

MICOTOXINAS EM PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

Anderson Silva DIAS¹

RESUMO - As micotoxinas representam grande parte de intoxicações em humanos. Os produtos de origem animal são potenciais veiculadores de micotoxinas para o homem, destacando leite e carne. As toxinas fúngicas são produzidas por vários fungos. As principais causas de existência de toxinas fúngicas nos produtos de origem animal devem-se ao consumo de grãos e rações contaminadas por fungos. O objetivo desse trabalho foi apresentar os níveis de aceitação das principais micotoxinas. Muitas vezes, toxinas fúngicas não estão em quantidades suficientes para causar sintomatologia, porém, a ingestão crônica pode causar sérios prejuízos. Maior monitoramento e orientação são necessárias para produzir alimentos saudáveis.

PALAVRAS CHAVE: Micotoxinas. Produtos de origem animal. Carne. Leite. Ovos. Pescado.

ABSTRACT - Mycotoxins represent a major part of intoxication in humans. Products of animal origin are potential carriers of mycotoxins for man, highlighting milk and meat. Fungal toxins are produced by various fungi. The main causes of fungal toxins in animal products are due to the consumption of fungi-contaminated grains and feeds. The objective of this work was to present the acceptance levels of the main mycotoxins. Often, fungal toxins are not in sufficient quantities to cause symptomatology, however, chronic ingestion can cause serious harm. Greater monitoring and guidance is needed to produce healthy food.

KEYWORDS: Mycotoxins. Products of animal origin. Beef. Milk. Eggs. Fish

INTRODUÇÃO

Antes do século XX, não se compreendia exatamente na qual os fungos causavam intoxicações a animais através da ingestão de alimentos contaminados, e até meados dos anos 50, observava-se que os fungos estavam presentes nos alimentos dos animais, porém não se conseguia obter provas de que os fungos estavam envolvidos com a doença (LOPES *et al.*, 2005).

Em 1957, alguns pesquisadores ao investigar o envenenamento dos suínos conseguiram isolar do milho mofado os fungos *Aspergillus flavus* e *Penicillium rubrum*. Esses fungos foram inoculados em milho autoclavado e, após um período de incubação, este milho foi dado como alimento a suínos sadios. Em poucos dias ocorreu a morte dos suínos que apresentavam sintomas externos e lesões internas semelhantes às verificadas no surto. Estes pesquisadores concluíram que *Aspergillus flavus* crescendo em grãos poderia produzir uma potente toxina (JAY, 2000).

Na década de 60 foi relatada na Inglaterra a morte de 100.000 perus que foram alimentados com torta de amendoim proveniente do Brasil e Nigéria. A doença foi denominada de "doença X do peru". Após alguns experimentos, conseguiu-se provar que esta doença era causada por um metabólito tóxico produzido por *Aspergillus flavus*.

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

Este metabólito foi, então, denominado de aflatoxina (*Aspergillus flavus* toxina) (FAO, 2007).

As micotoxinas são produzidas através de uma série consecutiva de reações catalisadas por enzimas. Sugere-se que as micotoxinas são formadas quando ocorre acúmulo de precursores metabólicos primários e assim, para evitar esse acúmulo, os fungos desviam o excesso destes precursores para a elaboração de metabólitos secundários, para manter o primário operando (OKUMA *et al.*, 2018).

No Brasil, as legislações apresentam limites máximos apenas para aflatoxinas e zearalenona em produtos de origem animal. Os efeitos causados pelas micotoxinas em animais e humanos são variados, desde câncer hepatocelular causado por micotoxinas até alterações dérmicas causadas por tricotecenos, além de imunodepressão e inibição de absorção de nutrientes a nível gastrointestinal.

O objetivo do presente trabalho foi revisar a das características das principais micotoxinas presentes nos produtos de origem animal, com ênfase para as aflatoxinas.

MICOTOXINAS

A FAO (2007) define micotoxinas como metabólitos dos fungos que provocam alterações patogênicas em animais e o homem e as micotoxicoses como a síndrome da toxicidade resultante da absorção de micotoxinas. As micotoxinas podem ser produzidas antes e após a colheita, armazenamento, transporte, processamento e administração aos animais.

