

IMPORTÂNCIA DA DETECÇÃO E DO CONTROLE DE AFLATOXINAS EM ALIMENTOS

Angela Kwiatkowski¹; Ana Paula de Faria Alves²

RESUMO

As aflatoxinas são micotoxinas produzidas por três espécies de fungo do gênero *Aspergillus* sp: *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. nomius* que podem contaminar alimentos de consumo humano e animal. Essa micotoxina pode ser ingerida por meio de cereais, amendoim e derivados, e por meio da carne e derivados de animais que se alimentaram de rações elaboradas com grãos contaminados. Essas micotoxinas são de grande importância para a agricultura, pois podem contaminar os alimentos no campo, antes e após a colheita e durante o transporte e armazenamento do produto. A ingestão de níveis acumulativos de aflatoxina pode levar ao desenvolvimento de câncer hepático. Os métodos utilizados para detecção de aflatoxinas são: cromatografia em camada delgada, cromatografia em camada líquida de alta eficiência e imunoenaios, como os testes ELISA, biossensores e imunoensaio de injeção seqüencial. Este trabalho tem como finalidade fornecer informações sobre as aflatoxinas em alimentos, as metodologias de detecção e medidas de controle e prevenção.

Palavras-chave: *Aflatoxinas, Aspergillus sp, micotoxinas, alimentos.*

THE IMPORTANCE OF DETECTING AND CONTROLLING AFLATOXINS IN FOOD

ABSTRACT

Aflatoxins are micotoxins produced by three species of fungi belonging to *Aspergillus* sp: *A. flavus*, *A. parasiticus* and *A. nomius* which can contaminate food aimed at human and animal consumption. That sort of micotoxin can be ingested through cereals, peanuts and derived products, among others, as well as through meat and products derived from animals, which were fed with chows or commercial feeding elaborated with polluted grains. Those micotoxins are of special importance for agriculture because they can contaminate the food still in the fields, that is, before and after the crop, during the transportation and in the storage of the products. The ingestion of cumulative levels of aflatoxin can lead to the development of hepatic cancer. The methods recently used for detecting aflatoxins are: Thin Layer Chromatography, High Efficiency Liquid Layer Chromatography and Immunological Tests, such as ELISA Tests, Biosensors and Immunological Sequential Injection Analysis. The purpose of the present investigation is to supply information on aflatoxins in food, regarding the detecting methodologies, the control and the preventive measures.

Key words: *Aflatoxins, Aspergillus sp, micotoxins, food production.*

INTRODUÇÃO

As aflatoxinas são metabólitos secundários altamente tóxicos de fungos filamentosos que podem ser produzidas por três espécies de fungo do gênero *Aspergillus* sp: *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. nomius*, que

causam contaminação em alimentos (1,2). As micotoxinas podem estar contidas no interior dos seus esporos, micélios ou então serem liberadas no alimento contaminado por estes microrganismos (3). Nem todas as estirpes de *A. flavus* são produtoras de toxinas (4). A contaminação por aflatoxina pode ocorrer no

¹ Tecnóloga em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Mestranda em Agronomia – Universidade Estadual de Maringá – UEM

² Acadêmica do Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

campo, antes e após a colheita, e durante o transporte e armazenamento do produto (5,6).

Os principais produtos alimentícios susceptíveis ao desenvolvimento desse fungo incluem amendoim (cru, torrado, creme, em doce e confeitado), milho (pipoca, canjica e grãos), trigo, arroz, castanha do Pará, nozes, avelã, castanha de caju, amêndoas, frutas secas, temperos, semente de algodão, mandioca, óleos vegetais, cacau, entre outros que, normalmente, são utilizados na composição de alimentos e rações (5,7). Assim, animais também estão sujeitos à contaminação por aflatoxinas, e quando se consome a carne ou o leite desses animais, a contaminação humana também pode ocorrer (6).

Dentre as técnicas utilizadas para verificar a presença de aflatoxina em alimentos estão as físico-químicas cromatográficas e instrumentais. As técnicas biológicas incluem os bioensaios e imunoensaios (8).

A partir destas considerações a presente revisão tem a finalidade de fornecer informações sobre as aflatoxinas em alimentos e suas metodologias de detecção e técnicas de prevenção, sendo assim realizada uma revisão da literatura científica.

ABORDAGEM GERAL

As aflatoxinas são micotoxinas conhecidas por serem compostos mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos. A exposição por ingestão de aflatoxinas pode levar ao desenvolvimento de sérias condições clínicas que variam consideravelmente dependendo da espécie animal, dose, estado nutricional, idade e gênero (1).

As aflatoxinas foram descobertas em 1960 quando ocorreu, na Inglaterra, um surto de uma doença denominada Doença "X" dos perus, matando cerca de 100.000 animais, causada por um componente da ração, o farelo de amendoim, que estava fortemente mofado por *A. flavus*, proveniente do Brasil e da África (9,10).

