

Micotoxinas na produção de suínos

Mycotoxins in swine production

Izabela C. Di Castro, Helder F. de Oliveira*, Heloisa H.C. Mello, Alessandra G. Mascarenhas

Departamento de Produção Animal, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, 74.001-970, Brasil

Resumo: As micotoxinas são substâncias tóxicas resultantes do metabolismo secundário de diversos fungos filamentosos. Além de prejudicarem a imunidade, facilitam o surgimento de doenças, reduzem o ganho de peso, e ainda provocam inúmeros prejuízos na suinocultura. Em climas como o do Brasil, o desenvolvimento fúngico é favorecido por diversos fatores. Este desenvolvimento causa alterações na qualidade dos grãos, que consequentemente representa um grande desafio na cadeia suinícola, sendo necessário como primeira medida a retirada do alimento contaminado e o uso de posteriores tratamentos dos cereais. Para o uso dos grãos na fabricação de rações é de grande valia a padronização dos limites de aceitação de micotoxinas e demais aspectos de qualidade dos produtos entre os países, tanto para fins de importação, como exportação. Objetiva-se com este trabalho realizar uma revisão bibliográfica sobre os problemas causados pela presença de micotoxinas nos grãos e rações processadas, prevenção e redução dessas, abordar métodos para sua remoção ou descontaminação, práticas agrícolas que previnam a contaminação e o desenvolvimento de fungos, mostrar testes de qualidade que garantem matéria-prima satisfatória para a fabricação de boas rações para os animais. Dando ênfase aos efeitos causados pelas micotoxinas na espécie suína, formas de prevenção e tratamento.

Palavras-chave: contaminação, desempenho, grãos, leitões, rações

Summary: The mycotoxins are toxic substances resulting from the secondary metabolism of several filamentous fungi. Besides impairing immunity, facilitate the emergence of diseases, reduce weight gain, and even cause numerous losses in swine. Climates how Brazil, fungal development is favored by several factors. This development causes changes in the quality of grains, which therefore represents a major challenge in the swine chain, is necessary as a first step of removing the contaminated food and the use of subsequent treatments of cereals. For use in the manufacture of feed grains is of great value to standardize the acceptance limits of mycotoxins and other aspects of quality of products between countries, both for import, export as. Objective of this work is to review literature on the problems caused by the presence of mycotoxins in grains and processed diets, prevention and reduction of these, addressing methods for its removal or decontamination, agricultural practices that prevent contamination and the development of fungi, show quality testing to ensure satisfactory raw material for the manufacture of good feed for animals. Emphasizing the effects caused by mycotoxins in swine, prevention and treatment.

Keywords: contamination, performance, grains, piglets, rations

Introdução

A população mundial aumentou de 3 bilhões de pessoas para 6 bilhões em um intervalo de 40 anos de 1959 a 1999. As últimas projeções indicam que o crescimento continuará ocorrendo e a população deverá crescer de 6 bilhões em 1999 para 9 bilhões em 2042, o que representa um acréscimo aproximando de 50% em 43 anos (U.S. Census Bureau, 2013). Quando este número for atingido, a demanda global por alimento e rações será quase o dobro que a atual (FAO, 2009). O aumento da demanda por alimento acarretará o aumento do consumo de carne, que estimulará a produção animal e seus insumos.

As rações fazem parte do sistema de produção animal e quando intensivamente utilizadas, representam cerca de 70% a 80% do custo da produção, sendo que a qualidade das mesmas deve ser sempre garantida. Para que se garanta qualidade dos alimentos destinados aos animais, deve de início haver a implantação de um programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle e Boas Práticas de Fabricação em fábricas de ração, sendo fundamental elaborar uma análise de riscos dos produtos expostos no local de processamento.

Esses perigos podem ser de três categorias: físicos, presença de materiais estranhos nas rações; químicos, resíduos indesejáveis e que podem ser inseguros se consumidos, por exemplo: resíduos de pesticidas, de drogas e de aditivos, produtos da decomposição biológica, micotoxinas, dioxinas, minerais e ácidos remanescentes no produto, farinhas animais como veículos de príons de encefalopatias transmissíveis – TSEs; e microbiológicos, presença de microrganismos patogênicos ou produtores de toxinas (Bellaver, 2004).

Como foco da revisão um dos perigos químicos que podem prejudicar a qualidade das rações é a contaminação por micotoxinas que muitas das vezes são produzidas em condições de estresse sofridas pelos fungos como mudanças de temperatura, umidade, aeração e na presença de agentes agressivos (Santin, 2005). E para se entender a magnitude do problema, afirma-se que, cerca de 25% de todos os grãos produzidos no mundo estão contaminados com alguma micotoxina (Freire *et al.*, 2007).

*Correspondência: helder@zootecnista.com.br
Tel: +556298439513; Fax: +556235211591

Com isso, a produção de micotoxinas pelos fungos pode causar alterações patológicas ou funcionais, chamadas de micotoxicoses que poderão gravemente ter efeito carcinogênico, tanto para os animais quanto para os humanos (Pereira e Santos, 2011).

Na cadeia suinícola, assim como nas demais produções animais, a presença dos fungos em grãos, principalmente de milho, geram perdas energéticas que reduzem o seu valor nutricional. Consequentemente o nível energético interfere no desempenho animal de modo significativo, pois o aumento do nível de energia das rações resulta em maior ganho de peso e melhor conversão alimentar (Souza, 2003).