Em torno de 25% dos grãos colhidos no mundo estão, possivelmente, contaminados por essas substâncias (WHITLOW e HAGLER, 2004). Yiannikouris e Jouany (2002) indicam que essa contaminação gira em torno de 25 a 40 % e é comum nos alimentos para uso animal, num estudo foram verificados deoxinivalenol em 58% dos alimentos e em 70% em milho, em 7% para aflatoxina, 18% para zearalenona, 7% para toxina T-2 e 28% para fumonisina.

A presença de micotoxinas tem causado perdas consideráveis na avicultura em nível mundial (SANTIN *et al.*, 2000). Além disso, a presença dessas substâncias em carne e leite tem sido objeto de preocupações de órgãos públicos mundiais (FAO, 2007). A alta incidência desses agentes em alimentos apresenta sazonalidade e

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

distribuição geográfica, e essas variações podem ocorrer numa mesma região em anos diferentes (WHITLOW e HAGLER, 2004). Diferentes condições climáticas podem favorecer um microorganismo produtor de uma micotoxina em relação à outra.

Os fungos produtores de micotoxinas são favorecidos pela presença de nutrientes e de energia e por condições de umidade, calor e pH (NELSON, 1993) e desenvolvem-se mais facilmente em grãos danificados quando coletado, armazenado ou parasitado, quando os grãos estão intactos, os fungos não os infectam (NELSON, 1993), possibilitando que grãos intactos e protegidos são livres de fungos e micotoxinas.

De acordo com (WHITLOW e HAGLER, 2004) temperaturas de armazenamento de grãos, silagens e feno favorecem o desenvolvimento fúngico. Nem sempre a temperatura ótima para crescimento fúngico é aquela na qual há produção de toxinas. Tem-se como exemplo, *Penicillium* e *Aspergillus* que crescem bem entre 25 e 35°C, porém, produzem toxinas em temperaturas mais baixas.

A atividade de água necessária para o fungo crescer está em torno de 0,62, e a maioria dos alimentos para animais possuem atividade que flutuam em torno de 0,5 e 0,94. Em alimentos úmidos, o desenvolvimento fúngico depende de oxigênio e de pH, a maioria dos fungos são aeróbios obrigatórios (WHITLOW e HAGLER, 2004).

MICOTOXINAS MAIS COMUNS NOS ALIMENTOS

As micotoxinas aflatoxina B1, zearalenona, toxina T-2, desoxinivalenol, ocratoxina A, fumonisina e patulina são consideradas as mais importantes em alimentos, apresentando importância secundária: nivalenol, citrinina, esterigmatocistina, nivalenon, ácido fumárico, ácido penicílico (YIANNIKOURIS e JOUANY, 2002; OKUMA *et al.*, 2018). Essas toxinas são classificadas de acordo com especificidade junto aos órgãos, apesar de poderem causar danos em mais de um órgão, são consideradas hepatotóxicas, nefrotóxicas, hematotóxicas, neurotóxicas, dematotóxicas, cancerígenas e gastrotóxicas (OKUMA *et al.*, 2018).

De acordo com Hussain e Wilson (1993), animais alimentados com rações com 20 ppb das toxinas fúngicas apresentavam nas nos músculos, podendo acarretar danos à saúde humana, sendo imprescindível o estudo dessas substâncias e investigação quanto à presença e o efeito dessas no homem e em animais.

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

AFLATOXINAS (B1 E M1)

São toxinas produzidas por *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus* principalmente, mas também por *A. niger*, *A. ruber*, *Penicillium citrinum*, *P. frequentans*, *P. variable* e *P. puberulum*. São encontradas geralmente em alimentos para consumo humano e animal, como em milho e algodão (OKUMA et al., 2018).

Existem várias aflatoxinas, dentre elas, a mais tóxica é a B1, que após ingerida é biotransformada nos animais e adquire a forma M1e sai no leite (WHITLOW e HAGLER, 2004). Esses fungos crescem bem em atividade de água de 0,82 e 0,99, e em temperaturas em torno de 37°, no entanto, a produção de toxinas ocorre entre 25 a 30 °C (FAO, 2007). Esses agentes são comuns em países tropicais.

Elas afetam principalmente o homem, aves, bovinos, suínos e cães e são hepatotóxicas (carcinoma hepatocelular em humanos) (YAN *et al.*, 2018), teratogênicas e imunossupressoras, roedores são considerados resistentes a essa toxina, e dentre os ruminantes, os ovinos são os mais sensíveis (TAKAGE et al., 2018).