O Brasil, devido à prevalência de clima tropical, apresenta condições ideais para o desenvolvimento desses fungos. O *Aspergillus* sp. se desenvolve em temperatura que varia de 25 a 30 °C, mas tolera temperaturas na

faixa de 12 a 45 °C, e umidade relativa entre 83 a 85% (11,12). Além disso, observa-se ainda no país, a utilização de práticas agrícolas inadequadas de plantio, colheita, secagem, transporte e armazenamento de cereais e grãos, originando produtos trincados e quebrados que favorecem a entrada e a contaminação de fungos toxigênicos (6,13,14).

São conhecidos atualmente 18 compostos similares designados como aflatoxina, porém os principais tipos de interesse médico-sanitário são identificados como B1 (AFB1), B2, G1 e G2. Destas, as que apresentam maior toxicidade são a AFB1 e a AFG1 (13). O *A. flavus* produz apenas aflatoxinas do grupo B, enquanto as espécies *A. parasiticus* e *A. nomius* produzem aflatoxina dos grupos B e G (1).

As aflatoxinas pertencem à classe de compostos quimicamente denominados furanocumarinas, ou seja, todas possuem um núcleo cumarina associado ao furano e a lactona. As aflatoxinas do grupo B possuem um anel ciclopentona e as do grupo G, lactona insaturada, enquanto as do grupo M são derivadas hidroxilados de B1 e B2 (7). Essas micotoxinas são substâncias lipofílicas que possuem baixo peso molecular (15).

Após a ingestão a aflatoxina B1 é biotransformada por enzimas, dando origem a um produto reativo, o 8-9-epóxido, que pode se ligar tanto ao DNA quanto à albumina sérica formado adutos de aflatoxina-N7-guanina e aflatoxina-N7-lisina, respectivamente. As ligações covalentes dos adutos no DNA são consideradas um passo crítico na hepatocarcinogênese das aflatoxinas (1). Estima-se que 35% dos casos de câncer humano estejam diretamente relacionados com a dieta e com a presença de aflatoxinas em alimentos (5). Na tabela 1, pode ser visualizada a relação entre a concentração de aflatoxina e a incidência de câncer em fígados de ratos. Pode ser observado que a concentração máxima estudada de 5,0 mg.kg⁻¹ de aflatoxina, resultou em tumores no fígado de 14 dos 15 ratos. A concentração mínima de 0,005 mg.kg⁻¹ de aflatoxina não afetou nenhum dos 10 ratos em estudo.

Tabela 1 – Relação entre a concentração de aflatoxina e a incidência de câncer em fígados de ratos.

Aflatoxina (mg.kg ⁻¹)	Duração	Incidência de tumores no fígado
5,0	370	14/15
3,5	340	11/15
3,5	335	7/10
1,0	294	5/9
1,0	323	8/15
0,2	360	2/10
0,2	361	1/10
0,005	384	0/10

Fonte: ARAUJO (2001).

Outra forma da aflatoxina é a M1 (AFM1), um produto de biotransformação hidroxilado, encontrado no leite de animais e mulheres lactantes que consumiram produtos contaminados com aflatoxina B1, apresentando também atividade carcinogênica (2 à 10%) e mutagênica (6,21,22). Aproximadamente de 0,3 a 6,2% de AFB1 consumido no alimento ou ração animal é transformado em AFM1 e pode ser encontrada de 12 a 24 horas depois da primeira ingestão (23,24). No Brasil, a tolerância para AFM1 em leite e derivados foi fixada em 0,5 µg.L⁻¹ (25).

Aflatoxinas em Alimentos

A contaminação de alimentos por fungos significa perdas econômicas e risco à saúde do consumidor (26). Os alimentos armazenados representam um ótimo meio para a proliferação desses microrganismos, principalmente quando os princípios básicos de secagem adequada e armazenamento correto são desconhecidos ou desprezados (27). As perdas causadas por micotoxinas, segundo estimativa da FAO (Food and Agriculture Organization), são mundiais e situam-se ao redor de 25% dos grãos produzidos (28). Na avicultura industrial, rações contaminadas mesmo com doses inferiores a 75 ppb de aflatoxina provocam reduções de até 10% no peso das aves (29).

No Brasil, os limites de tolerância de aflatoxinas em alimentos foram regulamentados pela resolução n.º 274 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) de 15 de outubro de 2002, e podem ser observados na tabela 2. Esse regulamento estabelece os limites máximos admissíveis no leite fluído, no leite em pó, no amendoim, na

pasta de amendoim, no milho em grão, na farinha ou sêmola de milho para consumo humano (30). Na Europa o limite máximo da presença de aflatoxinas em alimentos, estabelecido em legislação, é de 4 mg.kg⁻¹ (31).

