisiologia Veterinária, Universidade Federal do Piauí

Artigo enviado em 25/10/2015, aceito para publicação em 16/04/2016.

**ABSTRACT**

Fungal contamination of cereals has been treated with greater attention due to the negative impact on the economy, especially in developing countries. Among the fungi capable of producing mycotoxins in foods stand out species of *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*, which require special conditions for its development and mycotoxin production. Ingestion of mycotoxins in foods can lead to consumers toxic changes, mutagenic, teratogenic or carcinogenic in animals and humans, on the above presented in this review article the main aspects related to the biological and toxicological activity of fungi in cereals.

**KEY-WORDS:** mycotoxin, *Aspergillus*, grains.**RESUMO**

A contaminação fúngica de cereais tem sido tratada com maior atenção devido ao impacto negativo na economia, principalmente nos países em desenvolvimento. Entre os fungos capazes de produzir micotoxinas em alimentos destacam-se espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, que exigem condições específicas para o seu desenvolvimento e produção de micotoxinas. A ingestão de micotoxinas em alimentos podem levar aos consumidores alterações tóxicas, mutagênicas, teratogênicas ou carcinogênicas em animais e humanos, diante do exposto apresentamos neste artigo de revisão os principais aspectos referentes à atividade biológica e toxicológica dos fungos em cereais.

**PALAVRAS-CHAVE:** micotoxinas, *Aspergillus*, grãos.**INTRODUÇÃO**

O consumo de cereais está presente em todo o mundo, o que lhes confere uma posição importante na nutrição humana, especialmente devido ao seu elevado teor de amido como fonte de energia, fibras alimentares, proteínas e lipídios nutritivos ricos em ácidos graxos essenciais. Para o consumo mundial de cereais estima-se que o mesmo forneça diretamente cerca de 50% de proteína e energia necessária para a dieta humana (DUARTE *et al.*, 2010).

O monitoramento da contaminação fúngica dos cereais é imprescindível para assegurar a qualidade e segurança desses alimentos (GUIMARÃES *et al.*, 2010). Os fungos encontram-se amplamente distribuídos no meio ambiente,

sendo contaminantes frequentes dos alimentos, especialmente os de origem vegetal. Algumas espécies podem invadir e colonizar os tecidos vegetais durante as etapas da produção: no cultivo, na colheita, na secagem, no transporte, no processamento e no armazenamento (RODRIGUEZ-AMAYA e SABINO, 2002; GALVANO *et al.*, 2005). O armazenamento dos alimentos sob condições inadequadas favorecem o crescimento de fungos, onde esses durante seu desenvolvimento produzem metabólitos secundários denominados de micotoxinas, que afetam a saúde humana e dos animais que os consomem (TANAKA *et al.*, 2007).

Os fungos são os grandes responsáveis pela deterioração em partes da planta, grãos e

sementes durante e após a colheita. Na armazenagem são responsáveis pelo aquecimento dos grãos e levam a perda do poder germinativo, descoloração, redução do valor nutritivo e alterações no odor podendo afetar a qualidade dos produtos derivados comercializados (SCUSSEL *et al.*, 2011). Os cereais são ricos em carboidratos, substrato favorável ao desenvolvimento de fungos. Esses quando são colonizados se tem o risco da contaminação por micotoxinas, que são metabólitos secundários formados em condições de estresse, desbalanceamento nutricional e em condições ambientais favoráveis. As micotoxinas, quando ingeridas, são capazes de causar alterações tóxicas, mutagênicas, teratogênicas ou carcinogênicas em animais e humanos, são biologicamente ativas e com baixo peso molecular (PINTO *et al.*, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2009; RITTER *et al.*, 2011). Os gêneros fúngicos mais frequentemente associados à produção de micotoxinas em cereais são *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*. Ainda que o fungo seja inativado ou retirado durante o processamento e não venha estar presente no produto manufaturado, as micotoxinas podem permanecer viáveis, pois são dificilmente destruídas (SANTACROCE *et al.*, 2008; PIETSCH *et al.*, 2013).

