

FUNGOS CAUSADORES DE MICOTOXICOSES EM SUÍNOS: revisão de literatura

Swine mycotoxicosis-causing fungi: literature review

Beatriz Reinert Péricas¹; Andressa Luz de Avila¹; Camila Elen Correia¹; Poliana Bagio¹; Kellen Catarine Haskel¹; Aline Cantú Germano¹; Keila Zaniboni Siqueira Batista²

*Autor Correspondente: Beatriz Reinert Péricas, Rua Waldemar Medeiros, 64, Victor Konder. Blumenau, SC, Brasil. CEP: 89012-520.
Email: beatrizrpericas@gmail.com

Como citar: PÉRICAS, B. R. *et al.* Fungos causadores de micotoxicozes em suínos: revisão de literatura. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo, v. 19, n. 1, 2021, e38141, DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v19i1.38141>.

Cite as: PÉRICAS, B. R. *et al.* Swine mycotoxicosis-causing fungi: literature review. **Journal of Continuing Education in Veterinary Medicine and Animal Science of CRMV-SP**, São Paulo, v. 19, n. 1, 2021, e38141, DOI: <https://doi.org/10.36440/recmvz.v19i1.38141>.

Resumo

A suinocultura apresenta grande importância econômica no Brasil, que, na atualidade, detém a posição de quarto maior produtor de carne suína no mundo. O clima subtropical do País favorece o desenvolvimento de fungos e suas micotoxinas nos cereais que servem de alimento e matéria-prima para a ração de suínos. Entre as principais micotoxinas que afetam os suínos as aflatoxinas, ocratoxinas e fusariotoxinas, produzidas, respectivamente, por fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, são as mais frequentes. O presente trabalho foi delineado para analisar os agentes etiológicos das micotoxicozes em suínos, destacando as suas características morfológicas, condições favoráveis de crescimento e formas de prevenção e controle da contaminação dos grãos. A metodologia adotada foi uma busca integrativa em bases bibliográficas como Scielo, Pubmed e Portal Capes. A identificação e conhecimento aprofundado destes fungos patogênicos leva ao melhor desenvolvimento de pesquisas voltadas à prevenção e controle, redução de perdas econômicas e manutenção da saúde animal.

Palavras-chave: Suínos. Doenças dos Animais. Intoxicação Alimentar Fúngica. Micologia.

Abstract

Swine production has great economic importance in Brazil, which nowadays is the fourth largest producer of pork meat in the world. The country's subtropical climate favors the development of fungi and their mycotoxins in cereals used as supply and raw material for swine nutrition. Among the main mycotoxins that affect pigs, the main are aflatoxins, ochratoxins and fusariotoxins, produced, respectively by fungi of genera *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium*. Therefore, the present paper was performed to analyze the etiological agents of mycotoxicosis in pigs, highlighting the morphological

1 Discente, Universidade Regional de Blumenau (Furb), Departamento de Medicina Veterinária, Blumenau, SC, Brasil

2 Docente, Universidade Regional de Blumenau (Furb), Departamento de Ciências Naturais, Blumenau, SC, Brasil



characteristics, favorable growth conditions and ways of preventing and controlling contamination of grains. The methodology applied was a review on bibliographic bases such as Scielo, Pubmed and Portal Capes. The identification and knowledge about these pathogenic fungi will leads to better development of research aimed at prevention and control, reduction of economic losses and maintenance of animal health.

Keywords: Swine. Animal Diseases. Mycotoxicosis. Mycology.

Introdução

A suinocultura possui grande importância no Brasil, atendendo tanto o mercado nacional quanto o internacional. De fato, na atualidade, o País é o quarto no *ranking* mundial de produção de carne suína e o quinto maior consumidor, sendo o estado de Santa Catarina o principal produtor (BRASIL, 2019). O clima subtropical do País favorece o desenvolvimento de fungos e micotoxinas em cereais, podendo gerar prejuízos ao setor (FREITAS *et al.*, 2012).