Tabela 2 – Limites máximos admissíveis de concentração de aflatoxinas

Alimento	Aflatoxina	Limites
1. Leite:	M ₁ M ₁	0,5 µg.L ⁻¹ 5,0 µg.kg ⁻¹
1.1. Leite fluído;		
1.2. Leite em pó.		
2. Milho:	B ₁ + B ₂	20,0 µg.kg ⁻¹
2.1. Milho em grão (inteiro, partido, amassado, moído);	+	
2.2. Farinhas ou sêmolos de milho.	G ₁ + G ₂	
3. Amendoim	B ₁ + B ₂	20,0 µg.kg ⁻¹
3.1. Amendoim (com casca), (descascado, cru ou tostado);	+	
3.2. Pasta de amendoim (pasta de amendoim ou manteiga de amendoim).	G ₁ + G ₂	

Fonte: BRASIL (2002).

Para Stamford et al. (32) nenhum nível de micotoxina é considerado seguro, pois a quantificação de aflatoxina abaixo de 20 µg.kg⁻¹, limite máximo permitido pela legislação (30), pode provocar a ilusão de segurança de produtos avícolas. Como dificilmente a micotoxina encontra-se sozinha no alimento, qualquer falha em demonstrá-la pode representar falso senso de segurança.

Para alimentos destinados ao consumo animal, o limite máximo permitido é 50 ng.g⁻¹ (ppb) para a soma das aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 (Portaria MA/SNAD/SFA n. 07 de 09/11/88) (33).

No campo, o amendoim está sujeito à contaminação por *A. flavus* sem causar danos visíveis à planta e a ausência de sinais visíveis de crescimento de fungos, não sendo indicativo de que não esteja contaminado com a toxina. Visando diminuir a contaminação de sementes de amendoins pelo fungo *Aspergillus* sp, pesquisadores da Universidade Nacional de Córdoba, Argentina, estudaram a resistência de seis genótipos de amendoins desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária – INTA, Manfredi Experimental Station, em Córdoba na

Argentina, e constataram que podem ser desenvolvidos genótipos de amendoim com uma moderada resistência a contaminação por *Aspergillus* sp. (34).

Correa et al. (2002) citados por Caldas, Silva e Oliveira (5) encontraram 56% das 600 amostras de milho provenientes do Paraná, Goiás e Mato Grosso do Sul, da Argentina e do Paraguai contaminadas com aflatoxinas. Alta incidência de contaminação também foi encontrada no estudo desses autores, onde foi pesquisado a presença da micotoxina em 60 amostras de amendoim e derivados, castanha-do-pará, milho pipoca e milho em grão, correspondendo a 26,4% das 227 amostras analisadas. Milho em grão teve maior incidência de contaminação, correspondendo a 60% das amostras, seguido de paçoca e doces de amendoim (51,2%), amendoim cru (49,1%), amendoim torrado e confeitado (40%), castanha-do-pará (33,3%) e milho de pipoca (13,6%). Como a maior parte da produção de milho em grão no País é destinada à produção de ração, principalmente para aves, é limitada a importância direta dessa contaminação para a saúde humana (5).

Estudo realizado em três municípios do estado do Paraná (Andirá, Apucarana e Sarandi), realizado por Farias et al. (35), teve uma porcentagem de grãos de milho contaminados pós-colheita com *A. flavus* de 64% e de *A. parasiticus* de 7%, e a partir de 109 isolados de *A. flavus*, evidenciou-se que 73 isolados sintetizaram aflatoxinas B1 e B2, 20 sintetizaram B1, sete sintetizaram B1 e G1, três sintetizaram B1, B2 e G1 e em seis não foi detectada a síntese de aflatoxina.

Kawashima, Valente e Soares (36) quantificaram a presença de aflatoxinas em produtos derivados do milho (canjica, fubá, flocos, farinha e quirera), adquiridas no comércio de Recife-PE, e obtiveram em 5 amostras desses produtos contaminados com aflatoxina B1 com valores acima de 20,0 µg.kg-1.

No trabalho realizado por Dilkin et al. (37) foram analisadas 187 amostras de arroz para alimentação humana que resultou em 13,9% das amostras que apresentaram positividade para aflatoxina, com média de 7,02 µg.kg-1, ou seja, dentro do permitido pela legislação, mas obtiveram uma amostra com

nível de 101,7 µg.kg-1, resultado este acima do permitido pelos órgãos responsáveis.

A contaminação de rações para bovinos, suínos, perus, galinhas e patos e outros animais e a possibilidade de transmissão de resíduos tóxicos para a carne, o leite e os ovos, vem resultando num potente risco à saúde humana. O fígado é o órgão mais suscetível a aflatoxinas, concordando com o fato de que elas são sabidamente hepatocarcinogênicas (38).