Pesquisas relacionadas com boas práticas agrícolas na produção de alimentos e nas boas práticas de fabricação na cadeia de armazenagem e distribuição de cereais vêm sendo desenvolvidas, mesmo assim as micotoxinas continuam a ser um problema, sendo que a contaminação mundial de alimentos com estes compostos corresponde a um problema significativo, tanto em países desenvolvidos, como em países em desenvolvimento (DUARTE *et al.*, 2010; MORENO *et al.*, 2009; ZAIN, 2011).

As micotoxinas têm recebido atenção considerável nas últimas décadas, constituindo um

tema relevante. O período entre 1960 e 1975 foi marcado por um grande avanço na pesquisa e descoberta de outras micotoxinas, graças ao forte financiamento destinado a este fim. São conhecidas mais de 400 destas substâncias. No entanto, somente um pequeno grupo recebe atenção especial por representarem ameaça à saúde humana e animal (FREIRE *et al.*, 2007). Neste artigo de revisão apresentamos os principais aspectos referentes à aflatoxinas em cereais.

## METODOLOGIA

Realizou-se um levantamento bibliográfico em bibliotecas virtuais de instituições públicas e particulares, nacionais e internacionais. As buscas também foram realizadas em bases de dados científicos, predominantemente utilizadas no âmbito institucional: Scientific Electronic Library Online (SCIELO) ([www.scielo.org](http://www.scielo.org)), SCOPUS ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)), SCIENCE DIRECT ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)), SPRINGER ([link.springer.com](http://link.springer.com)), LILACS ([lilacs.bvsalud.org](http://lilacs.bvsalud.org)), AGRIS, ASFA ([www.apheresis.org](http://www.apheresis.org)), BIOSIS ([www.thomsonreuters.com/en](http://www.thomsonreuters.com/en)), CAB ([www.cabi.org](http://www.cabi.org)), PUBMED/MEDLINE ([www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)) – plataformas de intercâmbio científico inseridas no portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Entre os sistemas de acesso livre, optou-se pelo Google acadêmico ([scholar.google.com.br](http://scholar.google.com.br)), além de outras.

Foram utilizados os seguintes descritores: “fungos”, “fungi”, “molds”, “fungos toxigênicos”, “toxigenic molds”, “toxigenic fungi”, “micotoxina”, “mycotoxin”, “aflatoxina”, “aflatoxin”, “cereais”, “cereals”, “micotoxicoses”, “legislação”, “legislation”, “alimentos” e “food”.

O material bibliográfico coletado abrange de 1961 até 2015. Para inclusão entre os documentos utilizados nessa revisão, o material

deveria prioritariamente relacionar em seu conteúdo algum termo identificador de micotoxina com alimentação ou sanidade humana e animal. Ao final, foram selecionados 49 documentos.

## DESENVOLVIMENTO

### Fungos e micotoxinas em alimentos

Os fungos encontram-se em abundância no solo, nos vegetais e nas águas (MAZIERO e BERSOT, 2010). Alimentos em geral e seus subprodutos são ricos em nutrientes que, associados às demais características intrínsecas e condições ambientais, são excelentes substratos para fungos, os quais degradam os nutrientes e promovem alterações organolépticas comprometedoras da qualidade nutricional e econômica desses produtos (HUSSEIN e BRASEL, 2001; MANNING e ABBAS, 2012).

Os fungos têm sido evidenciados como micro-organismos de grande importância para os alimentos, e responsáveis por perdas econômicas de relevância, o que representa uma série de prejuízos em todo o mundo (SCUSSEL *et al.*, 2011), devido a capacidade de produzir micotoxinas. Estas podem ocasionar alterações no sabor e na qualidade dos alimentos. Algumas destas alterações são desejáveis por conferir aos alimentos características sensoriais próprias, como na fabricação de queijos (MAZIERO e BERSOT, 2010).

