



CES Medicina Veterinaria y Zootecnia

ISSN: 1900-9607

Universidad CES

Bretas, Anilce de Araújo  
Inclusão de adsorventes de micotoxinas para leitões  
CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, vol. 13, núm. 1, 2018, Janeiro-Abril, pp. 80-95  
Universidad CES

DOI: <https://doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.6>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321457137007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em [redalyc.org](http://redalyc.org)

UNEM [redalyc.org](http://redalyc.org)

Sistema de Informação Científica Redalyc  
Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal  
Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa  
acesso aberto

## Artículo de revisión

**Inclusión of mycotoxin adsorbents for piglets***Inclusão de adsorventes de micotoxinas para leitões**Inclusión de adsorbentes de micotoxinas para lechones*Anilce de Araújo Bretas<sup>1\*</sup>, ✉Dout**Fecha correspondencia:**

Recibido: 6 de septiembre de 2017.

Aceptado: 16 de febrero de 2018.

**Forma de citar:**

De Araújo Bretas A. Inclusão de adsorventes de micotoxinas para leitões.

Rev. CES Med. Zootec. 2018; Vol 13 (1): 80-95.

[Open access](#)[© Copyright](#)[Creative commons](#)[Ethics of publications](#)[Peer review](#)[Open Journal System](#)DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.13.1.6)[cesmvz.13.1.6](#)

ISSN 1900-9607

**Filiación:**

<sup>1</sup> Linha de pesquisa Nutrição, Departamento de Medicina Veterinária, Centro Universitário Barriga Verde, Unibave. Rua Pe. João Leonir Dall'Alba, 601, Orleans, Santa Catarina. Brasil.

Comparte

**Abstract**

Brazil has a climate that favors the development of fungi, however it is known that these cause changes in grain quality affecting animal production and consequently swine farming. Strategies are needed such as planting preventions, as well as strategic decision-making to minimize the problems caused by mycotoxins in feed production. Mycotoxins are toxic substances resulting from the metabolism of various fungi found in the environment. In addition to impairing the immunity of pigs at different ages, they facilitate the emergence of diseases and consequently reduce the weight gain of the animals, especially the piglets causing an increase in mortality in the maternity or nursery. This bibliographic review aimed to compile information on recent inclusions of mycotoxin adsorbents efficiently used in piglet diets without compromising on meat quality and zoo-technical parameters.

**keywords:** *antimycotoxins, carcass, performance, swine.***Resumo**

O Brasil tem um clima que favorece o desenvolvimento de fungos, entretanto é sabido que estes causam alterações na qualidade dos grãos afetando a produção animal e consequentemente a suinocultura. Estratégias são necessárias como as prevenções no plantio, além de tomadas de decisões para minimizar os problemas causados pelas micotoxinas na fabricação da ração. As micotoxinas são substâncias tóxicas resultantes do metabolismo de diversos fungos encontrados no meio ambiente. Além de prejudicarem a imunidade dos suínos em diversas idades, facilitam o surgimento de doenças e consequentemente reduzem o ganho de peso dos animais, principalmente dos leitões causando mortalidade na maternidade ou na creche. Esta revisão bibliográfica teve como objetivo compilar informações sobre recentes inclusões de adsorventes de micotoxinas utilizados eficientemente nas dietas de leitões sem comprometimento na qualidade da carne e nos parâmetros zootécnicos.

**Palavras-chave:** *antimicotoxinas, carcaça, desempenho, suínos.***Resumen**

Brasil tiene un clima que favorece el desarrollo de hongos, sin embargo es sabido que estos causan alteraciones en la calidad de los granos afectando la producción animal y consecuentemente la porcicultura. Estrategias son nece-

sarias como las prevenciones en la siembra, además de tomar decisiones estratégicas para minimizar los problemas causados por las micotoxinas en la fabricación de la ración. Las micotoxinas son sustancias tóxicas resultantes del metabolismo de diversos hongos encontrados en el medio ambiente. Además de perjudicar la inmunidad de los cerdos en diversas edades, facilitan el surgimiento de enfermedades y consecuentemente reducen la ganancia de peso de los animales, principalmente de los lechones causando aumento en la mortalidad en la maternidad o en la guardería. Esta revisión bibliográfica tuvo como objetivo recopilar información sobre recientes inclusiones de adsorbentes de micotoxinas utilizados eficientemente en las dietas de lechones sin comprometimientto en la calidad de la carne y en los parámetros zootécnicos.

**Palabras clave:** *antitoxinas, carcasa, porcinos, rendimiento.*

## Introdução

A origem da palavra micotoxina deriva do grego "mykes" que significa fungo e do latim "toxican" que tem significado de toxinas. Estima-se que aproximadamente 25% de todos os produtos agrícolas do mundo estejam contaminados por tais substâncias <sup>7</sup>. A produção de micotoxinas ocorre por determinados bolores e fungos, através de resultados de seus processos orgânicos. Estes são considerados compostos químicos de baixo peso molecular e com baixa capacidade imunogênica <sup>48</sup> ocasionando transtornos no desempenho para a produção animal. A invasão de um lote de grãos por insetos pode iniciar ou agravar o desenvolvimento de fungos, pois através de sua atividade metabólica há um aumento de teor de umidade e temperatura da massa dos grãos <sup>28, 31</sup>.

