

MICOTOXINAS E ADSORVENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

(Mycotoxins and adsorbents in animal feed)

Karina Milene MAIA^{1*}; Claudete Regina ALCALDE²; Marcos Adriano BARBOSA¹; Simara Marcia MARCATO²

¹Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Av. Colombo, 5790. Zona 07, Maringá/PR. CEP: 87.020-900; ²Dpto de Zootecnia da UEM. *E-mail: karinamaiaka@gmail.com

RESUMO

As micotoxinas são substâncias produzidas durante o processo metabólico de alguns fungos, elas são extremamente nocivas aos animais. Esses fungos estão presentes em diversos tipos de cereais e frutas. O milho, principal cereal utilizado na alimentação animal, pode ser acometido por fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Fusarium*, que quando submetidos à umidade e temperaturas específicas produzem aflatoxinas, ocratoxina, fumonisinas e zearalenona que causam problemas no desempenho e produção dos animais. Os animais monogástricos, como aves e suínos, e de ceco funcional, como os equinos, são mais susceptíveis aos efeitos que essas substâncias podem causar, quando comparados aos animais ruminantes, pois estes apresentam no rume microrganismos que são capazes de digerir as micotoxinas. No entanto, animais como vacas leiteiras de alta produção e animais monogástricos, quando consomem alimentos contaminados durante um longo período, podem desenvolver problemas digestivos, neurológicos, queda na produção e até mesmo chegar a óbito. Diante disso, algumas técnicas vêm sendo utilizadas pelos produtores e fábricas de ração, visando o não fornecimento de grãos contaminados aos animais, como um controle de qualidade dos alimentos e o uso de adsorventes. Os adsorventes são aditivos adicionados à dieta dos animais com o objetivo de inativar as micotoxinas. Eles podem ser de origem orgânica, como as leveduras, ou inorgânicos derivados de argila. Esses aditivos se ligam à substância impedindo que estas sejam absorvidas pelo enterócito e, assim, sejam excretadas sem causar prejuízos ao metabolismo dos animais.

Palavras-chave: Cereais monogástricos, produção animal, ruminantes.

ABSTRACT

Mycotoxins are substances produced during the metabolic process of some fungi, they are extremely harmful to animals. These fungi are present in several types of cereals and fruits. The main cereal corn used in animal feed can be affected by fungi of the genera *Aspergillus* and *Fusarium* that when subjected to humidity and specific specifications such as aflatoxins, ochratoxin, fumonisins and zearalenone that cause problems in the performance and production of animals. Monogastric animals, such as poultry, pigs and functional dry animals such as horses, are more susceptible to the effects that these occurrences can cause, when compared to ruminant animals, as they present in the rumen, microorganisms that are capable of digesting as mycotoxins. However, animals such as high production dairy cows and monogastric animals, when consuming contaminated food for a long period can develop digestive, neurological problems, drop in production and even die. In view of this, some techniques have been used by producers and feed factories, adding the non supply of contaminated grains to animals, such as food quality control and the use of adsorbents. Adsorbents are suitable additives to the animals' diet in order to inactivate as mycotoxins. They can be of organic origin, like yeasts or inorganic derived from clay. These additives bind to a substance preventing them from being absorbed by the enterocyte, thus being excreted without causing damage to the animals' metabolism.

Key words: cCereals, monogastric, animal production, ruminants,

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta um clima favorável para o desenvolvimento de microrganismos que são patogênicos aos animais e vegetais, dentre esses podem ser citados os fungos filamentosos.

Classificados como microrganismos do reino fungi, eucarióticos como as leveduras multicelulares são capazes de produzir metabólitos tóxicos denominados de micotoxinas, que são prejudiciais à saúde animal e humana (MAZIERO e BERSOT, 2010).