Os cereais podem ser contaminados com micotoxinas em diferentes fases da cadeia alimentar e os gêneros de fungos micotoxigênicos mais importantes correspondem a *Aspergillus*, *Alternaria*, *Claviceps*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Stachybotrys*, por serem os mais encontrados e os maiores produtores de micotoxinas (YANAKA *et al.*, 2004; PEREIRA *et al.*, 2005; ROSA *et al.*, 2006; SIMAS *et al.*, 2007; ZAIN, 2011; MURATORI *et al.*, 2013). Estes fungos podem ser encontrados em: arroz, milho, feijão, trigo, cevada,

soja, castanha, farelo de peixe, frutas, presunto, queijo, granola, leite e vinho (PEREIRA *et al.*, 2005; CHIOTTA, *et al.*, 2009; CARDOSO FILHO *et al.*, 2011; FERREIRA *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2013; CARDOSO FILHO *et al.*, 2015).

Para a colonização de fungos e produção de micotoxinas em alimentos, alguns fatores devem ser levados em consideração como: temperatura, umidade do substrato, atmosfera de armazenamento, processamento, produção e agentes competidores. Dentre esses, a umidade, a temperatura e a oxigenação são condições que propiciam a germinação e a multiplicação dos esporos de certos fungos toxigênicos (FERREIRA *et al.*, 2006; LEUNG *et al.*, 2006). Fatores que favorecem a produção de micotoxinas são: umidade, temperatura, pH, composição química do alimento e potencial redox. A presença do fungo no alimento não implica, necessariamente, em produção de micotoxina, assim como, a toxina pode estar presente no alimento mesmo quando da não observação do fungo. Isto porque a maioria das micotoxinas é termoestável, resistindo a determinados tratamentos térmicos ou processos de desidratação que são suficientes para destruir o micélio vegetativo dos fungos que as produziram (MAZIERO e BERSOT, 2010).

Existem mais de 400 tipos de micotoxinas, mas somente 20 são frequentemente quantificadas em alimentos, as principais são: ocratoxinas, tricotecenos, zearalenona, fumonisinas e aflatoxinas. As aflatoxinas são as de maior nocividade, tal característica está relacionada ao tipo, quantidade, frequência de ingestão de micotoxinas e também a idade, saúde e sexo do indivíduo exposto, sendo a presença isolada ou múltipla desses metabólitos em alimentos correlacionada a vários surtos e patologias (FERREIRA *et al.*, 2006; NIZZA e PICCOLO,

2009; MANNING e ABBAS, 2012; FEDDERN *et al.*, 2013; SELIM *et al.*, 2014).

A ingestão de alimentos que contenham micotoxinas pode causar graves efeitos sobre a saúde animal e humana. Tais efeitos são conhecidos como micotoxicoses, cuja gravidade depende da toxicidade da micotoxina, grau de exposição, idade e estado nutricional do indivíduo, e dos possíveis efeitos sinérgicos de outros agentes químicos aos quais está exposto. Muitas destas toxinas têm afinidade por determinado órgão ou tecido, sendo o fígado, os rins e o sistema nervoso frequentemente os mais atingidos (MAZIERO e BERSOT, 2010).

Em geral, as micotoxinas são categorizadas por espécies de fungos, estrutura e/ou modo de ação. Deve-se notar, no entanto, que uma única espécie de fungo pode produzir uma ou várias micotoxinas e cada micotoxina isolada pode ser produzida por diferentes espécies de fungos. Por exemplo, as aflatoxinas (AFL) são produzidas por várias espécies de fungos, têm inúmeras variações estruturais, e têm diferentes modos de ação dependendo do animal-alvo (HUSSEIN, BRASEL, 2001).

### **Aflatoxinas (AFL)**

As aflatoxinas constituem um grupo de metabólitos secundários tóxicos descobertos em 1960 após provocarem um surto de micotoxicose em perus na Inglaterra (Turkey-X-disease), associado ao consumo de torta de amendoim na ração (BLOUNT, 1961). As AFL correspondem ao grupo mais estudado de micotoxinas em produtos alimentícios conforme as condições ambientais, métodos de processamento, produção e armazenamento (FRISVAD *et al.*, 2005; FERREIRA *et al.*, 2006; LIU *et al.*, 2006; KLICH, 2007; RITTER *et al.*, 2011). As aflatoxinas podem ser produzidas principalmente pelas espécies: *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus* (KLICH, 2007;

GIMENO e MARTINS, 2011). Para que ocorra a produção de aflatoxinas os fungos do gênero *Aspergillus* spp devem estar em ambiente que tenha condições ideais para desenvolvimento: temperatura próxima a 27°C, umidade relativa média de 80% e atividade de água próxima 0,78 a 0,87 (GIMENO e MARTINS, 2011).