No trabalho de Salle et al. (38) foi quantificado o nível de aflatoxinas em fígados de frangos de corte de uma integração avícola do Rio Grande do Sul. As concentrações encontradas variaram de 0,54 ppb a 2,41 ppb. Quando se comparou o tempo de armazenamento do alimento na granja com os níveis de aflatoxinas encontrados nos fígados, constatou-se que aumentando o tempo de estocagem do alimento, aumenta o nível de aflatoxinas nos fígados.

Gonzalez et al. (33) observou que vacas alimentadas com farelo de algodão contaminados com aflatoxinas acima de 50 ng.g-1, tiveram como consequência a queda da produção de leite de 14 L.dia-1 para 11 L.dia-1 durante os seis meses em que foi utilizado como complemento. Pesquisadores do Peru verificaram a presença de aflatoxina M1 em 129 amostras de leite UHT de marcas comerciais e detectaram a presença em 58,1% das amostras (39).

E as pesquisas não se limitam apenas em países da América do Sul. Estudo realizado por Labuda e Tancinová (40), na República Eslováquia com misturas de carnes de aves, entre outros fungos, foi detectada a presença do *Aspergillus* (11 ssp.) em 69% das amostras analisadas em quatro anos de análise (2001 a 2004), totalizando 100 amostras.

No Marrocos, Zenedine et al. (22) pesquisaram a presença aflatoxina M1 em 54 amostras de leite pasteurizado de cinco usinas de beneficiamento e constataram a presença em 88,8% das amostras, com valores que variaram de 0,001 a 0,117 µg.L-1. A legislação deste país permite o máximo de 0,05 µg.L-1. Assim como a aflatoxina M1 pode estar presente no leite, pode também estar em seus derivados. Martins e Martins (41) pesquisaram a presença de aflatoxina M1 em 96 amostras de iogurtes comercializados em Portugal e

detectaram a presença em 18,8% das amostras analisadas.

Métodos de Detecção de Aflatoxinas

A partir da descoberta das aflatoxinas foram realizadas extensivas investigações no desenvolvimento de métodos analíticos para detectar e determinar micotoxinas em produtos agrícolas e derivados, e fluidos biológicos (11). Uma vez que a presença do fungo não implica necessariamente na presença de toxinas, as determinações analíticas são necessárias para fiscalização, monitoramento e pesquisa. Existem vários fatores que dificultam esse tipo de análise como, por exemplo, distribuição não uniforme das micotoxinas nos lotes contaminados, níveis de contaminação extremamente baixos, extratos usualmente acompanhados de interferentes necessitando de uma fase de limpeza e a natureza variada das amostras, as quais requerem diferentes procedimentos na extração (1).

Na prática, as aflatoxinas têm sido detectadas por técnicas físico-químicas e biológicas. Dentre as técnicas para verificar a presença de aflatoxina em alimentos estão as físico-químicas cromatográficas e instrumentais. As técnicas biológicas incluem os bioensaios e imunoenaios (8).

A cromatografia em camada delgada é a técnica de referência para muitos laboratórios brasileiros porque não necessita de equipamentos onerosos e é confiável. É muito utilizado o sistema-solvente tolueno acetato de etila-clorofórmio-ácido fórmico – 70:50:50:20. A quantificação é realizada através da técnica visual sob luz ultravioleta (UV) ou a densitometria. A cromatografia líquida de alta eficiência de fase normal e fase reversa tem sido usada com detecção por absorção UV, fluorescência, espectrometria de massas e amperométrica (1).

Existem atualmente no comércio vários tipos de testes baseados em métodos imunológicos tanto para detecção qualitativa quanto para quantitativa. Na década de 80 foi desenvolvido, para a detecção de aflatoxinas, o ensaio imunoenzimático ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay), logo consagrado como rápido, altamente sensível e de custo reduzido. No que se refere às micotoxinas é menos dispendioso do que muitos testes tradicionais, além de altamente

seletivo para determinados tipos de toxinas. Esse sistema de detecção de micotoxinas é simples, dispensa equipamentos sofisticados, podem ser realizados praticamente a qualquer hora e lugar, contanto que a temperatura ambiente esteja entre 18 e 25°C (42). O teste ELISA detecta e amplifica a reação antígeno-anticorpo pela ligação covalente entre enzima-anticorpo ou enzima-analito, cuja presença é subsequentemente determinada pela adição de enzima no substrato. A quantidade de substrato convertido a um dado tempo é indicativo da concentração original do composto a ser analisado (43).