As micotoxinas são compostos químicos de baixo peso molecular, resultantes do metabolismo de diversos bolores e fungos, e que são tóxicas aos animais. As substâncias mais conhecidas são as aflatoxinas (*Aspergillus*), as ocratoxinas (*Aspergillus* e *Penicillium*) e as fusariotoxinas, que possuem como principais representantes os tricotecenos, a zearalenona e as fumonisinas (*Fusarium*) (SCUSSEL, 1998; MARIN *et al.*, 2006; MALLMANN e DILKIN, 2007).

Essas substâncias são de interesse zootécnico, pois causam grandes prejuízos no desempenho, produção e, até mesmo, distúrbios metabólicos nos animais que consomem rações contaminadas. As micotoxinas podem ser encontradas em diversos cereais como milho, amendoim, trigo, cevada, sorgo, arroz, entre outros (BRETAS, 2018). A contaminação pode ocorrer em diversas fases da produção desses grãos, ou seja, desde o plantio até a secagem e armazenamento do produto.

Visando diminuir os impactos na produção animal causados por dietas contaminadas com micotoxinas, tem sido empregado o uso de adsorventes (SAVI, 2019). Este método tem apresentado, de forma eficiente e prática, uma efetiva ação contra essas substâncias, pois os adsorventes apresentam capacidade de se ligar às micotoxinas evitando que sejam absorvidas pelo animal (POZZO *et al.*, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se demonstrar as principais micotoxinas de interesse zootécnico, assim como seus efeitos na produção animal e os adsorventes disponíveis no mercado.

DESENVOLVIMENTO

Micotoxinas

As micotoxinas são substâncias tóxicas resultantes do metabolismo de alguns fungos e bolores. Elas podem apresentar uma estrutura química simples, com peso molecular de até 50 Da, ou grupos de 6 a 8 anéis heterocíclicos, com disposições irregulares e com peso molecular superior a 500 Da (FERREIRA *et al.*, 2007).

Para que ocorra o desenvolvimento dos microrganismos que produzem essas toxinas, são necessários diversos fatores, como fatores físico-químicos, tipo do substrato, temperatura e umidade do local de armazenamento, além da quantidade de água presente nos grãos e o seu pH (MAZIERO e BERSOT, 2010). As espécies de fungos podem produzir mais de um tipo de micotoxinas, assim como várias espécies podem produzir o mesmo tipo de micotoxinas.

As contaminações de alimentos e rações por micotoxinas podem ocorrer de forma indireta ou direta. A primeira ocorre quando algum dos ingredientes é previamente contaminado e mesmo com a eliminação do fungo durante o processamento as micotoxinas ainda permanecem na ração, pois elas são mais resistentes a altas temperaturas. Já a forma direta está relacionada com a contaminação do alimento ou ração pronta por fungo toxigênico e posterior ocorrência da produção de micotoxinas (FERREIRA *et al.*, 2007).

Essas toxinas podem apresentar diversas patogenias aos animais que as ingerirem, os sintomas são muito variados, pois são dependentes da quantidade da substância ingerida e do período. Os animais podem apresentar sintomas agudos, que são de percepção rápida, com danos irreversíveis e que podem levar o animal a óbito, ou subagudos, que são oriundos de doses menores que causam distúrbios alimentares, reduz a eficiência produtiva e causa baixa na imunidade dos animais (SHEPHARD, 2008; MURPHY *et al.*, 2006).

Nos casos em que o animal apresenta casos subagudos, estes podem apresentar diversos sintomas como hemorragias, podendo agravar para necroses, sendo que os órgãos mais afetados são: fígados, rins, e sistema nervoso, causando sequelas irreversíveis (SANTURIO, 2000). Além de que podem ocorrer doenças renais, dano à integridade intestinal, má digestão e absorção dos nutrientes, baixa fertilidade, entre outros.