Existem mais de 20 derivados isolados AFL, sendo que os mais importantes são sintetizados por *Aspergillus flavus*, que produz AFB1 e AFB2 e *Aspergillus parasiticus*, que produz AFB1, AFB2, AFG1 e AFG2. Estas AFL, assim como muitos outros compostos heterocíclicos, são distinguidas por suas propriedades de produzir fluorescência azul ou verde detectável sob luz ultravioleta relativa mobilidade durante análise cromatográfica (BENNETT e KLICH, 2003; MURPHY *et al.*, 2006). AFB1 e AFB2 formam fluorescência azul e, AFG1 e AFG2 verde-amarelada (FERREIRA *et al.*, 2006; SANTACROCE *et al.*, 2008; GIMENO E MARTINS, 2011). As denominações “B” e “G” derivam do nome em inglês da cor observada pela fluorescência azul (*blue*) ou verde (*green*) (BENNETT e KLICH, 2003; MURPHY *et al.*, 2006), enquanto os números subscritos “1” e “2” indicam, respectivamente, o menor e o maior peso molecular do derivado da AFL (PITT, 2000).

AFB1 é a mais sintetizada dentre as aflatoxinas e é a forma mais tóxica para os mamíferos e apresenta propriedades hepatotóxicas, teratogênicas e mutagênicas, por esse motivo é classificada no grupo classe 1 da *International Agency for Research on Cancer* (IARC). Este pode causar também hepatite tóxica, hemorragia, edema, imunossupressão e carcinoma hepático (MURPHY *et al.*, 2006; REDDY *et al.*, 2009). Doenças relacionadas ao consumo de aflatoxinas são denominadas como aflatoxicose, e podem ser classificadas como agudas e crônicas, conforme a

capacidade de causar óbito e câncer respectivamente. A aflatoxicose crônica predispõe ainda a uma supressão imunológica (BENNETT e KLICH, 2003; SELIM *et al.*, 2014).

Em pesquisas com animais experimentais submetidos à aflatoxicoses foram observados diversos efeitos tóxicos, que também podem ocorrer em humanos que consomem alimentos contaminados por AFB1, nos quais a resposta imunológica e o crescimento corporal foram suprimidos ou afetados pela presença dessa micotoxina (HUSSEIN e BRASSEL, 2001; MURPHY *et al.*, 2006; FEDDERN *et al.*, 2013; SELIM *et al.*, 2014).

O carcinoma hepatocelular primário está associado ao consumo frequente de alimentos contaminados por aflatoxinas mesmo em quantidades muito baixas, como demonstradas em experimentos com animais (BENNETT e KLICH, 2003). Experimentalmente, observou-se ação sinérgica entre AFB1 e o vírus da hepatite B no desenvolvimento de hepatomas em animais, (BENNETT e KLICH, 2003; FERREIRA *et al.*, 2006). Embora o fígado seja o alvo primário, o desenvolvimento de tumores em outros órgãos, como pâncreas e intestino, foram observados em animais alimentados com rações contendo aflatoxinas (FERREIRA *et al.*, 2006).

### Legislação

Devido à importância das micotoxinas e as enfermidades que estas podem causar em humanos e animais, foram implementados regulamentos sobre micotoxinas em alimentos e rações. Os limites máximos estabelecidos por legislações para uma ou mais micotoxinas variam conforme o país e as características do alimento que é consumido e/ou importado e/ou exportado (SCUSSEL *et al.*, 2010; IBÁÑEZ-VEA *et al.*, 2011).