Desta forma, torna-se de fundamental importância a abordagem do impacto da presença da micotoxinas em grãos, discutindo-se com ênfase as possíveis formas de combate à contaminação e as possíveis formas de tratamentos aos suínos já contaminados e/ou uso de aditivos adicionados as rações para redução de problemas.

Definição de micotoxinas

Pinto e Vaamonde (1996) definiram micotoxinas como substâncias tóxicas resultantes do metabolismo secundário de diversas cepas de fungos filamentosos. São compostos orgânicos de baixo peso molecular e que não possuem imunogenicidade.

Em climas tropicais e subtropicais, como do Brasil, o desenvolvimento fúngico é favorecido por diversos fatores, dentre eles os mais importantes pode-se verificar a excelentes condições de umidade e de temperatura (Dilkin, 2002). O crescimento e a produção de micotoxinas nos cereais, principalmente, no amendoim, milho, trigo, cevada, sorgo e arroz, geralmente encontram um substrato altamente nutritivo para o seu desenvolvimento. Podendo ocorrer nas diversas fases do desenvolvimento.

Mais de quatrocentas micotoxinas são conhecidas na atualidade, e estas são produzidas por aproximadamente uma centena de fungos. As principais micotoxinas e órgãos alvo na espécie suína são: aflatoxinas (AFLs), produzidas por fungos do gênero *Aspergillus* como *A. flavus* e *A. parasiticus* que atingem principalmente o fígado; zearalenona no sistema reprodutor; ocratoxina, produzidas pelo *Aspergillus ochraceus* e diversas espécies do gênero *Penicillium* atingindo os rins; fusarioxinas, que possuem como principais representantes os tricotecenos, danificadores do trato digestivo; e as fumonisinas que danificam o pulmão, produzidas por diversas espécies do gênero *Fusarium* (Freitas *et al.*, 2012).

Os alimentos e rações podem estar contaminados por micotoxinas de forma direta ou indireta. A contaminação indireta ocorre quando um ingrediente qualquer foi previamente contaminado por um fungo toxigênico, mesmo que este tenha sido eliminado durante o processamento, as micotoxinas ainda permanecerão no

produto final. A contaminação direta, por outro lado, ocorre quando o produto, o alimento ou a ração, se tornam contaminados por um fungo também toxigênico, com posterior formação de micotoxinas (Freire *et al.*, 2007).

Legislação sobre micotoxinas

Para evitar os efeitos nocivos das micotoxinas em alimentos e em rações para animais, várias legislações têm sido adotadas em muitos países. Segundo Van Egmond (1989), a maioria dos países possuem legislação, com limites para as aflatoxinas, no entanto, não possuem níveis para as demais micotoxinas. No Brasil, as aflatoxinas (AFLs) são as únicas micotoxinas cujos níveis máximos em alimentos estão previstos na legislação.

Os órgãos brasileiros de fiscalização de micotoxinas são: o Ministério da Saúde e o Ministério da Agricultura. De acordo com o Ministério da Agricultura (Brasil, 1988) qualquer matéria prima a ser utilizada diretamente ou como ingrediente para rações destinadas ao consumo animal, o limite máximo de AFLs presente pode ser de 50µg/kg de aflatoxina B1 (AFB1) + aflatoxina B2 (AFB2) + aflatoxina G1 (AFG1) + aflatoxina G2 (AFG2). Por sua vez a União Européia estabeleceu como nível máximo o valor de 20µg/kg para rações destinadas a suínos (Fonseca, 2013).

Métodos de detecção para micotoxinas

A partir da descoberta das aflatoxinas, foram realizadas muitas investigações no desenvolvimento de métodos analíticos para detectar e determinar micotoxinas em produtos agrícolas e derivados, e fluídos biológicos (Lamardo *et al.*, 2006).

Uma vez que a presença do fungo não implica necessariamente na presença de toxinas, as determinações analíticas são necessárias para fiscalização, monitoramento e pesquisa (Amaral e Machinski, 2006). No entanto, existem vários fatores que dificultam esse tipo de análise como; distribuição não uniforme das micotoxinas nos lotes contaminados, por isso, o material a ser analisado deverá ser submetido a um rigoroso processo de amostragem; níveis de contaminação extremamente baixos, devendo-se observar características específicas de cada método que irão condicionar a sua escolha, como por exemplo, capacidade de recuperação, precisão, repetibilidade, limite de detecção, limite de quantificação, sensibilidade, robustez e exatidão; e a natureza variada das amostras (Fernandes, 2007).

De acordo com Amaral e Machinski (2006) várias técnicas podem ser utilizadas para a determinação de micotoxinas, como os métodos cromatográficos, por exemplo, cromatografia em camada delgada (CCD), cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), cromatografia gasosa (GC) e métodos imunológi-

cos como, Enzyme- Linked Immunosorbent Assay (ELISA), biossensores e ensaio imunoenzimático colorimétrico de injeção sequencial (SIIA).

A cromatografia em camada delgada é a técnica de referência para muitos laboratórios brasileiros porque não necessita de equipamentos onerosos e é confiável (Soares e Rodriguez-Amaya, 1989). É mais comumente utilizado na análise e determinação de micotoxinas, pois se trata de um método de multidetecção pelo qual se podem determinar a maioria das micotoxinas de interesse e também mantém-se como uma técnica importante pois não necessita de trabalho intensivo (Fernandes, 2007). A CCD permite a separação eficaz dos compostos, o que torna este método muito útil na caracterização das micotoxinas. A quantificação das micotoxinas pode ser realizada utilizando técnica visual sob luz ultravioleta ou a densitometria (Stroka e Anklam, 2000).