Os animais monogástricos são mais susceptíveis a sofrer as reações causadas pelas micotoxinas, quando comparado aos animais ruminantes. Os ruminantes são considerados mais resistentes devido ao fato de apresentarem alguns microrganismos ruminais que são capazes de degradar e metabolizar algumas dessas substâncias oriundas do metabolismo dos fungos (POZZO *et al.*, 2016). Mesmo estes animais apresentando uma maior resistência contra as toxinas, vacas de leite de alta produção podem sofrer alguns danos quando alimentadas com dietas contaminadas como baixa produção e presença de resíduo no leite, entre outros (DIAS, 2018; SANTOS *et al.*, 2014).

A detecção de intoxicação por micotoxinas é difícil de ser realizada, pois existem alguns fatores que podem influenciar esse diagnóstico, como uma má amostragem do alimento contaminado ou sua baixa concentração, que dificultam sua identificação (SÁVIO, 2018).

Vale ressaltar que, além das micotoxinas reduzirem o desempenho e comprometerem a saúde dos animais de produção, elas são um risco à saúde humana, pois produtos de origem animal oriundos de animais alimentados com ração contaminada podem apresentar resíduos, a exemplo do leite, da carne e dos ovos (YIANNIKOURIS *et al.*, 2002).

Aflatoxinas

O leite e os produtos lácteos são alimentos considerados de grande importância na alimentação humana. Diante disso, ele pode ser um dos principais alimentos que expõe os seres humanos a aflatoxinas (SANTOS *et al.*, 2014). As aflatoxinas são consideradas de grande interesse zootécnico, pois são responsáveis por causar vários tipos de doenças e, consequentemente, prejuízo na produção animal, sendo conhecidas por originar câncer hepático e outros tipos de câncer em humanos, além de serem substâncias tóxicas e mutagênicas (DIAS, 2018).

A aflatoxina AFB1, quando ingerida pelos animais, sofre biotransformação no fígado, como ocorre nos bovinos, dando origem a diversos metabólitos tóxicos como as aflatoxinas M1 (milk toxin), que podem ser excretadas na bile, na urina e no leite, e que não são eliminadas durante o processo de pasteurização, congelamento e/ou resfriamento (GONÇALEZ *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2014).

As aflatoxinas são as únicas micotoxinas cujos níveis máximos em alimentos estão previstos na legislação. O Ministério da Saúde estabelece o limite de 30µg/kg AFB1+AFG1 em alimentos de consumo humano determinados pela ANVISA e o Ministério da Agricultura e do

Abastecimento estabelece o de 20µg/kg de aflatoxinas totais para matérias-primas de alimentos e rações.

Nos suínos, as aflatoxinas são conhecidas por estarem ligadas às causas de baixo desempenho zootécnico, uma vez que afetam o consumo de ração e o ganho de peso, e ocasionam lesões hepáticas, hemorragias e morte (SOUTO *et al.*, 2017). Olinda *et al.* (2016), trabalhando com aflatoxicose aguda em suínos, encontraram alguns sinais clínicos nos animais, como febre de até 40,6 °C, perda de peso, taquicardia, taquipneia, apatia, tremores musculares e fraqueza muscular, entre os sinais aparentes até o momento do óbito dos animais.

Ocratoxinas

As ocratoxinas foram isoladas pela primeira vez em meados dos anos 60 (VAN DER MERWE *et al.*, 1965). Para que possam se desenvolver, são necessários alguns aspectos ambientais favoráveis, dentre eles está a temperatura e a atividade de água. A temperatura ideal para o seu desenvolvimento deve estar entre 12 e 37 °C, já quanto a atividade de água, favorece o desenvolvimento desse fungo quando esta se encontra em valores abaixo de 0,8 (ABREU *et al.*, 2011).

A contaminação por essa micotoxina pode ocorrer por duas vias, pela respiratória, através da inalação dos esporos, e pela via oral, por meio da ingestão de alimentos contaminados, como milho, café, arroz e até subprodutos de frutas, como vinho, cerveja, produtos cárneos e lácticos, entre outros (TORRES e SILVA, 2019).