Até 2010 os limites para micotoxinas no

Brasil eram estabelecidos somente para aflatoxinas (AFL) por meio da Resolução No 34/76 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, a qual estabelecia o limite aceitável de 30 µg/kg de AFL para alimentos em geral. Em 2002, por meio da Resolução No 274/2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) este limite foi reduzido para 20 µg/kg. Contudo, em fevereiro de 2011 entrou em vigor uma nova Resolução (Nº 07, de 18 de fevereiro de 2011 da ANVISA) (BRASIL, 2011), esta resolução apresentava limites e datas progressivas para vigência com prazo limite até 2016, e considera diversas classes de alimentos e várias das micotoxinas contempladas por outras legislações de referência, tais como as dos Estados Unidos e países europeus (SCUSSEL *et al.*, 2010). No entanto, em dezembro de 2013, outra legislação da ANVISA entrou em vigor, prorrogando o prazo limite para 2017 (BRASIL, 2013), e teve a finalidade de permitir que os produtores de grãos e a indústria possam se adequar à legislação, sem causar uma escassez de alimentos.

O Mercosul não estabelece Limites Máximos Toleráveis (LMT) para arroz e seus produtos, mas estabelece limites para outros alimentos, não somente para as AFL usualmente contempladas e os níveis são mais exigentes que a legislação brasileira da década de 70, mas não tão completa como a nova Resolução determina. Estas determinações são empregadas na comercialização entre os países desse Bloco (SCUSSEL *et al.*, 2010). A União Europeia possui a legislação mais rigorosa para micotoxinas em alimentos e contempla o maior número destes compostos. Neste, por exemplo, todos os cereais e produtos derivados de cereais, incluindo produtos derivados de sua transformação, estão limitados a apresentar no máximo 2,0 e 4,0 µg/kg de AFB1 e AFLs, respectivamente. Estes limites correspondem a

níveis abaixo dos limites estabelecidos pela legislação vigente no Brasil (SCUSSEL *et al.*, 2010; BRASIL, 2011).

### Controle de micotoxinas

Pesquisas vêm sendo realizadas com a finalidade de obter um método para o controle das micotoxinas, uma vez que, em sua maioria, elas se decompõem em temperaturas elevadas em torno de 180° a 360°C, variando de acordo com atividade de água, pH do substrato e o tempo de exposição ao calor, ou seja, o controle das micotoxinas em alimentos ainda é um grande problema. Por outro lado, as micotoxinas são sensíveis aos raios ultravioletas, e quando expostas a esses raios, por um determinado período ocorre a desativação das moléculas (RUSTOM, 1997; MALLMANN e DILKIN, 2011). Tratamentos utilizando os raios ultravioletas não são descritos na literatura. A utilização de altas temperaturas para a desativação da molécula da micotoxina resulta em perdas significativas na qualidade nutricional do alimento, ocorrendo a desnaturação das proteínas e de outros nutrientes.

A prevenção da presença do fungo no alimento e do crescimento fúngico é considerada a melhor forma de se evitar que haja micotoxinas nos alimentos, e considera-se que a utilização de boas práticas agrícolas (impedir ataques de insetos e enfermidades das plantas no momento da colheita, afetar o grão e separá-lo dos resíduos de colheita), e adequado armazenamento dos grãos (umidade não superior a 12% para grãos e 9% para as oleaginosas, temperatura na ordem de 20 a 22°C), aplicação dos agentes antifúngicos, melhoramento genéticos dos grãos buscando os menos suscetíveis a contaminação de fungos é a melhor forma de prevenção (MALLMANN *et al.*, 2006; GIMENO E MARTINS, 2011).

Quando os processos de prevenção da

contaminação e do crescimento fúngico não são executados e ocorre a contaminação fúngica e possível produção de micotoxinas, é necessário realizar a detoxificação dos compostos tóxicos produzidos pelos fungos, processo de ação corretiva e usual. Dentre os processos de detoxificação ou descontaminação, quando se busca eliminar a colônia fúngica existem métodos físicos, como a moagem dos grãos, favorável para algumas micotoxinas, métodos químicos que consistem na extração dessas substâncias químicas através de solventes ou métodos microbiológicos, pela fermentação por leveduras (MALLMANN *et al.*, 2006; GIMENO e MARTINS, 2011).