A CLAE tem sido usada com detecção por absorção ultravioleta (UV), fluorescência, espectrometria de massas (LC-MS) e Espectrometria de Infravermelho Próximo (NIR). No entanto, o CLAE apresenta algumas limitações, como custo do equipamento e de operação é mais elevado do que para o CCD e é necessário uma extensa experiência para obter o benefício máximo de um sistema de CLAE, visto que o CCD pode ser aprendido com relativa facilidade não havendo necessidade de pessoal altamente qualificado. Foram desenvolvidos métodos de CLAE para quase todas as micotoxinas que se encontram frequentemente nos cereais e outros produtos agrícolas, no entanto, o CCD permanece como o método preferencial quando o objetivo é a seleção rápida (Fernandes, 2007).

A cromatografia gasosa (GC) é um método quantitativo que pode identificar, com exatidão, algumas micotoxinas. Já que esta análise se faz através do cálculo da volatilidade destas, o seu uso rotineiro é limitado a um reduzido número de micotoxinas, pois alguma delas não são voláteis ou apresentam uma volatilidade insuficiente. Além disso, o fato de muitas das micotoxinas serem facilmente detectadas e quantificadas a baixos níveis de concentração, usando o CCD ou o CLAE, não tem estimulado o desenvolvimento deste tipo de técnica. Os imunoenaios são testes encontrados na forma de reagentes comerciais, baseados em métodos imunquímicos tanto para a detecção qualitativa como para a determinação quantitativa de micotoxinas (Amaral e Machinski, 2006).

A técnica de ELISA pode ser competitiva direta ou indireta, e consiste em dois passos: primeiro, a reação entre o anticorpo e a micotoxina; e segundo, a detecção da reação usando a hidrólise enzimática do substrato pelo complexo micotoxina-enzima. A técnica de ELISA pode ser usada como procedimento de triagem na determinação de micotoxinas, visto sua sensibilidade, especificidade, rápido tempo de análise e facilidade de manuseio, pois não é necessária prévia experiência (Oliveira *et al.*, 2000).

No entanto, o custo elevado torna esse método inadequado para programas de monitoramento e de controle. Quando por exemplo, o teste mostra positividade indica que está presente uma certa quantidade de toxina na amostra. Já com a negatividade indica que caso a toxina esteja presente, a sua concentração está abaixo do nível de detecção do teste ELISA, o que faz com que alguns pesquisadores caracterizem esse teste como passível de resultados falso-negativos. Vários *kits* do teste ELISA estão disponíveis para as todas as micotoxinas de maiores importância. Com a desvantagem de que os *kits* testam uma única micotoxina, sendo necessário um para cada uma delas e alguns deles projetados para determinar a concentração na amostra (Fernandes, 2007).

Um biossensor tem como vantagens permitir que ensaios sejam mais rápidos, com capacidade de reutilização dos sensores. O aparelho opera nos princípios de imunoafinidade e fluorescência para um ensaio quantitativo (Carlson *et al.*, 2000). Segundo Garden e Strachan (2001) os imunossensores geralmente se referem ao sistema que acopla um material imunoativo a um transdutor para produzir um sinal elétrico proporcional à quantidade de micotoxina presente. O ensaio imunoenzimático colorimétrico de injeção sequencial é uma técnica de imunoensaio competitivo indireto com duplo anticorpo tão sensível quanto o ELISA na detecção de micotoxina. A desvantagem é que o método de SIIA realiza os ensaios individualmente e sequencialmente e, no caso de muitas amostras, a análise é demorada.

Cada empresa escolhe o melhor método para detecção, sendo prioritária a análise de presença de micotoxinas, antes mesmo das demais análises de qualidade dos grãos.

Métodos corretivos com o uso de adsorventes nas rações

Um adsorvente de micotoxinas nada mais é, que um material inerte, com capacidade de se fixar na superfície da micotoxina, e sair do organismo junto com as fezes, evitando que a micotoxina seja absorvida pelo animal (Arellano e Rosas, 2008).

O uso de adsorventes é um recurso mediador para a utilização de rações com cargas de micotoxinas elevadas para o consumo animal, a fim de cobrir possíveis falhas ocorridas no controle de qualidade das fábricas de ração (Menegazzo, 2008). Existem alguns outros processos de descontaminação de rações, mas o processo físico, com adsorventes misturados às rações é o mais utilizado atualmente (Sekiya *et al.*, 2006).

De acordo com Diaz e Smith (2005), é ideal que o adsorvente seja efetivo contra diversas micotoxinas. No entanto, quando utilizado deve ser efetivo para as micotoxinas que deseja combater, pois normalmente as rações estão contaminadas por mais de um composto.

Para serem usuais, os adsorventes devem ter preços acessíveis, não devem ocupar uma grande parcela da dieta, não devem ter sabor, odor e impurezas. Entre as micotoxinas existe uma grande complexidade química, por isso, a seleção de um adsorvente deve ser baseada na análise de qual o tipo de micotoxina encontrada nas matérias com posterior acesso as informações obtidas de estudos científicos confiáveis.