A presença de fungos nos grãos utilizados para a produção de rações determina a redução do seu valor nutricional e a sua palatabilidade. Ao produzir micotoxinas, esses fungos podem originar as micotoxicoses, levando à queda na produtividade e saúde dos suínos e perda dos grãos produzidos (DI CASTRO *et al.* 2015; OLIVER *et al.*, 2020). Os principais produtores das micotoxinas que prejudicam os suínos são os fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (FREITAS *et al.*, 2012).

A presente revisão descreve os principais gêneros de fungos causadores de micotoxicoses que afetam a suinocultura, destacando as suas características morfológicas, condições favoráveis de crescimento e formas de prevenção e controle da contaminação dos grãos.

Fungos produtores de micotoxinas

Os fungos são micro-organismos eucarióticos, multicelulares, aeróbicos ou fermentadores facultativos. Os fungos filamentosos produzem micotoxinas resultantes de metabolismo secundário (DI CASTRO *et al.*, 2015; DANTAS, 2013). Em destaque estão as aflatoxinas, ocratoxinas e fusariotoxinas, representando as micotoxinas de maior importância na suinocultura (FREITAS *et al.*, 2012; SOUTO *et al.*, 2017).

Os responsáveis pela produção destas micotoxinas são classificados como fungos do campo, incluindo o gênero *Fusarium*, ou fungos de armazenamento, abrangendo os gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, de acordo com seus hábitos de crescimento (BENTO *et al.*, 2012; CARDOSO FILHO *et al.*, 2011; LIMA, 2015).

Aspergillus spp.

Pertencente à família *Trichocomaceae*, os fungos do gênero *Aspergillus* têm uma ampla distribuição, principalmente no solo e nas plantas, com abundância em regiões de clima tropical e subtropical, contaminando principalmente cereais como milho, trigo e sorgo (CARDOSO FILHO *et al.*, 2011; LIMA, 2015; POESTER *et al.*, 2015).

Os fungos do gênero *Aspergillus* caracterizam-se morfológicamente como fungos filamentosos, com hifas septadas e ramos que se diferenciam nas estruturas reprodutivas e dão origem aos conídios (POESTER *et al.*, 2015). Possuem formação de conidióforos de estipes grandes e largos, além de vesícula esférica na extremidade e suas colônias podem apresentar diversas cores, em tons de verde, amarelo, cinza, marrom, preto e branco (KATSURAYAMA; TANIWAKI, 2017; LIMA, 2015).

As principais micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Aspergillus* incluem as aflatoxinas e as ocratoxinas. As aflatoxinas são produzidas pelas espécies *A. flavus* e *A. parasiticus*, fungos de coloração verde, com preferência por alta umidade e temperatura (BENTO *et al.*, 2012; BRETAS, 2018; MONTEIRO, 2012). A espécie *A. flavus* possui colônias verdes-amareladas, com vesículas e conídios globosos a subglobosos, de cor verde-pálida e finamente enrugados (KATSURAYAMA; TANIWAKI, 2017).

As ocratoxinas, com destaque à ocratoxina A, são produzidas principalmente pelas espécies *A. ochraceus*, *A. carbonarius* e *A. niger* (IAMANAKA; OLIVEIRA; TANIWAKI, 2010). A espécie *A. ochraceus* possui ótimo crescimento na faixa de temperatura situada entre 8 e 37°C; *A. carbonarius* entre 32 e 35°C; e *A. niger* entre 8 e 47°C (BRETAS, 2018).

As aflatoxinas, produzidas pelas espécies *A. flavus* e *A. parasiticus*, acometem principalmente o fígado e são responsáveis por transtornos de maior gravidade à saúde dos suínos do que as outras micotoxinas (DI CASTRO *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2016). As ocratoxinas, produzidas pelas espécies *A. ochraceus*, *A. carbonarius* e *A. niger*, atingem principalmente os rins, além de apresentarem propriedades teratogênicas e imunossupressoras que podem ocorrer naturalmente nos tecidos do animal (KRÜGER, 2010; FREITAS *et al.*, 2012; DI CASTRO *et al.*, 2015; OLIVER *et al.*, 2020).