Um biossensor fluorométrico de imunoafinidade tem sido desenvolvido para detectar e quantificar aflatoxinas. Os imunossensores geralmente se referem a um sistema que acopla um material imunoativo a um transdutor para produzir um sinal elétrico proporcional à quantidade de analito presente. Ensaio imunoenzimático colorimétrico de injeção seqüencial utiliza a célula de jato de fluxo com fase sólida de polimetacrilato adsorvidas com AFB1-albumina sérica bovina. É uma técnica de imunoensaio competitivo indireto com duplo anticorpo tão sensível quanto o ELISA na detecção de AFB1 (1).

Medidas Preventivas e de Controle

A prevenção é a medida mais eficiente de se controlar a contaminação. O conhecimento dos fatores que favorecem a produção de aflatoxinas é útil para minimizar o problema (7,44). As aflatoxinas são encontradas mundialmente, sendo as regiões de temperatura e umidade elevadas as principais áreas de ocorrência (7).

A tarefa de detectar a presença de aflatoxinas em grãos é bastante difícil, uma vez que a contaminação é extremamente heterogênea (45). Métodos de controle depois que a toxina já foi produzida pelo fungo e sua inativação é uma alternativa dispendiosa. No entanto, na maioria das situações, a utilização de métodos físicos ou químicos não é aplicável para redução dos níveis de micotoxinas em alimentos, seja pelo custo elevado de seu emprego, ou por provocar alterações sensoriais ou nutricionais nesses alimentos (46). Portanto, a melhor medida preventiva é evitar a contaminação pelo *Aspergillus* sp.

A literatura descreve inúmeros métodos para a detecção de aflatoxinas em alimentos e produtos agrícolas, porém, nas indústrias, a aplicabilidade restringe-se aos que possibilitam a avaliação rápida do material, uma vez que a decisão de aceite ou rejeição do lote de milho ou outro produto é imprescindível já no recebimento da matéria-prima (47).

A redução da atividade de água é uma das medidas preventivas que aumentará a segurança do produto e a inibição do desenvolvimento dos fungos micotoxigênicos. A remoção de lotes contaminados, com remoção de unidades danificadas, minimiza a presença de aflatoxina no produto final quando destinado à industrialização (46,48).

A exposição dessas toxinas à luz ultravioleta provoca sua degradação parcial. O tratamento com luz ultravioleta em amendoim contaminado não tem efeito, mas em leite contendo aflatoxina M1, a destruição é quase total. A adição de pequena quantidade de água oxigenada ao leite (0,05%) aumenta a deficiência da destruição, e a combinação de luz ultravioleta com riboflavina elimina grande parte do princípio ativo da aflatoxina M1 (7).

Em amendoim, a prevenção da contaminação com aflatoxina tem sido obtida com uso de cultivares resistentes (49), com a adoção de algumas práticas que controlam a colonização de fungos com potencial aflatoxigênico, tais como calagem (50), secagem (51) e escolha do tipo de solo ou que interferem na biossíntese de aflatoxina, e com procedimentos para a remoção dos grãos contaminados com base em cor e flutuação, ou ainda utilizando peróxido de hidrogênio (49).

Em condições adequadas (tabela 3), o tratamento com amônia em milho, amendoim e sementes de algodão contaminado elimina eficientemente a aflatoxina. A exposição destes produtos à substâncias alcalinas redonda na abertura do anel lactona e conseqüente formação de um sal. A adicional perda de amônia leva a formação de cetoácido, que, pela descarboxilação, resulta na aflatoxina D1 (não tóxica) ou em sua decomposição para benzofurano (7).

Tabela 3 – Procedimento de descontaminação com amônia

Parâmetros	Processo	
	Pressão/ temperatura elevada	Pressão/ temperatura ambiente
Nível de amônia	0,2 - 2,0 %	1,0 – 5,0%
Pressão	35 - 50 psi	Ambiente
Temperatura	80 - 120 °C	Ambiente
Duração	20 - 60 minutos	14 – 21 dias
Umidade	12 - 16 %	12 - 16 %

Fonte: ARAUJO (2006).

Segundo Huges et al. (52) a utilização desse tratamento com amônia para desintoxicar alimentos contaminados para aves, através da inativação da aflatoxina, não surtiu efeito positivo, ou seja, as aves continuaram perdendo peso, efeito nas aves contaminadas (53). Em grãos utilizados para a extração de óleo comestível, o produto final é isento de aflatoxinas, as quais são removidas durante o processo de refino do óleo bruto com base (NaOH) (15).

COMENTÁRIOS

Culturas em áreas tropicais e subtropicais estão sujeitas à contaminação por aflatoxina devido as melhores condições climáticas para a proliferação de fungos, portanto controlar a época de colheita desses produtos é uma medida preventiva, pois se o material permanece mais tempo que o necessário para sua colheita, aumentam os riscos dele estar contaminado.