Adsorventes inorgânicos

Os ligantes de micotoxinas inorgânicos são polímeros à base de silicatos, como por exemplo, zeólitos, bentonitas, argilas utilizadas para clarificação no refino do óleo de canola, aluminossilicato sódio-cálcio hidratado (HSCAS), terra diatomácea e vários tipos de argila. Tais materiais costumam ser baratos e de fácil manuseio. Tradicionalmente são incluídos na formulação da ração durante o processamento. Seu custo é baixo, mas a taxa de inclusão para os animais normalmente é elevada. A grande maioria desses produtos adsorve apenas algumas micotoxinas específicas, acaba se ligando a minerais e vitaminas e pode causar complicações para a saúde, ou em virtude das altas taxas de inclusão tornam-se demasiadamente caros para a aplicação industrial. Não são biodegradáveis e podem representar problemas quanto ao destino dos resíduos quando acrescentados em níveis altos nas dietas dos animais.

Adsorventes orgânicos

Dentre os adsorventes orgânicos de micotoxinas incluem-se aqueles originários de vegetais fibrosos como, casca de aveia, farelo de trigo, fibra de alfafa, extratos de parece celular de leveduras, celulose, hemicelulose e pectina. Possuem o ponto positivo de destaque, por serem materiais biodegradáveis, no entanto, com a desvantagem de que em alguns casos podem ser fonte de contaminação por micotoxinas.

Mesmo com tantas formas de combate às micotoxinas, ainda é preciso, em muitos casos tentar minimizar a ação destas sobre os suínos, para se obter um plantel estável, homogêneo e com baixos índices de morbidade e mortalidade. Dessa maneira cada administrador responsável direciona as misturas dos grãos a serem feitas e o tipo de ração para cada fase, de acordo com o grau de sensibilidade dos animais aos alimentos contaminados.

Micotoxinas que afetam a produção de suínos

Aflatoxinas

As aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, presentes em aproximadamente 38% das rações suínícolas, são responsá-

veis pela micotoxicose suína, do ponto de vista clínico e econômico, de maior importância e representam uma condição extremamente grave para a saúde animal. Dando a atenção devida, por exemplo, no caso das matrizes que ingerem aflatoxina B1 e B2, estas poderão eliminar aflatoxina M1 e M2 pelo leite, intoxicando os lactentes. A contaminação média de AFLs em cereais é de 18µg/kg, podendo ser encontradas amostras de milho com até 17 mg/kg (Dilkin, 2011), valor correspondendo a 340 vezes o limite permitido pela legislação brasileira para esta micotoxina. Lembrando ser considerado limite máximo de segurança de 50µg/kg de alimento (Brasil, 1988).

Fumonisin

As fumonisin pertencem a um grande grupo de micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, contaminantes naturais de cereais, principalmente, o milho e subprodutos. A ocorrência de fumonisin B1 em alimentos produzidos no Brasil já foi descrita por diversos pesquisadores, chegando à positividade próxima de 90% com níveis de até 300 mg/kg de alimento. Trata-se da principal micotoxina desse grupo afetando principalmente suínos e aves. A fumonisin B1 é o metabólito mais abundante deste grupo de micotoxinas, representando cerca de 70% nos alimentos naturalmente contaminados (Rodriguez-Amaya e Sabino, 2002). As fumonisin B2 e B3 como relatado por Shephard *et al.* (1996) ocorrem em menores concentrações.

Os suínos apresentam alta sensibilidade às fumonisin, suportando apenas concentrações inferiores a 10mg/kg de alimento. Tal constatação foi observada em diversos surtos naturais e experimentais já analisados por Haschek *et al.* (1992).

Ocratoxinas

As ocratoxinas (OTA), são produzidas por fungos dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* apresentando um desenvolvimento mais intenso em temperaturas entre 5 e 24° C. A incidência da OTA é baixa no hemisfério sul, ficando praticamente restrito ao hemisfério norte com índices de contaminação 10 vezes superiores. (Dilkin, 2002).

Tricotecenos

Os tricotecenos (TCT) são produzidos principalmente por fungos do gênero *Fusarium* como *F. graminearum* e *F. tricinctum*. Mais que uma centena de TCT são conhecidos. De acordo com a estrutura molecular são divididos em dois grandes grupos: os de cadeia simples e os macrocíclicos. No entanto, os principais representantes de importância econômica no Brasil, são a deoxinivalenol (vomitoxina ou DON), Disceptoxyscirpenol (DAS), nivelanol (NIV) e a toxina T-2. A ocorrência de TCT é também significativa em culturas de inverno, como trigo, cevada, aveia, arroz

e centeio, cultivadas em baixas temperaturas. As concentrações de DON frequentemente limitam-se entre 0,1 a 41,6mg/kg com média de 2,4 até 4mg/kg. Níveis de contaminação natural de DON, DAS, T-2 e NIV geralmente alcançam até 10mg/kg, com poucas exceções mostrando níveis desastrosos de 15-40mg/kg (Dilkin, 2002).

Mundialmente, DON é o contaminante de cereais mais comum, acompanhado em específicas regiões por nivalenol (NIV). Pode haver a presença concomitante de outros TCT e outras toxinas de *Fusarium* no mesmo lote de cereais como relatado pela OMS (1983). Os suínos se caracterizam por serem animais extremamente sensíveis aos Tricotecenos e principalmente o NIV e DON induzem recusa de alimentos e perda de peso, apresentam toxicidades similares e um nível combinado menor que 0,4 mg/kg é descrito como aceitável, enquanto mais de 2,0 mg/kg é sempre inaceitável por Dilkin *et al.* (2004).