Em aves, o efeito das aflatoxinas reflete em degeneração hepática, deficiência reprodutiva, produtividade baixa, menor produção de ovos e diminuição de qualidade da casca do ovo e da carcaça (SANTI *et al.*, 2001). Em ovos, essa substância transfere-se linearmente conforme sua presença na ração de poedeiras, constituindo-se em um grande risco para o homem (SLEPCHENKO *et al.*, 2018).

Edrington *et al.* (1994), num ensaio, ofereceu ração com aflatoxinas para ovinos, e observou: diminuição do consumo, deganho de peso e comprometimento hepático. Em um ensaio com suínos, Schell *et al.* (1993), animais receberam uma dieta contaminada com 992 ppb de aflatoxina B1, efeitos similares foram observados. Slepchenko *et al.* (2018), concluíram que em baixas doses, essa substância afetam a imunidade celular.

Baixos níveis de micotoxinas em carne de bovinos como 100 ppb podem ter efeitos tóxicos para o homem, embora Shase e Stone (2003) relatem níveis tóxicos entre 300 e 700 ppb. Vacas leiteiras com consumo de 120 ppb de micotoxinas apresentam menor eficiência reprodutiva e menor produção, indicando que essas concentrações são

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

prejudiciais (WHITLOW e HAGLER, 2004). E Shase e Stone (2003) citam que vacas nutridas sem micotoxinas aumentem a produção 25%.

Animais leiteiros que consomem alimentos contaminados com micotoxinas podem contaminar o leite. O percentual excretado no leite está em cerca de 1 a 3%, entretanto, tem sido encontrado valores em torno de 6% (SHASE e STONE, 2003).

Em peixes, as aflatoxinas interferem no desenvolvimento e reprodução desses animais, em trutas, foi observado efeito carcinogênico pela toxina B1 (GRIZZLE *et al.*, 2002). Mukherjee e Sahoo (2001) verificaram, após inoculação experimental de aflatoxina em doses de 5 mg/Kg em carpas da Índia, que ocorre alterações necróticas e vasculares nas vísceras. Lopes *et al.* (2005) verificaram em jundiás acúmulo no fígado e músculos de aflatoxina em alimentos contaminados por tempo prolongado.

Já Grizzle *et al.* (2002) verificou queda do ganho de peso, do hematócrito e lesões degenerativas no fígado em dietas contendo entre 0 e 100 mg/Kg de aflatoxina na ração, em dietas com a maior concentração, verificaram quadro mais severo com mortes de 60 % dos animais, o órgão mais sensível à ação dessas toxinas foi o fígado.

A FAO (2007) estabelece que os alimentos de consumo humano não possam ter mais que 20 ppb e no leite 0,5 ppb. Na União Européia (DOCE, 2006), 0,05 ppb e para animais os níveis não podem ultrapassar a 20 ppb. Há exceções, como para 300 ppb para farinha de semente de algodão para bovinos de corte, suínos e aves; 200 ppb para suínos em terminação e 100 ppb para reprodutores de bovinos de corte, suínos e aves. Não é permitido misturar alimentos saudáveis e contaminados para reduzir contaminação.

Pereira *et al.* (2005), em um levantamento, verificaram que 81% de amostras de leite apresentaram presença de aflatoxina M1, em concentrações menores que 500 ng/l. Em outro levantamento, detectaram aflatoxina M1 em leite bovino em 39,5% de amostras, em 64% dessas, com concentração maior que a permitida (0,5 ppb). Alla *et al.* (2000), verificaram que 20% das amostras de queijo e de leite coletadas em mercado apresentavam aflatoxinas também em derivados (0,5 em queijo e 6.3ppb em leite).

ZEARALENONA

Essa micotoxina estrogênica é produzida por fungos *Fusarium moniliforme* e *F. graminearum* e *F. roseum* (FAO, 2007) e apresenta ampla distribuição e está presente,

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

principalmente em milho, trigo e cevada. As condições que favorecem a sua produção são alta umidade e baixas temperaturas, verificadas em regiões de clima temperado (TAGAKE et al., 2018).

Essa toxina apresenta forte atividade estrogênica. A espécie suína, na fase jovem, é a mais susceptível à ação dessa droga, concentrações de 0,5 a 1 ppm pode causar pseudoestro e prolapso vaginal. Na maturidade sexual, é observado aumento do período entre partos e pseudociese, mumificação fetal, aborto e ausência de cio (TAGAKE et al., 2018).