As ocratoxinas podem ser identificadas a partir de sinais clínicos apresentados no sistema renal dos suínos e humanos (HOPE *et al.*, 2012; BRETAS, 2018), pois quando consumida, essa substância se ligará à albumina, facilitando o seu transporte pelo organismo animal, além de seu acúmulo nos órgãos, como o rim, que é o principal órgão afetado, seguido pelo fígado e cérebro (ANZAI *et al.*, 2010). A principal rota de excreção das ocratoxinas do organismo contaminado é por meio da urina, do suor e do leite (REVELO-ABREL *et al.*, 2014).

Realizando um estudo com níveis séricos de ocratoxina A e lesões em suínos na região do estado do Rio de Janeiro, utilizando 87 amostras, Krüger (2015) observou a presença dessa substância em 72,29%, ou seja, 62 animais apresentaram a ocorrência de ocratoxina, o maior número de lesões encontradas foi nos rins, sendo estas, presentes em 45 animais, cerca de 54,22% do total analisado.

Fumonisinias

A toxina fumonisina é derivada dos fungos *Fusarium verticillioides*. Sendo que esse fungo é considerado, dentre os microrganismos, o mais comum. Ele é encontrado em todo o mundo e é o mais expressivo dentre causadores de micotoxinas, todos os animais de produção estão expostos à ação desses microrganismos (SOUTO *et al.*, 2017).

O consumo dos grãos contaminados induz uma alta produção e expressão de proteínas na região do cólon, além de afetar a localidade hepática, assim como a aflatoxina, aumentando a atividade enzimática no fígado. O sintoma de principal que auxilia na identificação da atividade tóxica das fumonisina é denominado de edema pulmonar ou hidrotórax, este é causado pela ingestão diária por 4 a 7 dias de fumonisinas, que acomete danos à parte interior do pulmão, além do epitélio alveolar e falência cardíaca, levando os animais a óbito (SOUTO *et al.*, 2017).

De acordo com Cruz (2017), a fumonisina altera a concentração de esfingosina em órgãos como rim, fígado, pulmão e coração. Ocasionalmente também diminuição da pressão arterial, da frequência cardíaca e do débito cardíaco. Essas alterações pulmonares e cardíacas são creditadas ao aumento de esfingosina, que inibe os canais de cálcio, induzindo edema pulmonar e insuficiência cardíaca do lado esquerdo.

Zearalenona

A Zearalenona pode ser definida, de acordo com Freire *et al.* (2007), como um metabolito secundário, produzido comumente por *Fusarium graminearum*, contudo, outras espécies também são responsáveis pela presença dessa micotoxina nos grãos utilizados na fabricação de rações para os animais, como *Fusarium culmorum*, *Fusarium equisetii* e *Fusarium crookwellense*. Ela ainda é apresentada como uma lactona macrocíclica, derivada do ácido resorcílico, que ao ser consumida pelos animais é biotransformada em diferentes metabolitos (MALEKINEJAD *et al.*, 2006).

Dentre esses metabolitos, os que apresentam uma grande atividade estrogênica e anabólica causando problemas reprodutivos nos animais são o α -Zearalenol (α -ZOL), o β -Zearalenol (β -ZOL) e a Zearalenona, sendo o que representa uma maior nocividade para suínos com o alto consumo de alimentos contaminados com essa micotoxina o α -ZOL, por ser mais tóxico (MALEKINEJAD *et al.*, 2006).

Uma vez que os suínos consomem um alimento contaminado, cerca de 85% da Zearalenona presente na alimentação é ingerida e absorvida no percurso pelo trato gastrointestinal desses animais, posteriormente à absorção dessa micotoxina ela se liga as globulinas do sangue, onde é direcionada e transportada até o fígado para que ocorra a metabolização e distribuição, em sua grande maioria, dessa substância nociva para os órgãos reprodutores dos animais, contudo, existem relatos da presença da Zearalenona no tecido adiposo e em outros órgãos além do fígado (KUIPER-GOODMAN *et al.*, 1987).