Zearalenona

Segundo Dilkin (2002), a zearalenona (ZEA) ocorre em praticamente todos os cereais, especialmente em culturas de inverno, contaminadas por fungos do gênero *Fusarium*. A contaminação natural ocorre em cevada, milho, sorgo, aveia e rações produzidas com base nestes produtos. E como observado através de análises, a concentração média de ZEA encontrada foi de 18 µg/kg e o nível máximo detectado foi de 9,7 mg/kg.

Causas, efeitos e tratamentos das micotoxinas em suínos

Aflatoxinas

As aflatoxinas atuam principalmente no fígado local em que são biotransformadas. A aflatoxina B1 pode ser transformada em aflatoxicol que é um reservatório metabólico desta toxina. Por sua vez, a epoxidação da aflatoxina transforma-a em um radical de alta covalência o que determina sua ligação com ácidos nucleicos. Isto explica a possibilidade de serem produzidas alterações genéticas, dando a esta micotoxina características carcinogênicas. Por sua vez, a hidratação de aflatoxinas no fígado, produz a aflatoxina B2-Alfa, que interfere diretamente na síntese de proteínas, levando a quadros de imunossupressão, interferência na coagulação sanguínea e às demais consequências das alterações provocadas por estas falhas no metabolismo (Pier *et al.*, 1980).

Os sinais clínicos da aflatoxicose aguda poderão iniciar seis horas após a ingestão, traduzindo-se por severa depressão, inapetência, presença de sangue nas fezes, tremores musculares, incoordenação motora com hipertermia (até 41°C), podendo a morte ocorrer nas 12-24 horas seguintes. Nas intoxicações subagudas, os sinais clínicos são de evolução mais lenta, observan-

do-se cerdas eriçadas, hiporexia, letargia e depressão. Paralelamente, os animais podem apresentar aspecto icterício, encontram-se desidratados e emaciados, com áreas de coloração vermelho púrpura na pele, além de perda progressiva de peso (Cook *et al.*, 1989).

A intoxicação crônica manifesta-se com a diminuição no ganho de peso e conversão alimentar, inapetência, má aparência geral e, por vezes, diarreias. Com a progressão para os estágios finais, ocorrem frequentemente sinais de ataxia, icterícia e, às vezes, convulsões (Cook *et al.*, 1989). Quando a toxina é ingerida em níveis mais elevados, o fígado apresenta degeneração gordurosa, necrose lobular com incremento de células basofílicas na periferia do lóbulo, proliferação dos ductos biliares e cirrose. A icterícia da carcaça, associada ao fígado edemaciado e amarelado são indicativos muito fortes de intoxicação. A vesícula biliar pode estar edemaciada e o fígado friável e hiperêmico, principalmente nos casos de intoxicação aguda. Também ocorre diminuição do tempo de coagulação sanguínea, podendo observar-se coleções líquidas sanguinolentas nas cavidades bem como em mucosas e hemorragias em massas musculares como descrito por Mallamnn *et al.* (1994).

As micotoxicoses são grandes desafios na produção animal, ao passo que não induzem resposta imunológica e seus efeitos tóxicos e futuros prejuízos econômicos só aparecem depois de determinados períodos de consumo, podendo se apresentar na forma aguda, com consumo de poucos dias ou horas ou forma crônica, com ingestões de semanas. Por isso, é de grande valia todas as formas de prevenção da formação das micotoxinas, com utilização de métodos corretos de plantio e boas práticas na fabricação de rações e certificação sempre com a realização de análises dos ingredientes e rações. É sempre com conhecimento prévio da concentração de aflatoxinas e frequências destas nas dietas, que torna possível tomadas de decisões, como exemplo utilização de adsorventes. Como base o ideal para se utilizar adsorvente é quando nas experiências de campo mais de 50% das amostras apresentarem positividade quanto a presença de aflatoxinas e média de concentração maior que 10µg/kg, prestando bastante atenção nas condições do plantel em questão, no nível de sensibilidade dos animais da propriedade (Mallmann e Dilkin, 2007).

Fumonisin

Nos suínos, os principais órgãos alvo são o pulmão, fígado e coração, sendo que a síndrome específica nessa espécie é o Edema Pulmonar Suíno, geralmente com hidrotórax (Osweiler *et al.*, 1992; Smith *et al.*, 2000). Tal alteração é decorrente da ingestão de altas doses da micotoxina por curtos períodos. Nestes casos pode-se observar principalmente a diminuição do ganho de peso dos suínos.

O diagnóstico da fumonisina-toxicose suína aguda é fácil de ser realizado, porém o diagnóstico definiti-

vo baseia-se nas observações lesões e análises das rações. A forma de profilaxia está diretamente ligada ao combate da presença de fumonisina nos ingredientes e dietas, evitando sempre que alimentos contaminados sejam fornecidos aos animais por períodos suficientemente longos. Não há tratamento para a intoxicação com essa micotoxina e os sinais de contaminação desaparecem rapidamente, com aproximadamente três dias após a substituição de ração (Mallmann e Dilkin, 2007).