Os fungos toxigênicos podem infectar os cultivos em crescimento, em consequência de danos causados por insetos e outros agentes e produzir toxinas antes da colheita, durante e após seu armazenamento <sup>51, 85</sup>. Os suínos jovens são sensíveis aos efeitos tóxicos das micotoxinas, entretanto quando sua criação está associada ao baixo consumo de ração, com reduzida taxa de crescimento e ocorrência de diarreias <sup>71</sup> torna-se uma das categorias animais mais vulneráveis aos efeitos das micotoxinas na criação. Foram feitas buscas literárias, teses, periódicos nacionais e internacionais e em bibliotecas eletrônicas, na qual foi estipulada uma revisão sistemática dos documentos. Inicialmente foi feita uma leitura exploratória, logo após leitura seletiva aprofundada onde as partes de maior interesse foram compiladas e por fim leitura analítica para ordenar os assuntos.

Dessa maneira, objetivou-se fornecer conhecimentos atualizados para auxiliar pesquisadores e demais profissionais da área sobre as recentes inclusões de adsorventes de micotoxinas utilizados nas dietas de leitões.

## Desenvolvimento

### Aspectos gerais das micotoxinas no milho

Os grãos "ardidos" em milho são o reflexo das podridões de espigas, causadas principalmente pelos fungos presentes no campo. No caso de grãos, a experiência à campo nacional demonstra que estes podem ser infestados durante o cultivo ou no período pós-colheita. Desta forma, os fungos detectados nas propriedades agrícolas são subclassificados em fungos do campo e fungos do armazenamento. Esses em nível regional fungos podem ser ainda divididos em dois grupos: pré colheita durante a produção de grãos "ardidos" que são exímios biossintetizadores de toxinas, denominadas micotoxinas e em pós colheita durante o beneficiamento, o armazenamento e o transporte com grãos mofados ou embolorados <sup>64, 75</sup>.

Comparando as condições edafoclimáticas brasileiras para o cultivo do milho com demais países do mundo, o Brasil possui características propícias ao desenvolvimento de fungos e, conseqüentemente podem causar prejuízos ao desempenho zootécnico além de desordens metabólicas quando presentes nas dietas de suínos <sup>65, 78</sup>. A explicação para tal prejuízo pode ser baseada na atual conjuntura brasileira que demonstra, no momento, ausência de investimentos nas áreas técnicas e de equipamentos apropriados para a separação mais efetiva dos grãos, devido a fatores como social, econômico e político que envolvem a maioria dos produtores de grãos.

O milho é utilizado como fonte de energia nas rações para animais como aves e suínos, sendo que este participa em até 90% da composição das dietas destes animais. Substâncias tóxicas como micotoxinas, podem estar presentes neste cereal utilizado para a fabricação de ração tendo efeitos não desejados no desempenho de leitões <sup>56, 60</sup>. O processo de retirada da água dos grãos é muito importante para evitar a proliferação de fungos nas rações <sup>39</sup>. A correta secagem dos grãos antes do armazenamento é de fundamental importância para a manutenção da qualidade do grão <sup>29</sup>, principalmente na região sul do Brasil devido ao clima subtropical.

As micotoxinas são as substâncias tóxicas resultantes do metabolismo secundário de diversas cepas de fungos filamentosos que não possuem imunogenicidade, principalmente em animais jovens, como leitões <sup>20</sup>. O crescimento e a produção de micotoxinas no milho, amendoim, trigo, cevada, sorgo, arroz, entre outros encontram um substrato altamente nutritivo para o desenvolvimento do fungo <sup>70, 72</sup>. A formação de micotoxinas pode ocorrer em todas as commodities sob condições de campo ou de armazenamento <sup>2</sup>.

Em geral, os prejuízos causados pelas micotoxinas para os animais não são contabilizados, principalmente devido à falta de informação dos criadores de suínos. Isso pode ser parcialmente justificado já que cerca de quatrocentas micotoxinas são conhecidas na atualidade, e estas são produzidas por uma centena de fungos <sup>27</sup>. Além dos prejuízos citados, é preciso salientar a segurança alimentar, na qual pode ser pela indevida fiscalização direta através do consumo da carne contaminada e/ou indireta através dos subprodutos comercializados contaminados.

As principais micotoxinas e órgãos alvo na espécie suína são: aflatoxinas (*Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*) que atingem principalmente o fígado; zearalenona (*Fusarium graminearum*) no sistema reprodutor; ocratoxina (*Aspergillus ochraceus*) atingindo os rins; fusariotoxinas (*Fusarium verticillioide*) são danificadores do trato digestivo; e as fumonisinas (*Fusarium verticillioide*) causam enfermidades ao pulmão são exemplos que dificultam as causas dos prejuízos a campo <sup>27</sup>.