Apesar das aflatoxinas apresentarem efeitos teratogênicos, o aborto não é esperado em aflatoxicoses. Tem sido sugerido que as aflatoxinas podem prejudicar o desenvolvimento embrionário inicial dos suínos determinando o estresse oxidativo, induzindo dano ao DNA e interrompendo o processo de reparo destes danos, enquanto induzem a apoptose e autofagia (TASSIS, 2020). Além disso, tanto as aflatoxinas quanto as ocratoxinas podem reduzir o desempenho reprodutivo e a produção de leite nos suínos afetados (JOBIM; GONÇALVES; SANTOS, 2001).

Penicillium spp.

O gênero *Penicillium* pertence à família *Trichocomanaceae*, juntamente ao gênero *Aspergillus*. Em sua maioria, são fungos saprófitas oportunistas, adaptados a diversas condições físico-químicas e são organismos pouco exigentes nutricionalmente. Os teores de umidade favoráveis a suas proliferações situam-se entre 13% a 18% (MONTEIRO, 2012; LIMA, 2015; BENTO *et al.*, 2012).

Quanto à morfologia, o gênero *Penicillium* possui uma estrutura característica denominada penicillus, que se forma a partir dos conídios produzidos em cadeia pelas fiáldes. O gênero possui padrões de ramificação de conidióforos que podem ser monoverticilados, biverticilados, terverticilados ou quaterverticilados, auxiliando na sua identificação (LIMA, 2015).

Os fungos do gênero *Penicillium* possuem condições ideais para produção de ocratoxinas em temperatura entre 20 e 30°C, atividade de água até 0,8 e pH ótimo entre 6,0 e 7,0 (BRETAS, 2018). Essa micotoxina é produzida principalmente pela espécie *P. verrucosum*, que cresce em cereais e pode contaminar a ração dos suínos, e pela espécie *P. nordicum*, rotineiramente encontrada em carnes e produtos derivados, como a carne moída e o hambúrguer, devido à sua adaptação a proteína e alimentos ricos em NaCl (ALMEIDA, 2015; CARDOSO FILHO *et al.*, 2011; CEBRIÁN *et al.*, 2019).

Dentre a variedade de micotoxinas produzidas por espécies do gênero *Penicillium*, a ocratoxina A é a que ocasiona mais danos a suinocultura (CARDOSO FILHO *et al.*, 2011). Possuem efeito cumulativo e afetam principalmente os rins, podendo levar à alteração na filtração glomerular e prejudicar a função dos túbulos contornados proximais, que determina a falência renal. Os sinais clínicos de suínos intoxicados pelas ocratoxinas são a redução da ingestão de alimentos e do ganho de peso, o que pode ocasionar um significativo impacto econômico na exploração (BRETAS, 2018; KRÜGER, 2010; DI CASTRO *et al.*, 2015; OLIVER *et al.*, 2020).

Em relação à reprodução de suínos, a ocratoxina A pode induzir efeitos tóxicos teratogênicos, embriotóxicos e genotóxicos, prejudicando a maturação de oócitos *in vitro*. Entretanto, os maiores problemas desta micotoxina para estes animais são os relacionados aos danos renais (TASSIS, 2020).

Fusarium spp.

Fungos do gênero *Fusarium* são amplamente distribuídos pelo mundo, apresentando variabilidade de espécies, distribuição e hospedeiros em regiões temperadas e tropicais (WALKER *et al.*, 2016). Se desenvolvem em temperatura entre 25 e 35°C, com umidade elevada e podem se disseminar por meio de chuvas e ventos. Estes fungos invadem grãos durante o amadurecimento, com destaque para amendoim, milho, feijão e trigo (BENTO *et al.*, 2012; BRETAS, 2018; PRESTES *et al.*, 2019).