Ocratoxinas

Essa micotoxina pode causar alteração da filtração glomerular e prejuízos na função dos túbulos contornados proximais são os principais prejuízos da intoxicação por OTA, levando a perda da capacidade de concentração urinária. A ocratoxicose em suínos traduz-se por uma intoxicação que cursa com diminuição do ganho de peso, sinais clínicos caracterizados por polidipsia e poliúria, além de lesões renais. Doses de 200 µg/kg de OTA na ração foram suficientes para que ocorrem nefropatias, levando a reflexos negativos para a conversão alimentar e o ganho de peso. A mortalidade pode chegar a 90% nos lotes afetados (Krogh *et al.*, 1979).

Apesar de não se possuir níveis de limites da presença da ocratoxina A, quando o animal se apresenta intoxicado, é necessário também fazer a substituição de ração por uma totalmente livre de micotoxina e quando necessário usar adsorventes testados e sempre cuidar da qualidade dos ingredientes utilizados na fabricação das rações (Mallmann e Dilkin, 2007).

Tricotecenos

Os tricotecenos atuam inibindo a enzima peptil transferase, desta forma diminuindo a síntese protéica, o que afeta principalmente células em divisão ativa, como as do trato gastrointestinal, pele e células linfóides, eritróides e órgãos vitais.

(Dilkin, 2002). Os TCT são imunossupressores e também são associados a hemorragias, sendo que o tempo da protrombina é aumentado significativamente, porém o fator primário da hemorragia é pela diminuição do fator VII da coagulação sanguínea. As intoxicações por TCT acarretam recusa de alimentos, vômito, redução na conversão alimentar e diarreia. A síndrome sanguinolenta, produzida pela toxina T2, se caracteriza pela ocorrência de dermatites, abortamentos, distúrbios nervosos, hemorragias gástricas e viscerais. Todos os TCT podem ser agudamente letais. Porém, os maiores problemas tendem a serem as toxicoses subagudas chegando a cronicidade, as quais levam a efeitos inespecíficos associados ao mau desempenho. Lesões macroscópicas após a necropsia nem sempre são evidentes, embora que um aumento do volume do fígado, hemorragia em linfonodos e erosões no estômago e intestinos possam ser observados (Ueno, 1983).

O diagnóstico é feito pela análise da presença de micotoxinas nos grãos e no alimento final destinado aos animais e na observação dos animais intoxicados. Terapias específicas para o tratamento dos animais intoxicados por tricotecenos ainda não estão cientificamente comprovadas. A troca de um alimento contaminado por outro não contaminado, deve ser a primeira medida a ser tomada. E em toxicoses crônicas aconselha-se evitar estresse, fornecer um alimento de alto valor nutritivo e tentar controlar as infecções secundárias. No caso, de intoxicações agudas, o rápido tratamento é a administração via oral de um adsorvente, afim de que este evite a absorção de toxina pelo trato gastrointestinal do animal e brevemente diminua circulação enterohepática da mesma e dos seus metabólitos (Mallmann e Dilkin, 2007).

Zearalenona

A ação desta toxina se dá pelo estímulo aos receptores estrogênicos citoplasmáticos, incrementando a síntese protéica no aparelho reprodutor. Consequentemente, a secreção das células endometriais, síntese das proteínas uterinas e o peso do trato reprodutivo são aumentados. Estas alterações podem levar à pseudogestação pela manutenção de corpo lúteo, levando a quadros caracterizados por vulvovaginite, leitões fracos e natimortos e, muitas vezes, a um quadro de splay-leg (síndrome dos membros abertos). Também pode se observar uma marcada redução nas taxas de concepção, acompanhadas de repetição de cio.

A intoxicação mimetiza o estro e os leitões recém-nascidos poderão apresentar os sinais clínicos, caracterizados como vulvovaginite infantil (Edwards *et al.*, 1987a). Em machos jovens, a toxina causa feminilização, incluindo edema de prepúcio, atrofia testicular e aumento da glândula mamária, porém estas alterações, aparentemente, não levam a efeitos sobre a capacidade reprodutiva, quando adulto. Em cachorros, a redução da libido, e discreta redução na qualidade espermática pode ser observada (Edwards *et al.*, 1987b).

Como já descrito, faz-se o uso de diferentes adsorventes para o combate aos males causados pelas micotoxinas, principalmente pela ZEA, que é de maior destaque na suinocultura, no entanto, é preciso testar a efetividade, como por exemplo, no caso das argilas do tipo aluminossilicato, que apresentam elevada afinidade pelas aflatoxinas, mas reduzida afinidade pelas toxinas de menor polaridade como a ZEA (Avantaggiato *et al.*, 2005). Já com a incorporação de compostos orgânicos à superfície dos aluminossilicatos (transformados em organoaluminossilicato) modifica a composição química, o que aumenta a capacidade de adsorção da ZEA (Lemke *et al.*, 1998).

Como forma de tratamento, os sinais como edema de vulva e mortalidade perinatal desaparecem quando faz-se a substituição do alimento com zearalenona

por outro sem presença da micotoxina, podendo reverter o quadro em 3 a 4 semanas. Como prevenção também destaca-se o uso de boas práticas agrícola e de fabricação, quando as micotoxinas estão presentes pode-se utilizar o alimento para animais menos sensíveis, podendo se utilizar, protetores hepáticos, como metionina e colina para recuperação do apetite dos animais. Para zearalenona, a concentração nas rações não devem ultrapassar 10µg/kg, que na prática significa isenção (Mallmann e Dilkin, 2007).