A produção dessa toxina nos cereais ocorre geralmente antes da colheita, mas também há casos de ocorrência pós-safra, se os grãos não forem tratados e secos corretamente. Tanto a Zearalenona quanto seus metabolitos estão associados a distúrbios reprodutivos. Dentre as fases de produção, os animais que estão na fase prépuberal são os mais acometidos com carcinogenicidade, genotoxicidade, toxicidade reprodutiva, efeitos endócrinos e imunotoxicidade, as fêmeas em gestação apresentam redução da sobrevivência fetal, retenção ou ausência do leite, prolapso retal entre outros, já nos machos a Zearalenona pode restringir os níveis de testosterona, a espermatogênese e a libido (SOUTO *et al.*, 2017).

A temperatura ótima para a produção de Zearalenona está entre 12 a 14 °C. Além disso, as variações térmicas que ocorrem entre o dia e a noite também se tornam importantes à produção da Zearalenona. Assim, a temperatura é um dos fatores ambientais mais importantes para o crescimento de fungos, produção de toxinas e, conseqüentemente, contaminação de produtos por essas micotoxinas (PERALI *et al.*, 2016).

Adsorventes

Os adsorventes são aditivos que vêm sendo amplamente utilizados na nutrição animal, principalmente de aves e suínos que apresentam uma maior susceptibilidade à toxidez das micotoxinas, já os ruminantes são considerados animais mais resistentes quando comparados

aos monogástricos, devido à capacidade que a microbiota do rúmen tem de degradar e metabolizar algumas micotoxinas (JOUANY *et al.*, 2009).

Todos os gêneros de fungos e suas respectivas micotoxinas produzidas causam danos na produção, reprodução e na economia da produção animal, sendo assim, é necessário o uso de medidas eficazes para reduzir o efeito negativo dessas substâncias (CRUZ, 2017; SOUTO *et al.*, 2017; BRETAS, 2018). Os adsorventes são adicionados às rações contaminadas por micotoxinas objetivando a inativação das moléculas tóxicas ao animal, impedindo que estas sejam absorvidas e causem prejuízos zootécnicos (POZZO *et al.*, 2016).

Visando eliminar esses problemas, pode-se utilizar de algumas abordagens. Uma das estratégias mais econômica e comum para se reduzir a infecção por micotoxinas é considerada uma medida profilática, analisando de maneira minuciosa os grãos comprados para fornecer aos animais. Outro método a ser utilizado é por meio da adição de aditivos anti-micotoxinas ou adsorventes na alimentação animal, para evitar sua absorção no trato gastrointestinal, sendo esta considerada mais eficiente, porém, com um custo mais elevado (BRETAS, 2018).

Para que um adsorvente seja considerado eficiente, este necessita apresentar algumas características: deve destruir inativar ou eliminar a toxina, não produzir resíduos tóxicos ou carcinogênicos nos produtos finais ou em alimentos obtidos a partir de animais que se alimentaram de uma dieta detoxificada. Além disso, deve manter o valor nutritivo e a aceitabilidade do produto, com o objetivo de destruir todos os esporos e micélios fúngicos para que não possam, em condições favoráveis, proliferar e produzir novas micotoxinas (FREITAS *et al.*, 2012).

O adsorvente ou agente quelante é um material inerte sem nenhum princípio nutricional, que possui a capacidade de se aderir à superfície das micotoxinas presentes, causando a eliminação destas pelas excretas dos animais, não permitindo que as toxinas sejam absorvidas pelo organismo. Essas substâncias são consideradas como aditivos nas rações e agem através de redução dos efeitos deletérios no trato gastrointestinal provocados pelas micotoxinas (MOREIRA *et al.*, 2018).