O gênero *Fusarium* é caracterizado morfológicamente pela presença de microconídios em longas cadeias, produzidos a partir de monofialides, e pela ausência de clamidósporos (WALKER *et al.*, 2016). Esses fungos podem produzir as fusariotoxinas, micotoxinas representadas particularmente pela fumonisina, zearalenona e tricotecenos, no período anterior à colheita dos grãos destinados à alimentação da espécie suína. Contudo, após a colheita, também são registrados casos em que a secagem do produto não foi realizada corretamente ou houve elevada umidade no seu armazenamento (BRETAS, 2018; SOUTO *et al.*, 2017).

As fumonisinas são produzidas principalmente pelas espécies *F. verticillioides* e *F. proliferatum*; enquanto a zearalenona é produzida principalmente pela espécie *F. graminearum*; e os tricotecenos pelas espécies *F. graminearum* e *F. tricinctum* (KRÜGER, 2010; DI CASTRO *et al.*, 2015). A espécie *F. verticillioides* é uma das mais prevalentes na contaminação de milho no mundo e a *F. graminearum* pode ser encontrada no milho, aveia, trigo, arroz e na soja (SOUTO *et al.*, 2017).

As micotoxicoses de suínos derivadas do gênero *Fusarium spp.* podem acometer diferentes órgãos. Dentre as fusariotoxinas, os tricotecenos danificam o trato digestório, as fumonisinas atingem o pulmão e a zearalenona afeta o sistema reprodutor gerando efeitos maléficos à saúde, bem-estar e produtividade dos animais (FREITAS *et al.*, 2012).

As fusariotoxinas possuem efeitos negativos à esfera reprodutiva dos suínos. Dos tricotecenos, o desoxinivalenol (DON) pode comprometer a maturação de oócitos e o desenvolvimento embrionário, inibir a produção de progesterona e estradiol, além de afetar diretamente o feto, por atravessar a placenta, e causar alterações na produção de leite. Em marrãs pré-púberes há maior sensibilidade ao DON que à zearalenona (ZEN) em comparação às porcas em gestação. A toxina T-2 também pode causar alterações nos órgãos reprodutivos (TASSIS, 2020; KANORA; MAES, 2009; JOBIM; GONÇALVES; SANTOS, 2001).

As fumonisinas, em especial a fumonisina B, podem causar atraso na maturidade sexual e alterações na funcionalidade reprodutiva. A fumonisina B1 pode inibir a proliferação de células granulosas e estimular a produção de progesterona, sem efeitos na produção de estradiol, e ainda comprometer o crescimento do folículo e sobrevivência do oócito. Além disso, pode induzir a abortamentos, registrados entre um a quatro dias após intoxicação aguda, por anoxia fetal devido à edema pulmonar grave (TASSIS, 2020).

A zearalenona apresenta ação estrogênica e pode causar a síndrome estrogênica, levando à edema e hiperemia da vulva, prolapso vaginal, atrofia testicular, aumento de mamilos, que pode acarretar interferência na maturação do oócito, na espermatogênese e na proliferação de células granulosas. Pode haver retorno ao estro mais rapidamente, além de abortamento, mortalidade embrionária e *spray-leg* em recém-nascidos. Em casos de intoxicação severa, natimortalidade e mortalidade neonatal estão relacionados. Além disso, em suínos jovens, causa redução da libido e atrofia testicular (TASSIS, 2020; KANORA; MAES, 2009; JOBIM; GONÇALVES; SANTOS, 2001; SANTURIO, 2010; YAN *et al.*, 2018).

Diagnóstico das micotoxicoses

A detecção de micotoxinas pode ser realizada com o emprego de métodos analíticos efetuados em rações e nos produtos finais, que permitem a sua identificação e quantificação, tais como imunoenaios e métodos cromatográficos. Para a triagem da identificação dos antígenos, destaca-se o emprego do método imunoenzimático ELISA, que é comercializado em kits de uso laboratorial ou a campo (OLIVER *et al.*, 2020).

Os métodos confirmatórios para a detecção de micotoxinas incluem a cromatografia em camada delgada (CCD), cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e cromatografia gasosa (CG). Na CCD, as micotoxinas são analisadas qualitativamente ou semiquantitativamente, enquanto a CLAE é utilizada para micotoxinas de fluorescência natural e a CG para compostos voláteis e de temperatura estável, esta última a exemplo das toxinas produzidas pelo gênero *Fusarium* (OLIVER *et al.*, 2020).