Considerações finais

A contaminação de grãos e rações por micotoxinas trata-se de um sério problema, causando nos suínos, perdas significativas na produção, sofrimentos, e é um considerável obstáculo à economia de países, principalmente nos quais a balança comercial se baseia nas exportações de *commodities*. Em virtude da presença de toxina fúngica, milhões de dólares são perdidos anualmente e, por esse motivo, desde a década de 1970, não se poupam esforços para redução na contaminação por micotoxinas, no entanto, a situação ainda continua preocupante. De certa maneira na criação de suínos, existem fases onde os animais são mais ou menos sensíveis e faz-se importante que exista um nível aceitável de micotoxina que pode ser ingerida. No entanto, os efeitos negativos poderão acontecer em níveis menores, dependendo da fragilidade dos animais da propriedade e com isso a extrema necessidade de acompanhamentos periódicos para observar quando a contaminação de um ingrediente ou ração excedeu os limites predeterminados. O maior impasse no Brasil, entretanto, é a falta de rigor no cumprimento das portarias, com fiscalizações bastante esporádicas e os laboratórios encarregados de realizar as análises encontram-se, em sua grande maioria, desprovidos de material, de pessoal especializado e até em más condições de uso. Também é importante salientar, a existência de uma enorme discrepância na legislação vigente dos diferentes países, quanto aos limites das micotoxinas. Por esse motivo, atualmente tem sido buscada a harmonização dessas legislações em todos os continentes, bem como uma tendência à redução dos limites máximos permitidos e adição de níveis máximos de outras micotoxinas.

Bibliografia

- Amaral KAS e Machinski Junior M (2006). Métodos analíticos para determinação de aflatoxinas em milho e seus derivados: uma revisão. *Revista Analytica*, São Paulo, 5(24), 56-58.
- Arellano JL e Rosas IG (2008). Uso de Organoaluminosilicato para reducir El efecto tóxico de mezcla de Aflatoxinas y Zearalenona em la Producción de Huevo. *Anais... Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II*. Florianópolis, Santa Catarina, 351- 355.
- Avantaggiato G, Solfrizzo M e Visconti A (2005). Recent advances on the use of adsorbent materials for detoxification of *Fusarium* mycotoxins. *Food Additives and Contaminants*, 22, 379-388.
- Bellaver CA (2004). Importância da Gestão da Qualidade de Insumos para Rações visando a Segurança dos Alimentos. *Anais... Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_z5i79j8b.pdf> Acesso em: 15/03/2014.
- Brasil (1988). Ministério da Agricultura. Portaria MA/SNAD/SFA n.7, 9 de Novembro de 1988. *Diário Oficial da União*, Seção I, 21.968.
- Carlson MA, Bargerion CB, Benson RC, Fraser AB, Phillips TE, Velky JT, Groopman JD, Strickland PT e Ko HW (2000). An automated, handheld biosensor for aflatoxina. *Biosensors and Bioelectronics*, 14(10-11), 841-848.
- Cook WO, Alstine WGV e Osweiler GD (1989). Aflatoxicosis in Iowa swine: Eight cases (1983-1985). *Journal American Veterinary Medical Association*, Chicago, 194, 554-558.
- Diaz DE e Smith TK (2005). Mycotoxin sequestering agents: practical tools for the neutralisation of mycotoxins. *Anais... The Mycotoxin Blue Book*. Nottingham: Nottingham University Press, 323-339.
- Dilkin P (2002). Micotoxicose suína: aspectos preventivos, clínicos e patológicos. *Biológico*, São Paulo, São Paulo, 64, 187-191.
- Dilkin P (2011). Efeitos das micotoxinas na reprodução de suínos, *Anais... IV Simpósio Brasil Sul de Suinocultura*, Chapecó, Santa Catarina, p.57-67, Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/902053/1/brasilsuldesuinocultura.pdf>> Acesso em: 30/03/2014
- Dilkin P, Hassegawa R, Dos Reis TA, Mallmann CA e Corrêa B (2004). Intoxicação experimental de suínos por fumonisinas. *Ciência Rural*, 34, 175-181.
- Edwards S, Cantley TC e Day BN (1987b). The effects of zearalenone on reproduction in swine. II. The effect on puberty attainment and postweaning rebreeding performance. *Theriogenology*, 28(1), 51-58.
- Edwards S, Cantley TC, Rottinghaus GE, Osweiler GD e Day BN (1987a). The effects of zearalenone on reproduction in swine. I. The relationship between ingested zearalenone dose and anestrus in non-pregnant, sexually mature gilts. *Theriogenology*, 28(1), 43-49.
- Fernandes RRG (2007). Micotoxinas: a situação actual da legislação e metodologias analíticas, Universidade de Aveiro, Departamento de Química, Disponível em: <<https://ria.ua.pt/bitstream/10773/2997/1/2008001219.pdf>> Acesso em: 26/04/2014
- Fonseca H (2013). Legislação sobre micotoxinas, Piracicaba, São Paulo, Disponível em: <<http://www.micotoxinas.com.br>> Acesso em: 20/03/2014
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2009). How to feed the world in 2050?, Roma, Disponível em: <<http://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfs-forum/en/>> Acesso em: 28/02/2014
- Freire FCO, Vieira IGP, Guedes MIF e Mendes FNP (2007). Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Documento 110, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Ceará, 48p., Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cd/jss/acervo/Dc_110.pdf> Acesso em: 14/03/2014