Em suínos jovens, essa toxina causa diminuição do libido e do tamanho testicular, esse efeito não é observado em adultos em dietas de 200 ppm, entretanto, observa-se diminuição de crescimento em dietas com 50 ppm (YAN et al., 2018). Efeitos tóxicos são observados em perus (WHITLOW e HAGLER, 2004).

Em um trabalho na qual buscou-se investigar a presença dessa toxina em produtos em carne bovina (fresca, congelada e seus derivados) comercializável, Alla *et al.* (2000), verificaram a presença de zearalenona em 15,8% das amostras, além disso é relatado que o cozimento foi ineficaz para inativar essas toxinas.

Em vacas ocorre diminuição de partos, diminuição na secreção e resíduos em leite. Raramente é observada vaginite, secreção vaginal e dilatação de glândula mamária e os ruminantes são considerados mais resistentes (WHITLOW e HAGLER, 2004).

TOXINA T-2

É uma micotoxina classificada como tricoteceno e sintetizada por *Fusarium sporotrichioides* e *F. poae*. *F. sporotrichioides* requer atividade de água de pelo menos 0,88 e temperatura entre 22,5 e 27,5 °C (FAO, 2007), portanto está associada à alta umidade e à época de colheita. Essa toxina foi responsável por causar complicações em milhares de humanos durante a segunda guerra mundial. Em animais, tem sido responsável por síndromes hemorrágicas, lesões bucais e efeitos neurotóxicos (FAO, 2007) e até morte em bovinos (WHITLOW e HAGLER, 2004). Em aves, importante efeito imunodepressor e diminuição de produção de ovos (20 ppm), diminuição de ganho de peso, lesões orais e plumagem anormal. Em bovinos, é associada à gastroenterite, hemorragias e mortalidade (WHITLOW e HAGLER, 2004).

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

Guerret *et al.* (2000) em estudo do efeito da toxina em coelhos, na qual administrou três doses crescentes com 0.1, 0.25 e 0.5 mg/kg e observou que na quarta dose, 60% de mortalidade ocorrera, nos sobreviventes observou-se menor crescimento, necrose peribucal e paralisia parcial das extremidades. Em aves, observa-se alterações na cavidade oral e disfunções neurológicas (SANTIN *et al.*, 2000).

DESOXINIVALENOL

Pertence aos tricotecenos e é considerada a micotoxina mais comum produzida pelo *Fusarium* spp., contamina especialmente milho e trigo. É também chamada vomitoxina por causar vômito e é um potente inibidor de síntese protéica. Níveis entre 0,6 e 7,6 µg/kg tem sido detectados em trigo e é potencialmente perigoso tanto em animais como em humanos (FAO, 2007). Os fungos crescem bem com chuvas e frio, quando seguido por curto período seco. O armazenamento de grãos com umidade até 14% é uma forma de prevenir (DIEKMAN; GREEN, 1992).

Shase e Stone (2003) citam que essa toxina não afeta a produtividade leiteira em bovinos. Ensaio realizado em novilhos, alimentados com dietas contaminadas com toxinas entre 0 e 22 ppm não resultaram em efeito negativo no consumo de alimento. Em um ensaio com células epiteliais humanas, Maresca *et al.* (2002) observaram efeito negativo na absorção de nutrientes de forma crescente.

Em estudos prévios, com concentrações da substância na ração em 14 ppm, conduzidos em suínos, os efeitos observados foram vômito e desconforto abdominal (SCHELL *et al.*, 1993), e a exposição crônica a baixos níveis foram reduções da temperatura da pele e de alfa globulinas do plasma sanguíneo.

Em aves, essa toxina é responsável por causar lesões orais de necrose e descamação (SANTIN *et al.*, 2000).

OCRATOXINA A

São as micotoxinas produzidas pelos fungos do gênero *Aspergillus*, *A. ochraceus* é considerada a espécie mais freqüente. A ocratoxina A é a mais tóxica (JAY, 2000). A temperatura de 30°C e a atividade de água de 0,95 é tida como ótima para produção da

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

toxina por *A. ochraceus*, que cresce a temperaturas entre 8 e 37°C (JAY, 2000). A dose letal média para rato (LD₅₀) é de 20 a 22ppm, e causa nefrotoxicidade e hepatotoxicidade (FAO, 2007).