Eles podem ser classificados como orgânicos e inorgânicos. Os que estão classificados como inorgânicos são provenientes do uso de argila na alimentação animal. As mais utilizadas são: a sepiolita, a aluminossilicato de sódio e de cálcio (bentonitas) e a diatomitos. Estas fontes estão sendo usadas expressivamente pelo seu caráter hidrofóbico, dessa maneira possuem uma ótima capacidade de se ligar a compostos orgânicos (BOCHIO *et al.*, 2017; BRETAS, 2018).

Os aditivos classificados de natureza inorgânica, que formam os adsorventes, possuem uma especificidade maior, sendo eles direcionados um para cada micotoxina, ou seja, aluminossilicatos hidratados de sódio (HSCAS), zeolitas, bentonitas, entre outros, podem adsorver somente micotoxinas específicas e, apesar de serem substâncias utilizadas por não apresentarem características nutricionais e serem baratas, apresentam uma baixa proteção contra micotoxinas (BOCHIO *et al.*, 2017).

Os considerados orgânicos são compostos como os derivados de leveduras, que vêm se tornando cada vez mais comuns na alimentação animal. Esses compostos possuem a capacidade de adsorver diversas micotoxinas. As leveduras, por sua vez, possuem em sua parede celular complexos de carboidratos, que expressam funções adsorptivas de certas micotoxinas (BOCHIO *et al.*, 2017; BRETAS, 2018). Dessa forma, a utilização das leveduras pode ser uma estratégia para minimizar os efeitos ocasionados por certos grupos de micotoxinas

presentes nas rações e sem apresentar efeitos negativos ao desempenho dos animais (RODRIGUES, 2018).

Além dessas duas formas, ainda existem estudos com a utilização de enzimas microbianas na alimentação animal com o objetivo de reduzir a presença de micotoxinas (CARÃO *et al.*, 2014). Ma *et al.* (2012) concluíram que a bactéria *Bacillus subtilis* retirada do intestino de peixes, teve a capacidade de inibir o dano induzido por aflatoxinas B1 (AFB1), isso através dos baixos efeitos tóxicos da micotoxina no fígado e rins, aumento da atividade de enzimas antioxidantes e melhora na síntese proteica hepática. Di Gregorio *et al.* (2017), analisando a viabilidade da inclusão de aluminossilicatos hidratados de sódio (HSCAS) como aditivo na dieta de suínos contaminada com aflatoxina, observaram que este, em inclusão de 0,5%, apresentou resultados positivos, aliviando os efeitos tóxicos dessa micotoxina nos parâmetros de peso corporal, ganho médio diário e ingestão de ração, comparado com os animais que receberam somente a dieta contaminada, sem a adição de HSCAS.

Dentre vários inibidores de micotoxinas apresentados na literatura, os principais são a combinação feita entre ácidos orgânicos, uma combinação de sais e ácidos orgânicos, e o sulfato cúprico, líquido ou sólido. Contudo, outras substâncias também são conhecidas como inibidoras, como a adição de ácido propiônico, de isobutirato de amônia, aminoácidos sulfurados, vitaminas e alguns antioxidantes, todavia, na classe de antioxidantes, deve-se tomar cuidado com o BHT, pois ele pode apresentar atividade carcinogênica (MALLMANN *et al.*, 2007).

São inúmeras as opções de adsorventes que podem ser incluídos nas dietas dos animais de produção, porém, cada um possui uma especificidade e uma especialidade que deve ser considerada no momento de escolha. Um fator crucial que deve ser investigado é a capacidade de ligação de um determinado agente adsorvente a micotoxinas e o quanto essa ração está contaminada, assim, será possível determinar um nível de inclusão ótimo (BRETAS, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa revisão expôs a grande concentração de toxinas na produção de grãos destinados à alimentação animal, além de analisar os problemas causados pelas principais micotoxinas à alimentação dos animais de produção, buscando de forma clara apresentar possíveis soluções para reduzir a presença dessas substâncias e diminuir seus efeitos deletérios na produção e economia rural, apresentando os adsorventes como uma alternativa viável a ser utilizada na alimentação animal, reduzindo, assim, o prejuízo e melhorando a resposta e a saúde dos animais.