### CONCLUSÕES

A presença de fungos e micotoxinas em produtos alimentícios comprometem a qualidade nutricional e causam perdas econômicas, além de causar diversos efeitos indesejáveis a saúde humana e animal, condição que exigiu o desenvolvimento de uma nova legislação brasileira com maior amplitude, de forma a incluir outras micotoxinas.

A implantação de projetos privados ou institucionais que visem processos de prevenção a contaminação e o crescimento fúngico devem ser estimulados nas cadeias produtoras de alimentos, pois assim, poderíamos minimizar a presença de micotoxinas no alimentos reduzindo os riscos à saúde do consumidor.

### REFERÊNCIAS

- BENNETT, J.W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, v.16, n.3, p.497-516, 2003.
- BLOUNT, W.P. Turkey "X" disease. *Turkey*, v. 9, p. 52, 1961.
- BRASIL. Resolução RDC N° 7, de 18/02/2011. Dispõe sobre limites máximos tolerados

paramicotoxinas em alimentos.

**BRASIL.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Prorrogação para 1º de janeiro de 2017 o prazo para adequação estabelecidos nos artigos 11 e 12 e respectivos anexos III e IV da Resolução - RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011, que dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Resolução nº 59 publicada em 30/12/2013. 2013a.

CARDOSO FILHO, F.C., CALVET, R.M., PEREYRA, C.M., PEREIRA, M.M.G., ROSA, C.A.R., TORRES, A.M., MURATORI, M.C.S. Ocorrência de *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e aflatoxinas em farinha de milho utilizadas no consumo humano, Piauí, Brasil. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.78, n.3, p.443-447, jul./set., 2011

CARDOSO FILHO, F.C., PINHEIRO, R.E.E., AZEVEDO, M.L.X., NEVES, J.A., ALBUQUERQUE, W.F., TORRES, A.M., COSTA, A.P.R., MURATORI, M.C.S. (2015). Microbiological and mycotoxicological evaluation of rice products used in human food in northeastern Brazil. **African Journal of Microbiology Research**, 9(22), 1487-1491.

CHIOTTA, M.L.; PONSONE, M.L.; COMBINA, M. TORRES, A.M.; CHULZE, S.N. *Aspergillus* section Nigri species isolated from different wine-grape growing regions in Argentina. **International Journal of Food Microbiology** 136, 137–141, 2009.

DUARTE, S. C.; PENA, A.; LINO, C. M. A review on ochratoxin A occurrence and effects of processing of cereal and cereal derived food products. **Food Microbiology**, v. 27, p. 187-198, 2010.

FEDDERN, V.; DORS, G.C.; TAVERNARI, F.C.; MAZZUXO, H.; CUNHA, A.; KRABBE, E.; SHEUERMANN, G.N. Aflatoxins importance on animal nutrition. In: **Aflatoxins – recente advances and future prospects**, cap.8, p.171-195,

2013.

FERREIRA, H.; PITTNER, E.; SANCHES, H.F.; MONTEIRO, M.C. Aflatoxinas: um risco a saúde humana e animal. **Ambiência**, n.1, v.2, p.113-27, 2006.

FERREIRA, G.F.P., NOVAES, Q.S., BATISTA, L.R., SOUZA, S.E., AZEVEDO, G.B., SILVA, D.M. Fungos associados a grãos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiados no sudoeste da Bahia. **Summa Phytopathol.**, Botucatu, v. 37, n. 3, p. 98-102, 2011

FREIRE, F. C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F; MENDES, F. N. P. Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 48 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documento, 110).

FRISVAD, J.C.; SKOUBOE, P.; SAMSON, R.A. Taxonomic comparison of three different groups of aflatoxin producers and a new efficient producer of aflatoxin B<sub>1</sub>, sterigmatocystin and 3-O-methylsterigmatocystin, *Aspergillus rambellii* sp. nov. **Systematic and Applied Microbiology**, v.28, p.442-453, 2005.

GALVANO, F., RITIENI, A., PIVA, G., PIETRI, A.(2005). Mycotoxin in the human food chain: **The Mycotoxin Blue Book**. (ed.) D. Diaz, Nottingham University Press, UK. pp. 187-224

GIMENO, A.; MARTINS, M. L. Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. 3. ed. Miami: **Special Nutrients**, 2011. 129 p.