O diagnóstico das micotoxicoses diretamente na espécie suína viva, apoia-se na observação dos sinais clínicos dos animais intoxicados juntamente com a análise de dados ambientais referentes à colheita e ao armazenamento dos cereais destinados à alimentação destes animais (FREITAS, 2012). O diagnóstico de fumonisina, considerado como de fácil execução, baseia-se nas observações de lesões e análises das rações (DI CASTRO, 2015).

Controle e prevenção da contaminação fúngica em grãos

A prevenção do crescimento fúngico é a melhor alternativa para evitar e controlar a contaminação de micotoxinas nos grãos e rações. Dessa forma, medidas preventivas devem ser adotadas, por meio de boas práticas de produção, transporte e armazenamento, a fim de controlar as micotoxicoses (SANTURIO, 2010).

Algumas das estratégias que podem ser utilizadas para evitar a contaminação fúngica e produção de micotoxinas incluem a seleção de genótipo de plantas resistentes à colonização fúngica; controle e prevenção das infestações causadas por insetos, lagartas e outras pragas; redução da umidade dos grãos; controle de temperatura; além do uso de inibidores de crescimento fúngico em grãos armazenados (SANTURIO, 2010). Apesar das medidas de prevenção e controle não excluírem totalmente a contaminação dos grãos, quando elas são corretamente aplicadas há uma significativa redução no nível de produção de micotoxinas (TEIXEIRA, 2010).

Como controle, torna-se importante a utilização de adsorventes na ração destinada aos suínos, que evitam a absorção das micotoxinas pelos animais e garantem a sua eliminação fecal. Os adsorventes são materiais inertes que se fixam na superfície da micotoxina e evitam a sua absorção no trato gastrointestinal, podendo ser de origem inorgânica ou orgânica. Os adsorventes inorgânicos, apesar de menos custosos, apresentam baixa proteção contra micotoxinas, enquanto os orgânicos, extraídos de leveduras, possuem maior efetividade (BRETAS, 2018; DAMMSKI, 2014).

Dos adsorventes inorgânicos, destacam-se as categorias dos filossilicatos (argilas) e dos tectossilicatos (minerais), que incluem os aluminossilicatos (composto de alumínio, silício e oxigênio), hidratados de sódio (HSCAS), zeolitas, bentonitas, sílicas e carvão ativado. Pelo custo baixo, são os que mais têm sido incluídos na dieta de suínos, entretanto não são biodegradáveis e podem apresentar desvantagens no descarte (DAMMSKI, 2014).

Os adsorventes orgânicos são fontes vegetais de fibras a base de carbono ou substâncias extraídas de leveduras, a exemplo de casca de aveia, farelo de trigo, celulose, pectina e extratos de parede celular. São compostos biodegradáveis, de baixa inclusão e grande superfície (BRETAS, 2018). Além disso, as argilas naturais podem ser utilizadas especificamente contra aflatoxinas e zearalenona (SANTURIO, 2010).

Considerações finais

Com clima tropical, o Brasil é mais vulnerável aos fungos toxigênicos, ou seja, é um ambiente propício para a replicação de tais micro-organismos. Apesar dos esforços atualmente adotados para aprimorar o controle e prevenção do crescimento fúngico e produção de micotoxinas, ainda há dificuldades na sua eliminação completa e, para tanto, torna-se imprescindível a adoção de medidas corretivas, que incluem o emprego de adsorventes nas rações. Assim, o conhecimento acerca dos principais gêneros de fungos produtores de micotoxinas é essencial para proporcionar uma melhor observação e estudo quanto às formas de prevenção e controle da contaminação de cereais.

A contaminação por micotoxinas em rações e grãos utilizados como alimento para os suínos pode desencadear perdas significativas ao suinocultor. Destacam-se os prejuízos econômicos, com a perda de insumos para alimentação, além de impactos ao sistema reprodutor destes animais, que reduzem a sua produtividade e causam sofrimento, interferindo em seu bem-estar.