Em aves, os efeitos são mais severos e ocorre esclerose renal e periportal, enterite e supressão de hematopoiese na medula óssea. A administração experimental de 2 ppm em ração para aves diminuiu o consumo de alimentos e o ganho de peso (SANTIN *et al.*, 2001).

Os ruminantes são mais resistentes, possivelmente pela degradação no rúmen, apesar de ser verificada essa substância em fezes, urina e sangue (WHITLOW e HAGLER, 2004). Porém, em suínos, observam-se efeitos cancerígenos, teratogênicos e imunodepressores (JAY, 2000).

Em peixes, a ocratoxina apresenta efeitos deletérios em vísceras e administrada experimentalmente por 1 a 2 mg/Kg em juvenis *cat fish* foram responsáveis por ganho de peso e formação de melanocromatófagos nos rins posteriores, fígado e pâncreas (SLEPCHENKO *et al.*, 2018). Grizzle *et al.* (2002) verificaram degeneração e necrose no tecido renal e hepático quando da administração experimental dessa toxina em truta arco íris injetadas intraperitonealmente.

FUMONISINA

São produzidas por várias espécies de *Fusarium*, em grãos principalmente de milho, a fumonisina B1 é a mais importante (JAY, 2000). *F. moniliforme* é considerado o mais importante produtor dessa toxina, a atividade de água requerida mínima é de 0,87 e uma temperatura ótima de 25°C (entre 2,5 e 37°C) e pH entre 3 e 9,5 (FAO, 2007). Sanchis *et al.* (2000) relatam que a temperatura ótima de crescimento de fungos está em torno de 15 a 25°C.

É relatado na literatura que essas toxinas são associadas a câncer esofágico em humanos (SANCHIS *et al.*, 2000) e em fígado de ratos, em necrose hepática e menor taxa de desenvolvimento em suínos quando expostos a baixas doses (1ppm) e edema pulmonar quando em altas doses (WHITLOW e HAGLER, 2004).

Nas aves, essa toxina causa hepatomegalia, diminuição da absorção intestinal e susceptibilidade a infecções secundárias. (LEDOUX *et al.*, 1992).

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

PATULINA

Uma variedade de fungos como *Penicillium expansum*, *P. claviforme*, *P. patulatum*, *Aspergillium clavatus*, *A. terreus*, *Byssochlamys nivea* e *B. fulva* produzem essa neurotoxina que produz lesões anatomopatológicas graves (FAO, 2007). Gilis (2004), relata que essa toxina é responsável por reduzir a fermentação rumenal e reduzir a digestibilidade causa diminuição da taxa de crescimento bacteriano.

Esses fungos encontram-se nos solos e cereais com milho, soja e aveia, e produzem as toxinas em temperaturas abaixo de 2°C, atividade de água em torno de 0,8 e pH entre 4,5 e 5 (JAY, 2000).

LEGISLAÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO

O monitoramento do nível de micotoxinas em alimentos é essencial para o estabelecimento de estratégias de monitoramento. Dentre as toxinas fúngicas, a legislação nacional estabelece limites máximos apenas para as aflatoxinas, constante na resolução RDC n.274 (BRASIL, 2002), dose tolerável de B1+B2+G1+G2 igual à 20 µg/kg (ppb). Os países do Mercosul (MERCOSUL, 1994) regulamentaram que os limites máximos de aflatoxina M1 no leite não deveriam ultrapassar de 0,5 µg/l para leite fluido e 5,0 µg/kg para leite em pó. No Brasil, em 2002, a ANVISA adota os limites para esses resíduos em leite (BRASIL, 2002), que foi implementado pelo plano de controle de resíduos em carne, leite e pescado (BRASIL, 2010), que é de 0,5 µg/l (ppb) de aflatoxina M1 para leite e de 5,0 µg/l (ppb) para leite em pó, incrementado pela portaria 11 (BRASIL, 2004).

O Plano de Controle de Resíduos e Contaminantes em Carnes (PCRC) do MAPA (BRASIL, 2010) preconiza o monitoramento das toxinas a-zearalenol, β-zearalenol e zearalenona em carnes ovos, leite, pescado e mel, uma vez que as mesmas apresentam importância atividade anabolizante e outras ações deletérias para o homem.