Prevenir a contaminação pelo fungo *Aspergillus* sp continua sendo a melhor medida para evitar a presença de aflatoxina em alimentos e garantir a segurança alimentar de humanos e animais, considerando que o consumo de carne e leite também pode acarretar patologias já que também podem estar com a micotoxina.

Deve haver a prevenção do desenvolvimento desses fungos em grãos e outros vegetais, com base, principalmente na secagem rápida desses alimentos, seguida de armazenamento com condições controladas de umidade relativa do ambiente.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq por concessão de bolsa a primeira autora.

Angela Kwiatkowski
Ana Paula de Faria Alves

Endereço para correspondência: Rua Eucalipto, 202 – Conjunto Parigot de Souza,
CEP: 87310-480, Campo Mourão-PR
e-mail: angelak.k@gmail.com;
Tel: (44) 3525-0649 e (44) 84094078.

Recebido em 23/03/07

Revisado em 06/06/07

Aceito em 13/06/07

REFERÊNCIAS

- (1) AMARAL, K.A.S.; MACHINSKI JUNIOR, M. Métodos analíticos para determinação de aflatoxinas em milho e seus derivados: uma revisão. **Revista Analytica**, São Paulo, v.5, n.24, p.56-58, Agosto/Setembro 2006.
- (2) MILLER, D.M., STUART, B.P.; CROWELL, W.A. Experimental aflatoxicosis in swine: morphological and clinical pathological results. **Can. J. Comp. Med.**, Ontario, v.43, p.343-351, Oct, 1981.
- (3) COLAÇO, W.; FERAZ, V.; ALBUQUERQUE, L.R. Incidência de aflatoxina em amendoins e produtos derivados consumidos na cidade de Recife, no período de 1989 a 1991. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.54, n.1, 1994.
- (4) PRIMO, A, P. Detecção e controle de aflatoxina em amendoim. In: 1º CONGRESSO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE CASCAVEL – PR E 1º SIMPÓSIO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS DO MERCOSUL, Cascavel. **Anais...** Cascavel: UNIOESTE, 2004. p.95.
- (5) CALDAS, E.D.; SILVA, S.C.; OLIVEIRA, J.N. Aflatoxinas e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana. **Saúde Pública**, São Paulo, v.36, n.3, p.319-323, junho, 2002.
- (6) MALLMANN, C.A., SANTURIO, J.M.; WENTZ, I. Aflatoxinas - aspectos clínicos e toxicológicos em suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.3, p.635-643, maio/junho, 1994.
- (7) ARAUJO, J.M.A. Aflatoxinas. In: _____. **Química de alimentos**. 3.ed Viçosa: UFV, 2006. (cap.VII).
- (8) RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Técnicas analíticas para micotoxinas. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Analistas de Alimentos, 1989. p.245-247.
- (9) ZOVICO, C.; FONSECA, H.; CALORIDOMINGUES, M.A.; GLÓRIA, E.M.; BORGUINI, R.G.; SILVEIRA, V.P.; PIEDADE, S.S.; BARBIN, D. Seleção eletrônica pela cor na descontaminação de amendoim contaminado com aflatoxinas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.371-376, 1999.
- (10) LANDERS, K.E., DAVIS, N.D., DIENER, U.L. Influence of atmospheric gases on aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in peanuts. **Phytopathology**, Mount Aukum, v.57, , p.1086-1090, 1967.
- (11) LAMARDO, L.C.A.; SHUNDO, L.; NAVAS, S.A.; SABINO, M. Bioflavonóides e quercetina: procedimento analítico por cromatografia em camada delgada para determinação de aflatoxinas. **Boletim do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.16, n.1, p.22-23, jan/jun, 2006.
- (12) YU, J.; CLEVELAND, T.E.; NIEMAN, W.C.; BENNETT, J.W. *Aspergillus flavus* genomics: gateway to human and animal health, food safety, and crop resistance to diseases. **Revista Iberoamericana de Micologia**, Bilbao, v.22, p.194-202, 2005.