Dessa forma, com base nas características e nas necessidades para o crescimento fúngico, devem ser adotadas práticas agrícolas que controlem esses contaminantes ao longo da cadeia produtiva, com boas técnicas de monitoramento. Ressalta-se ainda que medidas de prevenção de intoxicações por micotoxinas em suínos são essenciais para a manutenção da qualidade da carne e da saúde do animal, responsáveis diretamente pelo lucro dos produtores e, em maior escala, para a economia do País. &

Referências

- ALMEIDA, A. B. de. **Estratégias de controle e identificação de fungos produtores de ocratoxina A**. 2015. Tese (Doutorado em Microbiologia, Parasitologia e Patologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/47298/R%20-%20T%20-%20ANGELA%20BOZZA%20DE%20ALMEIDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 1 fev. 2021.
- BENTO, L. F. *et al.* Ocorrência de fungos e aflatoxinas em grãos de milho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, [s.l.], v. 71, n. 1, 2012. Disponível em: http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000100006&lng=pt. Acesso em: 1 fev. 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/brasil>. Acesso em: 30 nov. 2020.
- BRETAS, A. A. Inclusión of mycotoxin adsorbents for piglets. **Ces Medicina Veterinaria y Zootecnia**, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 80-95, abr. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.6>. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/cmzv/v13n1/1900-9607-cmvz-13-01-80.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.
- CARDOSO FILHO, F. C. *et al.* Ocorrência de *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.* e aflatoxinas em amostras de farinha de milho utilizadas no consumo humano, Piauí, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 78, n. 3, p. 443-447, jul./set. 2011. Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v78_3/cardoso.pdf. Acesso em: 1 fev. 2021.
- CEBRIÁN, E. *et al.* Efficacy of the combined protective cultures of *Penicillium chrysogenum* and *Debaryomyces hansenii* for the control of ochratoxin A hazard in dry-cured ham. **Toxins**, [s.l.], v. 11, n. 12, p. 710-723, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins11120710>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- DAMMSKI, A. P. **Principais micotoxinas e adsorventes na nutrição animal**. 2014. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://www.agrarias.ufpr.br/portal/zootecnia/wp-content/uploads/sites/13/2016/10/50.pdf>. Acesso em: 2 maio 2021.

- DANTAS, T. B. **Atividade antifúngica *in vitro* de timol sobre cepas do gênero *Penicillium***. 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/6812/1/arquivototal.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2021.
- DI CASTRO, I. C. *et al.* Micotoxinas na produção de suínos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, [s.l.], v. 110, n. 593-594, p. 6-13, 2015. Disponível em: http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/PDF/pdf6_2015/6-13.pdf. Acesso em: 30 nov. 2020.
- FREITAS, B. V. *et al.* Micotoxinoses em suínos: revisão. **Engormix**. Micotoxinas, [s.l.], ago. 2012. Disponível em: <https://pt.engormix.com/micotoxinas/artigos/micotoxinoses-suino-micotoxinas-t37834.htm>. Acesso em: 30 nov. 2020.
- IAMANAKA B. T.; OLIVEIRA I. S.; TANIWAKI M. H. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 7, p. 138-161, 2010. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/128>. Acesso em: 1 fev. 2021.
- JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T. Qualidade sanitária de grãos e de forragens conservadas “versus” desempenho animal e qualidade de seus produtos. *In*: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001. p. 242-261. Disponível em: <https://pt.engormix.com/pecuaria-corte/artigos/qualidade-sanitaria-graos-forragens-t37338.htm>. Acesso em: 2 maio 2021.
- KANORA, A.; MAES, D. The role of mycotoxins in pig reproduction: a review. **Veterinari Medicina**, [s.l.], v. 54, n. 12, p. 565-576, 2009. DOI: <https://doi.org/10.17221/156/2009-VETMED>.
- KATSURAYAMA, A. M.; TANIWAKI, M. H. Fungos e aflatoxinas no arroz: ocorrência e significado na saúde do consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s.l.], v. 20, e2017006, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.0617>.
- KRÜGER, C. D. **Estudo da ocratoxina em soro sanguíneo de suínos confinados em diferentes estados brasileiros**. 2010. 94 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010. Disponível em: <https://tede.ufrjr.br/jspui/bitstream/jspui/1153/2/2010%20-%20Cesar%20Daniel%20Kruger.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.
- LIMA, B. G. V. *et al.* Micotoxinas em suínos: cartilha. **Publicação PETVet**, [s.l.], ano 3, n. 6, 2016. Disponível em: <https://petvet.ufra.edu.br/images/cartilhapetvet2016.3.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2020.
- LIMA, D. P. **Avaliação do uso do sistema de código de barras de DNA para identificação de fungos potencialmente micotoxigênicos isolados de milho e derivados**. 2015. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Fundação Oswaldo Cruz, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/23661/2/Daniela%20Peralva%20Lima_%20Disserta%3a7%3a3o%20-%20D_197.pdf. Acesso em: 1 fev. 2021.
- MONTEIRO, M. C. P. **Identificação de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em solos preservados do cerrado**. 2012. 76 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/706/1/DISSERTA%3%87%3%830_Identifica%3%A7%3%A3o%20de%20fungos%20dos%20g%3AAneros%20Aspergillus%20e%20Penicillium%20em%20solos%20preservados%20do%20cerrado.pdf. Acesso em: 23 nov. 2020.
- OLIVER, M. E. C *et al.* Micotoxinas e micotoxinoses na suinocultura: revisão de literatura. **Nutri-Time Revista Eletrônica**, [s.l.], v. 17, n. 2, p. 8709-8716, mar./abr. 2020. Disponível em: <https://www.nutritime.com.br/site/wp-content/uploads/2020/03/Artigo-514.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