REFERÊNCIAS

ABREU A.R.; ARMENDÁRIZ, C.R.; FERNÁNDEZ, A.J.G; HARDISSON DE LA TORRE A. La ocratoxina A en alimentos de consumo humano: revisión. *Nutrición Hospitalaria*, v.26, n.6, p.1215-26, 2011.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Disponível em URL: <http://www.anvisa.gov.br> [outubro de 2020].

ANZAI, N.; JUTABHA, P.; ENDOU, H. 2010. Molecular mechanism of ochratoxin a transport in the kidney. *Toxins (Basel)*, v.2, n.6, p.1381-98, 2010.

BRETAS, A.A. Inclusão de adsorventes de micotoxinas para leitões. *Revista CES Medicina Veterinário Y Zootecnia*, v.13, n.1, p.80-95, 2018.

CRUZ, R.A.S. Cardiomiopatia dilatada em suínos no Brasil. 2017. 63p. (Tese de Doutorado em Ciências Agrárias). Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária. Porto Alegre, 2017.

DIAS, A.S. Micotoxinas em produtos de origem animal. *Revista Científica de Medicina Veterinária Revista Eletrônica*, n.30, 2018. Disponível em URL: <http://faef.revista.inf.br> [junho de 2021]

FREIRE, F.C.O.; VIEIRA, I.G.P.; GUEDES, M.I.F. MENDES, F.N.P. Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal. 1ª ed., Embrapa Agroindustrial Tropical. Documentos, 2007. 48p.

GONÇALEZ, E.; FELICIO, J.D.; PINTO, M.M.; ROSSI, M.H.; NOGUEIRA, J.H.C.; MANGINELLI, S. Ocorrência de aflatoxina M1 em leite comercializado em alguns municípios dos estados de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.72, n.4, p.435-438, 2005.

HOPE, J.H.; HOPE, B.E. A review of the diagnosis and treatment of Ochratoxin A inhalational exposure associated with human illness and kidney disease including focal segmental glomerulosclerosis. *Journal of Environmental and Public Health*. v.2012, ID.835059, p.1-10, 2012.

KRÜGER, C.D.; SABREIRO, L.G.; TORTELLY, R.; FERNANDES, A.M.; ROSA, C.A.R. Níveis séricos de ocratoxina A e lesões em suínos no Rio de Janeiro, Brasil. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*, v.37, n.3, p.198- 202, 2015.

KUIPER-GOODMAN, T., SCOTT, P.M., WATANABE, H., Risk assessment of the mycotoxin zearalenone. *Regul Toxicol Pharmacol*, v.7, p.253-306, 1987.

MALEKINEJAD, H., MAAS-BAKKER, R., FINK-GREMMELS, J. Species differences in the hepatic biotransformation of zearalenone. *Veterinary Journal*, v.172, p.96-102, 2006.

MALLMANN, C.A.; DILKIN, P. Micotoxinas e micotoxicoses em suínos. 1ª ed., Santa Maria: Sociedade Vicente Pallotti, 2007. 238p.

MARIN, D.E.; TARANU, I.; PASCALE, F.; LIONIDE, A.; BURLACU, R.; BAILLY, J.D.; OSWALD, I.P. Sexrelated differences in the immune response of weanling piglets exposed to low doses of fumonisin extract. *British Journal of Nutrition*, v.95, n.5, p.1185–1192, 2006.

MAZIERO, M.T.; BERSOT, L.D. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.12, n.1, p.89-99, 2010.

MOREIRA, A.C; FERREIRA, S.V.; CARDOSO, R.E.; SILVA, H.M.F.; RIBEIRO, F.M. Micotoxinas em alimentos para não ruminantes e o uso de adsorventes. *Nutritime Revista Eletrônica*, v.15, n.2, p.8122-8131, 2018.