- (13) OLIVEIRA, C.A.F.; SEBASTIÃO, L.S.; ROSIM, R.E.; FAGUNDES, H.; FERNANDES, A.M. Ocorrência simultânea de aflatoxina e ácido ciclopiazônico em rações para vacas leiteiras. **Revista Analytica**, São Paulo, v.5, n.24, p.56-58, Agosto/Setembro 2006.
- (14) FRANCISCATO, C.; LOPES, S.T.A.; SANTURIO, J.M.; WOLKMER, P.; MACIEL, R.M.; PAULA, M.T.; GARMATZ, B.C.; COSTA, M.M. Concentrações séricas de minerais e funções hepática e renal de frangos intoxicados com aflatoxina e tratados com montmorilonita sódica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.11, p.1573-1577, MESES, 2006.
- (15) GALTIER, P. Biological fate of mycotoxins in animals. **Revue Méd. Vét.**, CIDADE, v.149, p.549-554, MESES 1998.
- (16) ARAUJO, J.M.A. Aflatoxinas. In: _____. **Química de alimentos**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2001. (cap.VII).
- (17) CARVALHO, E.C.Q. Micotoxinas e alimentos: implicações na saúde humana e animal. **Revista Brasileira de Clínica Veterinária**, 1995, v.2, p.27-31.
- (18) OLIVEIRA, C.A.F.; GERMANO, P.M.L. Aflatoxinas: conceitos sobre mecanismos de toxicidade e seu envolvimento na etiologia do câncer hepático celular. **Saúde Pública**, 1997 v.31 n.4, p.417-24.
- (19) AMARAL, K.A.S.; NASCIMENTO, G.B.; SEKIYAMA, B.L.; JANEIRO, V.; MACHINSKI JUNIOR, M. Aflatoxinas em produtos à base de milho comercializados no Brasil e riscos para a saúde humana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2006, v.26, n.2, p.336-342.
- (20) HEDAYATI, M.T.; PASQUALOTTO, A.C.; WARN, P.A.; BOWYER, P.; DENNING, D.W. *Aspergillus flavus*: human pathogen, allergen and mycotoxin producer. **Microbiology**, v.153, Jun., 2007, p.1677-1692.
- (21) PRADO, G.; OLIVEIRA, M.S.; ABRANTES, F.M.; SANTOS, L.G.; SOARES, C.R.; VELOSO, T. Ocorrência de aflatoxina M1 em leite consumido na cidade de Belo Horizonte-Minas Gerais/Brasil-agosto/98 a abril/99. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 1999, v.19, n.3, p.420-423.
- (22) ZENEDINE, A.; GONZÁLEZ-OSNAYA, L.; SORIANO, J.M.; MOLTÓ, J.C.; IDRISSE, L.; MAÑES, J. Presence of aflatoxin M1 in pasteurized milk from Morocco. **International Journal of Food Microbiology**, v.114, 2007, p.25-29.
- (23) CREPPY, E.E. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. **Toxicology Letters**, v. 127, 2002, p.19-28.
- (24) SASSAHARA, M.; PONTES NETTO, D.; YANAKA, E.K. Aflatoxin occurrence in foodstuff supplied to dairy cattle and aflatoxin M1 in raw milk in the North of Paraná state. **Food and Chemical Toxicology**, v.43, 2005, p.981-984.
- (25) MERCOSUL – Mercado Comum do Cone Sul. Resolução nº 56/94. [s. n. t.], 1994. **Regulamento técnico sobre limites máximos de aflatoxinas**, LOCAL (s.L.), 1994. (Publicação avulsa MERCOSUL).
- (26) PEREIRA, M.M.G.; CARVALHO, E.P.; PRADO, G. Crescimento e produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.20, n.1, Jan./Jun., 2002, p.141-156.
- (27) FONSECA, H. **Os fungos e a deterioração de alimentos**. Disponível em: <<http://www.micotoxinas.com.br/boletim4.ht>>. Acesso em: 05 maio 2000.
- (28) VIEIRA, S.L. Micotoxinas e produção de ovos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MICOTOXINAS E MICOTOXICOSE EM AVES. **Anais...** Curitiba: APINCO, 1995. p.65-80.
- (29) LAZZÁRI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. Curitiba: Editora do Autor, 1997.
- (30) BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 274, de 15 de outubro de 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/274_2002.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2007.
- (31) CIB. Conselho de Informações sobre Biotecnologia. Ingestão de aflatoxina pode causar câncer. **Biotech**. v.2, n.5, p.01-04, ago. 2004.. Disponível em:

<<http://www.cib.org.br>>. Acesso em: 28 mar. 2007.

(32) STAMFORD, T.L.M.; VILAR, E.A.; BASTOS, S.T.G.; SILVA, C.G.M. Pesquisa micotoxicológica de produtos avícolas “in natura” e processados. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.23, n.1, p.135-160, jan./jun. 2005.

(33) GONÇALEZ, E.; PINTO, M.M.; MANGINELLI, S.; FELÍCIO, J.D. Intoxicação de vacas leiteiras por farelo de algodão naturalmente contaminado com aflatoxinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.171-174., jan./fev. 2004.

(34) ASIS, R.; BARRIONUEVO, D.L.; GIORDA, L.M.; NORES, M.L.; ALDAO, M.A. Aflatoxin production in six peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes infected with *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*, isolated from peanut production areas of Cordoba, Argentina. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.53, n.23, p.9274-9280, nov. 2005,

(35) FARIAS, A.X.; ROBBS, C.F.; BITTENCOURT, A.M.; ANDERSEN, P.M.; CORRÊA, T.B.S. Contaminação endógena por *Aspergillus* spp. em milho pós-colheita no estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.617-621, mar. 2000.