- POESTER, V. R. *et al.* Isolamento e identificação de fungos do gênero *Aspergillus spp.* de água utilizada na reabilitação de pinguins de Magalhães. **Ciência Animal Brasileira**, [s.l.], v. 16, n. 4, p. 567-573, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v16i428509>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/vQDJtTFNyVzKGxzC7C4w4VQ/?lang=pt>. Acesso em: 23 nov. 2020.
- PRESTES, I. *et al.* Fungi and mycotoxins in corn grains and their consequences. **Scientia Agropecuaria**, [s.l.], v. 10, n. 4, p. 559-570, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.13>.
- SANTURIO, J. M. Micotoxicoses nos suínos. **Suínos & Cia**, [s.l.], ano 6, n. 35, p. 12-21, 2010. Disponível em: http://www.consuitec.com.br/sgc/fotos/Micotoxicoses_nos_Suinos_Edicao35.pdf. Acesso em: 13 nov. 2020.
- SOUTO, P. C. M. C. *et al.* Principais micotoxicoses em suínos. **Veterinária e Zootecnia**, [s.l.], v. 24, n. 3, p. 480-494, 2017. DOI: <https://doi.org/10.35172/rvz.2017.v24.286>.
- TASSIS, P. The effects of mycotoxins on swine reproduction. **Issuu**, [s.l.], p. 1-19, mar. 2020. Disponível em: https://issuu.com/grupoagrinews/docs/micotox-porcino_en. Acesso em: 2 mai. 2021.
- TEIXEIRA, L. C. **Efeitos da zearalenona em leitões pré-púberes e eficácia de aditivo antimicotoxina na prevenção da micotoxicose**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/23966/Leticia%20Candida%20Teixeira.Dissertacao%20de%20mestrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 nov. 2020.
- WALKER, C. *et al.* Caracterização morfológica, molecular e patogenicidade de *Fusarium acuminatum* e *Fusarium verticillioides* A *Cordia americana*. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 26, n. 2, p. 463-473, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509822747>.
- YAN, Z. *et al.* A QuEChERS-based liquid chromatography-tandem mass spectrometry method for the simultaneous determination of nine zearalenone-like mycotoxins in pigs. **Toxins**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 1-14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins10030129>.

Recebido: 17 de março de 2021. Aprovado: 31 de maio de 2021.