GUIMARÃES, I. C. O.; PEREIRA J.; CORNÉLIO, V. M. O; BATISTA, L.R.; EVANGELISTA, R. M.; FERREIRA, E.B. Comparação de metodologias para detecção de fungos em arroz irradiado. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2010

HUSSEIN S.; BRASEL J.M. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. **Toxicology**, v. 167, p.101–134, 2001.

IBÁÑEZ-VEA, M.; CORCUERA, L. A.;

- REMIRO, R.; MURILLO-ARBIZU, M. T.; GONZÁLEZ-PEÑAS, E.; LIZARRAGA, E. Validation of a UHPLC-FLD method for the simultaneous quantification of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in barley. **Food Chemistry**, v. 127, p. 351–358, 2011.
- LEUNG, M.C.K.; DIAZ-LLANO, G.; SMITH, T.K. Mycotoxins in pet foods: a review on worldwide prevalence and preventative strategies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.26, p.9623-35, 2006.
- LIU, Z.; GAO, J.; YU, J. Aflatoxins in stored maize and rice grains in Liaoning Province, China. **Journal of Stored Products Research**, p. 468–479. 2006.
- KLICH, M.A. (2007) *Aspergillus flavus*: the major producer of aflatoxin. **Mol Plant Pathol** 8: 713–722.
- MALLMANN, C. A.; DILKIN, P.; GIACOMINI, L. Z.; RAUBER, R. H. Critérios para seleção de um bom sequestrante para micotoxinas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 2006, São Paulo. Anais... São Paulo: **FACTA**, 2006. p. 213-224.
- MALLMANN, C. A.; DILKIN, P. Mycotoxins and mycotoxicosis in swine. Coconut Grove: Special Nutrients, 2011.
- MANNING; B.B.; ABBAS, H.K. The effect of *Fusarium* mycotoxins deoxynivalenol, fumonisin, and moniliformin from contaminated moldy grains on aquaculture fish. **Toxin Reviews**, v.31, n.1-2, p.11-15, 2012.
- MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. dos S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, p.89-99, 2010.
- MORENO, E. C.; GARCIA, G. T.; ONO, M. A.; VIZONI, É.; KAWAMURA, O.; HIROOKA, E. Y.; ONO, E. Y. S. Co-occurrence of mycotoxins in corn samples from the Northern region of Paraná State, Brazil. **Food Chemistry**, v. 116, p. 220–226, 2009.
- MURATORI, M.C.S., PEREIRA, M.M.G., COSTA, A.P.R., MACHADO JUNIOR, A.A.N., SANTOS, J.D.F., LOPES, J.B., MACHADO, F.C.F. Contaminação fúngica em rações para camarões cultivados **Comunicata Scientiae** 4(1): 85-90, 2013
- MURPHY, P.A.; HENDRICH, S.; LANGREN, C.; BRYANT, C.M. Food mycotoxins: an update. **Journal of Food Science**, v.71, n.5, 2006.
- NIZZA, A.; PICCOLO, G. Chemical-nutritional characteristics of diets in aquaculture. **Vet. Res. Commun.**, n.33, supl.1, p.25-30, 2009.
- PEREIRA, M. M. G.; CARVALHO, E.P.; PRADO, G.; ROSA, C.A.R.; VELOSO, T.; SOUZA, L.A.F.; RIBEIRO, J.M.M. Aflatoxinas em alimentos destinados a bovinos e em amostras de leite da região de Lavras, Minas Gerais – Brasil, **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p.106-112, 2005.
- PIETSCH, C.; KERSTEN, S.; BURKHARDT-HOLM, P.; VALENTA, H.; DANICKE, S. Occurrence of deoxynivalenol and zearalenone in commercial fish feed: an initial study. **Toxins**, v.5, p.184-192, 2013.
- PINTO, N.F.J.A.; VARGAS, E.A.; PREIS, R.A.(2007) Qualidade sanitária e produção de fumonisin B1 em grãos de milho na fase de pré-colheita. **Summa Phytopathol** 33(3):304-306
- PITT, J.I. Toxigenic fungi: which are important? **Medical Micology**, v.38, n.1, p.17-22, 2000.
- REDDY, K.R.N.; REDDY, C.S.; MURALIDHAREN, K. Detection of *Aspergillus* spp. and aflatoxin B1 in rice in India. **Food Microbiology** 26, 27–31, 2009.
- RITTER, A. C. et al. Toxigenic potential of *Aspergillus flavus* tested in different culture conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.3, p.623-628, 2011.
- RODRIGUES, A.M.D., CALVET, R.M., SILVA, M.C.C., CARDOSO FILHO, F.C., MONTE, A.M.,