- Freitas BV, Mota MM, Del Santo TA, Afonso ER, Silva CC, Utimi NBP, Barbosa LCGS, Vilela FG e Araújo LF (2012). Micotoxicoses em suínos: Revisão, Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/saude/artigos/micotoxicoses-suinos-revisao-t1265/165-p0.htm>> Acesso em: 20/03/2014
- Garden SR e Strachan JJC (2001). Novel colorimetric immunoassay for the detection of aflatoxin B₁, *Analytica Chimica Acta*, 444, 187-191.
- Haschek WM, Motelin G, Ness DK, Harlin KS, Hall WF, Vesonder RF, Peterson RE e Beasley VR (1992). Characterization of fumonisin toxicity in orally and intravenously dosed swine, *Mycopathologia*, 117, 83-96.
- Krogh, P, Elling F, Friis CHR, Hald B, Larsen AE, Lillehoj EB, Madsen A, Mortensen HP, Rasmussen F e Ravn Kov U (1979). Porcine Nephropathy induced by long-term ingestion of ochratoxin A, *Veterinary Pathology*, 16(4), 466-475.
- Lamardo LCA, Shundo L, Navas AS e Sabino M (2006). Bioflavonóides e quercetina: procedimento analítico por cromatografia em camada delgada para determinação de aflatoxinas, *Boletim Instituto Adolfo Lutz*, 16(1), 22-23.
- Lemke S, Grant PG e Phillips TD (1998). Adsorption of zearalenone by organophilic montmorillonite clay, *Journal of Agricultural and Food Chemical*, 46, 3789-3796.
- Mallmann CA e Dilkin P (2007). Micotoxinas e micotoxicoses em suínos, Editora Pallotti, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 240.
- Mallmann CA, Santurio JM e Wentz I (1994). Aflatoxinas – Aspectos clínicos e toxicológicos em suínos, *Ciência Rural Santa*, 24, 635-643.
- Menegazzo R (2008). Qualidade de Rações para Zootécnicos, *Anais.... Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II*, Florianópolis, Santa Catarina, 93-100.
- Oliveira MS, Prado G e Junqueira RG (2000). Comparação das técnicas de cromatografia em camada delgada e ELISA na quantificação de aflatoxinas em amostras de milho, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 20(3), 369-374.
- Organização Mundial da Saúde (1983). Critérios de Salud Ambiental 11. Micotoxinas. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. Oficina Regional de la Organizacion Mundial de la Salud. Cidade do México, 131.
- Osweiler GD, Ross PF, Wilson TM, Nelson PE, Witte ST, Carson TL, Rice LF e Nelson HA (1992). Characterization of an epizootic of pulmonary edema in swine associated with fumonisin in corn screenings, *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 4, 53-59.
- Pereira CK e Santos FC (2011). Micotoxinas e seu potencial carcinogênico, *Ensaio e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 15(4), 147-165.
- Pier AC, Richard JL e Cysewski SJ (1980). Implications of mycotoxins in animal disease, *Journal American Veterinary Medical Association*, 176, 719-724.
- Pinto VEF e Vaamonde G (1996). Hongos productores de micotoxinas em alimentos, *Revista Argentina de Microbiología*, 28, 147-162.
- Rodriguez-Amaya DB e Sabino M (2002). Pesquisa em micotoxinas no Brasil: a última década em foco. *Brazilian Journal of Microbiology*, 33, 1-11.
- Santin E (2005). Mould growth and mycotoxin production. *The Mycotoxin Blue Book*. Nottingham: Nottingham University Press, 225-234.
- Sekiyama BL, Ferrari G e Machinski Júnior M (2006). Processo de descontaminação de rações contendo micotoxinas. *Revista Analytica*, n.26, p.64-67, Disponível em: <http://www.revistaanalytica.com.br/ed_antiores/26/art05.pdf> Acesso em: 10/03/2014
- Shephard GS, Thiel PG, Stockenstrom S e Sydenham EW (1996). Worldwide survey of fumonisin contamination of corn and corn-based products. *Journal Association of Official Analytical Chemists*, 79, 671-687.
- Smith GW, Constable PD, Eppley RM, Tumbleson ME, Gumbrecht LA e Haschek HWM (2000). Purified fumonisin B1 decreases cardiovascular function but does not alter pulmonary capillary permeability in swine. *Toxicol. Sc. Orlando.*, 56, 240-249.
- Soares LMV e Rodriguez-Amaya D. Survey of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, and sterigmatocystin in some brazilian foods by using multi-toxin thin-layer chromatographic method. *Journal Association of Official Analytical Chemists*, 72(1), 22-26.
- Souza AVC (2003). Valor nutricional de grãos atacados por insetos ou contaminados por micotoxinas para frangos de corte. Tese (Doutorado em Zootecnia). 142, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.
- Stroka J e Anklam E (2000). Development of a simplified densitometer for the determination of aflatoxins by thin-layer chromatography. *Journal Chromatography A*, 904, 263-268.
- U.S. Census Bureau International Data Base (2013). Word Population Growth Rates: 1950-2050. Disponível em: <<http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldgrgraph.php>> Acesso em: 28/02/2014
- Ueno Y (1983). Effects of trichothecene mycotoxins on farm animal. In: *Trichothecenes, chemical biological and toxicological aspects*. Amsterdam: Elsevier, 135-146.
- Van Egmond HP (1989). Aflatoxin M1: occurrence, toxicity, regulation. *Mycotoxins in dairy products*. In *Mycotoxins in Dairy products*. p.11-59, Elsevier Applied Science Publisher, ISBN 1-85166-369-X, London, United Kingdom.