Na União Européia, o leite *in natura* ou derivado tem o limite para aflatoxina M1 de 0,05 µg/l (DOCE, 2006). Na alimentação animal (DOCE, 2006) preconiza-se a aplicação de limite máximo para alimentação animal de 10 a 50 µg/Kg.

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

Para os Estados Unidos da América, o limite é 0,5 µg/kg em produtos lácteos, ou seja, 0,5 µg/kg para aflatoxina M1 e a somatória de aflatoxinas B1, B2, G1, G2 igual a 20 µg/kg para alimentos, e de 1000 µg/kg para deoxinivalenol em trigo.

MEDIDAS DE CONTROLE

O *Codex Alimentarius* (FAO, 2007) recomenda práticas de prevenção de micotoxinas em grãos como parte integrante na produção de alimentos para consumo animal. Assim, após a colheita dos grãos é essencial que os mesmos sejam isentos de quaisquer danos, para reduzir a presença de micotoxinas. A extrusão de formulações de rações animais afeta a atividade da micotoxina (HUGHES *et al.*, 1999). Algumas vezes, as técnicas de manipulação pós colheita são deficientes e isso permite condições propícias para crescimento de fungos (FAO, 2007; YAN *et al.*, 2018).

Dentre as substâncias efetivas para inativação das micotoxinas em cereais destacam-se amônia, hidróxido de sódio, formaldeído e metilaminas. Amônia é capaz de inativar em grãos de cereais aflatoxina, ocratoxina A, citrinina e ácido penicílico de forma total e zearalenona de forma parcial (ETZEL, 2002; OKUMA *et al.*, 2018). Entretanto, esse processo alteram o valor nutricional. A amoniação é o processo mais efetivo para descontaminação de ração animal e reflete em dessas substâncias em carne e leite. De acordo com Sanchis *et al.* (2000), além da aplicação de vapores de amônio, pode se realizar a irradiação dos alimentos como forma preventiva.

Baptista *et al.* (2002) relatam que a adição de *Saccharomyces cereviaceae* na alimentação de aves animal seria eficaz na redução do efeito tóxico de aflatoxinas na alimentação de experimentalmente. Baptista *et al.* (2002) conseguiram obter redução dos efeitos tóxicos de alimentos contaminados com aflatoxinas administrados experimentalmente adicionados de leveduras (*S. cereviaceae*) em roedores.

Edens *et al.* (1999) verificaram que *Lactobacillus reuteri*, probiótico, foi capaz de adsorver aflatoxina *in vitro*. Adição de alumínio silicato de cálcio e sódio hidratado é aplicada na alimentação de ruminantes para redução de aflatoxinas (FAO, 2007).

Os cuidados com a instalação, arejamento, circulação de ar, manutenção de temperatura e umidade adequadas, criação de mecanismos para impedir o acesso de roedores e aves contribuem substancialmente para reduzir o nível de micotoxinas nos

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

alimentos (SANCHIS *et al.*, 2000; OKUMA *et al.*, 2018). A bentonita tem sido utilizada na alimentação animal para impedir adsorção dessas substâncias (SANCHIS *et al.*, 2000). Também tem sido observado que aumento da quantidade de metionina diminui o efeito tóxico de aflatoxinas para animais (BAPTISTA *et al.*, 2002), isso é devido possivelmente, à competição por absorção no trato gastrintestinal (SANTIN *et al.*, 2000). Medidas como a aplicação de agentes biocompetitivos com fungos toxigênicos, seleção de plantas resistentes à micotoxinas são promissoras (SANCHIS *et al.*, 2000).

Santin *et al.* (2000) verificaram que o tratamento em temperaturas entre 150 e 220°C é capaz de reduzir micotoxinas em até 97%, no entanto, são observadas perdas nutricionais e dificuldade de aplicação em escala industrial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As micotoxinas são responsáveis por quadro grave de toxicidade em animais e humanos quando as condições ambientais são favoráveis à sua produção. As formas mais importantes de prevenção constituem em eliminar condições propícias para desenvolvimento da mesma, tais como umidade, acidez e anaerobiose.

Essas substâncias indesejáveis apresentam efeito patogênico sobre os animais que as consomem em doses tóxicas. Observa-se maior susceptibilidade de animais monogástricos, na qual é comum casuística de mortes. Os ruminantes são mais resistentes devido à capacidade detoxificadora do rúmen.