- PEREYRA, C.M., MURATORI, M.C.S., NOBREGA, F.C.G., PEREIRA, M.M.G. Qualidade microbiológica de castanhas de caju (*Anacardium occidentale*, L.) industrializadas e processadas artesanalmente. **Rev Inst Adolfo Lutz**. 2012; 71(2):415-9
- RODRIGUES, P. et al. A polyphasic approach to the identification of aflatoxigenic and non-aflatoxigenic strains of *Aspergillus* section *Flavi* isolated from Portuguese almonds. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 129, n. 2, p. 187-193, June 2009.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; SABINO, M. Mycotoxin research in Brazil: the last decade in review. **Braz. J. Microbiol.** v.33, p.1-11, 2002.
- ROSA, C. A.R. RIBEIRO, J.M.M.; FRAGA, M.J.; GATTI, M.; CAVAGLIERI, L.R.; MAGNOLI, C.E.; DALCERO, A.M.; LOPES, C.W.G. Mycoflora of poultry feeds and ochratoxin-producing ability of isolated *Aspergillus* and *Penicillium* species. **Veterinary Microbiology**, v. 113, n.1-2, p.89-96, 2006.
- RUSTOM, I. Y. S.** Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 59, n. 1, p. 57-67, 1997.
- SANTACROCE, M.P.; CONVERSANO, M.C.; LAI, O.; ZIZZADORO, C.; CENTODUCATE, G.; CRESCENZO, G. Aflatoxins in aquatic species: metabolism, toxicity and perspectives. **Review in Fish Biology and Fisheries**, v.18, p.99-130, 2008.
- SANTOS, M.R.R., CARDOSO FILHO, F.C., LIMA, V.B.S., SOUSA, A.W.B., CALDAS, M.L., MURATORI, M.C.S. Pesquisa de fungos produtores de ocratoxina A em granola comercializada. **Rev Inst Adolfo Lutz**. 2013; 72(3):206-10
- SCUSSEL, V. M; BEBER, M.; SOUZA, K. K. Problemas de micotoxinas nos grãos e os novos limites toleráveis na cadeia alimentar. In: Anais da 5 Conferência Brasileira de Pós-Colheita. Londrina: ABRAPÓS, 2010. p. 84-93.
- SCUSSEL, V.M. BEBER, M., TONON, K.M. Seminário sobre Giberela em cereais de inverno. **Berthier**: Passo Fundo, 2011.
- SELIM, K.M.; EL-HOFY, H.; KHALIL, R.H. The efficacy of three mycotoxin adsorbents to alleviate aflatoxin B1-induced toxicity in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture International**, n.22, p.523-540, 2014.
- SIMAS, M. M.; BOTURA M. B.; CORREA, B. Determination of fungal microbiota and mycotoxins in brewers grain used in dairy cattle feeding in the State of Bahia, Brazil. **Food Control**, v.18, p. 404-408, 2007.
- TANAKA, K. et al. Mycotoxins in rice. **International Journal of Food Microbiology**, v.119, p.59-66, 2007.
- YANAKA, E.K., NETTO, D.P.; SASSAHARA, M.; TAJIRI, A.N.; OLIVEIRA, A.M. Avaliação da presença de micotoxinas em milho e rações destinadas à avicultura comercial de postura nas regiões norte e noroeste do Estado do Paraná. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.24, supl.1, p.79, 2004.
- ZAIN, M. E. Impact of mycotoxins on humans and animals. **Journal of Saudi Chemical Society**, p. 129–144. 2011.