MURPHY, P.A.; HENDRICH, S.; LANDGREN, C.; BRYANT, C.M. Food Mycotoxins: An Update. *Journal of Food Science*, v.1, n.5, p.51-65, 2006.

OLINDA, R.G.; LIMA, J.M.; LUCENA, R.; VALE, A.M.; BATISTA, J.S.; BARROS, C.S.; RIET-CORREA, F.; DANTAS, A.F.M. Aflatoxicose aguda em suínos no Nordeste do Brasil. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.44, n.1, p.124, 2016.

PERALI, C. Avaliação do desempenho da parede celular de leveduras como aditivo anti-micotoxinas na intoxicação experimental por aflatoxina, zearalenona ou fumonisina. 2016. 65p. (Tese de Doutorado em Ciências Agrárias). Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e inovação em Agropecuária da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2016.

POZZO, M.D.; VAGAS, J.; KOZLOKI, V.; STEFANELLO, C.M.; SILVEIRA, A.M.; BAYER, C.; SANTURIO, J.M. Impacto dos adsorventes de micotoxinas β -glucana ou montmorilonita sobre a fermentação ruminal de bovinos in vitro. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.44, n.1342, p.1-6, 2016.

RODRIGUES, A.M.D. Capacidade probiótica e adsorvente de aflatoxina B₁ por leveduras isoladas de viveiros de piscicultura. 2018. 103p. (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018.

SANTOS, A.L.; BANDO, E.; JUNIOR-MANCHINSKI, M. Ocorrência de aflatoxinas M₁ em leite bovino comercializado no estado do Paraná, Brasil. *Revista Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.35, n.1, p.371-374, 2014.

SANTURIO, J.M. Micotoxinas e Micotoxicoses na Avicultura. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.2, n.1, p.01-12, 2000.

SAVI, G.D. Estratégias de prevenção e de descontaminação de fungos toxigênicos e micotoxinas em alimentos. In: *Conhecimento, conservação e uso de fungos*. OLIVEIRA, L.A.; JESUS, M.A.; JACKISCH MATSUURA, A.B.; OLIVEIR, J.G.S.; GASPAROTTO, L.; LIMANETO, R.G. ROCHA, L.C. Manaus: Editora INPA, p.11-20, 2019.

SÁVIO, P.O.L.O. Viabilidade do uso de adsorventes de micotoxinas na terminação de cordeiros texel em confinamento. 2018. 50p. (Dissertação de Mestrado em Ciências Agrárias, Saúde e Produção de Ruminantes). Medicina Veterinária da UNOPAR, Saúde e Produção de Ruminantes, Araçatuba, 2018.

SCUSSEL VM. *Micotoxinas em alimentos*. Florianópolis: Insular; 1998. 144p.

SHEPHARD, G.S. Impact of mycotoxins on human health in developing countries. *Food Additives & Contaminants*, v.25, n.2, p.46-151, 2008.

SOUTO, P.C.M.C.; AUGUSTO, L.; DI-GREGORIO, M.C. OLIVEIRA, C.A.F. Principais micotoxicoses em suínos. *Veterinária e Zootecnia*, v.24, n.3, p.480-494, 2017.

Ciência Animal, v.31, n.4, p.82-91, 2021.

TORRES, C.C.M.; SILVA, D.C.C. Ocratoxinas y su potencial nefrotóxico. Revista de nefrología, diálisis y transplante, v.39, n.1, p.73-81, 2019.

VAN DER MERWE, K.J.; STEYNE, P.S.; FOURIE, L.F.; SCOTT, D.B.; THERON, J.J. Ochratoxin A, a toxic metabolite produced by *Aspergillus ochraceus* Wilh. Nature, v.205, p.1112-1113, 1965.

YIANNIKOURIS, A.; JOUANY, J.-P. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: a review. Animal Research, v.51, p.81-99, 2002.