Observa-se que há uma relação entre grãos com micotoxinas, animais infectados e alimentos para o homem com algum nível de presença para data substância. Dependendo da toxina, mesmo a ingestão de baixas doses pode ser prejudicial para humanos e animais.

O controle e monitoramento da presença de micotoxinas em alimentação animal são primordiais para se inibir a concentração e danos dessas substâncias em animais. As medidas de controle devem ser eficazes para controlar a propagação desses metabólitos.

REFERÊNCIAS

ALLA, A.El-S. A.; AA, N-A.; ALY, S.E. Situation of mycotoxins in milk, dairy products and human milk in Egypt. *Mycotoxin Research*, v.16, n.2, 91-100, 2000.

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

BAPTISTA, A.S.; HORII, J.; CALORI-DOMINGUES, M. A.; GLÓRIA, E. M. da; SALGADO, J.M.; VIZIOLI, M.R. Thermolysed and active yeast to reduce the toxicity of aflatoxin. *Scientia Agricola*, v.59, n.2, p.257-260, 2002.

BRASIL, Ministério da Saúde: Resolução RDC n.274, da ANVISA, de 15 de outubro de 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.11, de 29 de janeiro de 2004.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária, Instrução Normativa n. 8, de 29 de abril de 2010.

DIEKMAN, M.A.; GREEN, M.L. Mycotoxins and reproduction in domestic livestock. *Journal of Animal Science*, v.70, n.1, p.1615-1627, 1992.

DOCE. Regulamento (CE) n.1881/2006 da Comissão de 19 de dezembro de 2006. Os teores máximos de certos contaminantes presentes nos gêneros alimentícios. 2006.

EDENS F.W.; HAGLER W.M.; CASAS I.A.; EL-NEZAMI H. Interaction between *Lactobacillus reuteri* and aflatoxin in broiler chickens. *Poultry Science*, v.78, n.1, p.17, 1999.

EDRINGTON, T.S.; HARVEY, R.B.; Y KUBENA, L.F. Effect of aflatoxin in growing lambs fed ruminally degradable or escape protein sources. *Journal of Animal Science*. v.72, n.1, p.1274-1281, 1994.

ETZEL, R. Mycotoxins. *Journal of the American Medical Association*, n. 287, p.425-427, 2002.

FAO/OMS. Codex Alimentarius: Producción de Alimentos de Origen Animal. 1ed, Roma, 2007.

GILIS, C.A.A. Micotoxinas em nutrição animal. Monografia, Universidad: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile, 2004.

GRIZZLE, J.M.; TUAN, N. A.; LOVELL, R.T.; MANNING, B.B.; ROTTINGHAUS, G.E. Growth and hepatic lesions of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing aflatoxin B1. *Aquaculture*, v.212, p.311-319, 2002.

GUERRET, P.; EECKHOUTTE, C.; BURGAT, V.; GALTIER, P. The effects of T-2 toxin exposure on liver drug metabolizing enzymes in rabbit. *Food Additives and Contaminants*, v.17, N.1, p.1019-1026, 2000.