(36) KAWASHIMA, L.M.; VALENTE SOARES, L.M. Incidência de fumonisina B1, aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, ocratoxina a e zearalenona em produtos de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.516-521, jul./set. 2006.

(37) DILKIN, M.; ARAUJO, D.A.F.; FICK, F.A.; DILKIN, P. MALMANN, C.A. Níveis de aflatoxina em arroz. In: 1º CONGRESSO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE CASCAVEL – PR E 1º SIMPÓSIO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS DO MERCOSUL, Cascavel. **Anais...** Cascavel: UNIOESTE, 2004. p.121.

(38) SALLE, C.T.P.; LORENZINI, G.; SFOGGIA, M.; et al. Presença de aflatoxinas em fígados de frangos de corte criados a campo. **Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS**, Porto Alegre, v.29, n.2, p.101-106, 2001.

(39) UNUSAN, N. Occurrence of aflatoxin M1 in UHT milk in Turkey, **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, 2006, p.1897–1900.

(40) LABUDA, R.; TANCINOVÁ, D. Fungi recovered from Slovakian poultry feed mixtures and their toxinogenity. **Ann. Agric. Environ. Med.**, v.13, 2006, p.193–200.

(41) MARTINS, L.M.; MARTINS, H.M. Aflatoxin M1 in yoghurts in Portugal. **International Journal of Food Microbiology**, v.91, 2004, p.315–317.

(42) VILAR, E.A.; OLIVEIRA, M.C.M.; STAMFORD, T.L.M. Pesquisa micotoxicológica em fígado de aves produzidas e comercializadas em Pernambuco. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v.20, n.2, Jul./Dez., 2002, p.335-346.

(43) OLIVEIRA, M.S.; PRADO, G.; JUNQUEIRA, R.G. Comparação das técnicas de cromatografia em camada delgada e ELISA na quantificação de aflatoxinas em amostras de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, 2000, v.20, n.3, p.369-374.

(44) STUSSI, J.S.P.; CUNHA, M.C.P.; FERREIRA, L.R.V.; FLORIDO, P.S.S.; OLIVEIRA, L.A.T. Fungos em bacon: uma revisão. **Higiene Alimentar**, v.17, n.113, 2002, p.28-32.

(45) GLORIA, E.M.; ROMERO, A.C.; CARVALHO, A.P.P.; CALORI DOMINGUES, M.A.; GONÇALVES, P.V.M. Perfil da Contaminação com aflatoxina entre embalagens de produtos de amendoim. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, Jul./Set., 2006, p. 660-665.

(46) ROITMAM, I.; TRAVASSOS, L.R.; AZEVEDO, J.L. **Tratado de microbiologia**. São Paulo: Manole, 1988. v.1.

(47) PALOMINO, M.E.T.; FONSECA, H.; GLÓRIA, E.M.; CALORI-DOMINGUES, M.A.; et al. Avaliação do método de triagem para análise de milho contaminado com aflatoxinas pela fluorescência amarelo-esverdeada brilhante (bgyf- bright greenish yellow fluorescence). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.55, n.3, 1998.

(48) SANTURIO, J.M. Micotoxinas e Micotoxicoses na Avicultura. **Revista**

Brasileira de Ciência na Avicultura, Campinas, v.2, n.1, jan./abr., 2000.

(49) VIEGAS, E.C.; SOARES, A.; CARMO, M.G.F.; et al Toxicidade de óleos essenciais de alho e casca de canela contra fungos do grupo *Aspergillus flavus*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.915-919, 2005.

(50) ROSSETTO, C.A.V.; LIMA, T.M.; VIEGAS, E.C. Contaminação fúngica do amendoim em função das doses de calcário e das épocas de amostragem. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.437-415, 2003.

(51) FERNANDEZ, E.; ROSOLEM, C.A.; MARINGONI, A.C.; OLIVEIRA, D.M.T. Fungus incidence on peanut grains as affected by drying method and Ca nutrition. **Field Crops Research**, v.52, n.1, p.9-15, 1997.

(52) HUGGES, B.L.; BARNET, B.D.; JONES, J.E.; et al. Safety of feeding aflatoxina inactivated corn to white leghorn layer-breeders. **Poultry Science**, Champaign, v.58, p.1202-1209, 1979.

(53) MORAIS, S.A; SILVA, R.D.M.; FONSECA, H.; et al. A utilização de alumino-silicatos como agentes protetores contra a aflatoxicose na alimentação de frangos de corte. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.2, Jul./Set., 1993, p.31-320.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.