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

- HUGHES, D.; GAHL, M.; GRAHAM, C.; GRIE, S. Overt signs of toxicity to dogs and cats of dietary deoxynivalenol. *Journal of Animal Science*, v.77, p.693-700, 1999.
- HUSSAIN, M.; WILSON, T. Effect of aflatoxin contaminated feed on morbidity and residues in Walle fish. *Veterinary and Human Toxicology*. v.35, n.5, p. 396-398, 1993.
- JAY, J. *Modern food microbiology*. 6 ed, Aspen Publication. 2000. 679 p.
- LAWLOR, P.; LYNCH, P. Mycotoxins in pig feeds 2: Clinical aspects. *Irish Veterinary Journal*, v.54, N.1, p.172-176, 2001.
- LEDOUX, D.R.; WEIBKING, T.S.; ROTTINGHAUS, G.E. Effects of *Fusarium moniliforme* culture material containing known levels of fumonisin B1 on turkey poult. *Poultry Science*, v.71, p.162, 1992.
- LOPES, P. R. S.; RADÜNZ NETO, J.; MALLMANN, C. A.; LAZZARI, RAFAEL; PEDRON, F. de A.; VEIVERBERG, C. A. Crescimento e alterações no fígado e na carcaça de alevinos de jundiá alimentados com dietas com aflatoxinas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.10, p.1029-1034, 2005.
- MARESCA, M.; MAHFOUD, R.; GARMY, N.; FANTINI, J. The mycotoxin deoxynivalenol affects nutrient absorption in human intestinal epithelial cells. *Journal of the Nutrition*, v.132, n.1, p.2723-2731, 2002.
- MERCOSUL, Regulamento técnico sobre limites máximos de aflatoxinas. Resolução Mercosul/GMC n.56, 1994.
- MUKHERJEE, S.C.; SAHOO, P.K. Immunosuppressive effects of aflatoxin B1 in Indian major carp (*Labeo rohita*). *Comparative Immunology Microbiology & Infectious Diseases*, v.24, n. 3, p. 143-149, 2001.
- NELSON, C. Strategies of Mold Control in Dairy Feeds. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.1, p.898-902, 1993.
- OKUMA T.A.; HUYNH T.P.; HELLBERG R.S. Use of enzyme-linked immunosorbent assay to screen for aflatoxins, ochratoxin A, and deoxynivalenol in dry pet foods. *Mycotoxin Research*, v.34, n.1, p.69-75, 2018.
- PEREIRA, M.M.G.; CARVALHO, E.P. de; PRADO, G.; ROSA, C.A. da R.; VELOSO, T.; SOUZA, L. A. F. de; RIBEIRO, J. M. M. Aflatoxinas em alimentos destinados a bovinos e em amostras de leite da região de Lavras, Minas Gerais, Brasil. *Ciências agrotécnicas*, v.29, n.1, p.106-112, 2005.

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

SANCHIS, V.; MARÍN, S.; RAMOS, A.J. Control de micotoxinas emergentes. Situación legislativa actual. Revista Iberoamericana de Micología, v.17, n.1, p.69-75, 2000.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; ZANELLA, I.; MAGON, L. Micotoxinas do *Fusarium* spp. na avicultura comercial. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.1, p.185-190, 2000.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; GAMA, N.M.S.Q.; DAHLKE, F.; KRABBE EL.; PAULILLO, A.C. Efeitos de produto de exclusão competitiva na prevenção dos efeitos tóxicos da ocratoxina A em frangos. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.3, n.2, 2001.

SCHELL, T.; LINDEMANN, M.; KORNEGAY, E.; BLODGETT, D. Effects of feeding aflatoxin-contaminated diets with and without clay to weanling and growing pigs on performance, liver function, and mineral metabolism. Journal of Animal Science, v.71, n.1209-1218, 1993.

SLEPCHENKO, G.B.; GINDULLINA, T.M.; GAVRILOVA, M.A.; AUELBEKOVA, A.Z. The Simultaneous Voltammetric Determination of Aflatoxins C1 and N1 on a Glassy-Carbon Electrode. Journal of Analytical Methods in Chemistry, ID6285623, p.1-6, 2018.

SHASE, L.; STONE, W. Feeding wheat containing vomitoxin to dairy and beef cattle. Dairy Nutrition Fact Sheet, v.27, n.1, p.1-5, 2003.

TAKAGI M.; UNO S.; KOKUSHI E.; SATO F.; WIJAYAGUNAWARDANE M.; FINK-GREMMELS J. Measurement of urinary concentrations of the mycotoxins zearalenone and sterigmatocystin as biomarkers of exposure in mares. Reproduction Domestic Animal, v.53, n.1, p.68-73, 2018.

WHITLOW, L.W.; HAGLER, W.M. Mycotoxins in feeds. Feedstuffs, v.76, n.38, p.66-76, 2004.

YAN Z.; WANG L.; WANG J.; TAN Y.; YU D.; CHANG X.; FAN Y.; ZHAO D.; WANG C.; DE BOEVRE M.; DE SAEGER S.; SUN C.; WU A. A QuEChERS-Based Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry Method for the Simultaneous Determination of Nine Zearalenone-Like Mycotoxins in Pigs. Toxins, v.10, n.3, p.1-14, 2018.

¹Laboratório de Controle de Produtos Biológicos, Laboratório Nacional Agropecuário Brasil, Av Romulo Joviano, s/n, Pedro Leopoldo, MG, Brasil *Autor correspondente: andersomedvet@hotmail.com

YIANNIKOURIS, A. ; JOUANY, J-P. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. INRA Production Animal, v.15, n.1, p.3-16, 2002.