## Principais micotoxinas nos suínos

### Aflatoxina (AFLA)

A aflatoxina é a toxina com maior distribuição no mundo, no qual os fungos responsáveis por sua produção têm preferência por ambientes quentes com umidade <sup>15</sup>. O descobrimento das propriedades hepatotóxicas e hepatocarcinogênicas de algumas linhagens de *A. flavus* e *A. parasiticus* em perus, na Inglaterra, no início da década de 1960, seguida pela elucidação da estrutura de seus metabólitos tóxicos iniciaram os estudos das aflatoxinas <sup>1, 78, 79</sup>.

As condições para formação de aflatoxinas são muito variadas, dessa maneira a temperatura é um dos principais fatores envolvidos nesse processo e, em grãos, a faixa viável para a sua produção situa-se entre 11 e 37 °C <sup>49</sup>. Outros fatores como os períodos de seca durante o cultivo do milho também são apontados como pre-disponentes a produção de aflatoxinas <sup>13</sup>. Alguns compostos assumem interesse médico-sanitário com reconhecimento em quatro aflatoxinas (AFLA): B1, B2, G1 e G2, sendo que estas foram também caracterizados derivados hidroxilados das AFLA B1 e G1, denominados de B2a e G2a. A biotransformação destas micotoxinas, em diversas espécies animais, resulta na produção de aflatoxina M1 (AFLA M1) e aflatoxina M2 (AFLA M2) <sup>29</sup>. Sendo que a aflatoxina B1 (AFLAB1) também apresenta maior poder de toxidez <sup>37, 41, 52, 60</sup>.

A AFLAB1 é imediatamente ligada após a absorção <sup>35</sup>, entretanto é geralmente mais predominante entre as AFLAs, sendo considerada a mais tóxica para os animais <sup>58, 66</sup>.

### Fumosinas (FUMO)

As fumosinas (FUMO) pertencem a um grupo de micotoxinas provenientes dos fungos do gênero *Fusarium*, contaminantes naturais de cereais. Esta é a principal micotoxina que afeta aves e suínos. Fungos do gênero *Fusarium spp* são encontrados em climas temperados <sup>14</sup> e as micotoxinas produzidas pelos fungos deste gênero são as de maior impacto econômico mundial <sup>84</sup>, aumentando o custo de produção da criação de suínos e sua comercialização. Estas micotoxinas foram isoladas em 1988 a partir de amostras de milho mofado, provenientes de uma região com alta incidência de câncer do esôfago, em Transkei na África do Sul <sup>68, 74</sup>.

FUMO B1 é o metabólito mais abundante e representa cerca de 70% nos milhos e seus coprodutos contaminados por este grupo de micotoxina, já as fumosinas B2 e B3 podem ocorrer em menor concentração <sup>75, 81</sup>. Estes fungos se desenvolvem em temperatura ambiente ampla entre 25 a 35 °C com atividade de água (Aa) de 0,94 a 0,98. Nesse ambiente, os fungos podem crescer e proliferar-se também em produtos alimentícios como amendoim, milho, feijão, trigo, entre outros <sup>78</sup>.

Os fungos do gênero *Fusarium* são conhecidos como “fungos de campo”, pois estas toxinas são facilmente observadas em cereais expostos nas lavouras <sup>44, 52</sup>. A principal incidência destas toxinas ocorre no milho ocorrendo contaminações no campo, principalmente durante a colheita <sup>2, 59, 60</sup>. Sendo que as fusariotoxinas têm diversas estruturas químicas como os tricothecenos, fumonisinas, zearalenona, moniliformina e ácido fusárico <sup>63</sup>.

### Deoxynivalenol (DON) ou vomitoxina

O deoxynivalenol (DON) ou vomitoxina têm efeitos causadores de refluxo <sup>14, 80</sup> em suínos, entretanto, a toxina T-2 classe da toxina deoxynivalenol tem maior toxicidade, já que esta gera patologias graves nas aves, como lesões orais e imunodepressão <sup>79</sup>.

### Zearalenonas (ZEA)

A zearalenona é uma micotoxina estrogênica não esteroide <sup>28</sup>, estas podem ser consideradas microestrogênicas devido a sua capacidade de atrapalhar o efeito de hormônios esteroides <sup>60</sup>.

A ZEA produzida fungos do gênero *Fusarium* como *Fusarium graminearum* é o principal fungo encontrado no milho, aveia, trigo, sorgo, milheto e arroz <sup>45</sup>.

### Ochratoxinas (OTA)

As OTAs foram isoladas pela primeira vez em 1965 em fungos da espécie *Aspergillus ochraceus* são produzidas por várias espécies de fungos dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* <sup>61, 67</sup> e formam um grupo de sete metabólitos tóxicos produzidos por fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. A produção de OTA por fungos do gênero *Penicillium* tem forte associação em ambientes entre 20 e 30 °C, atividade de água (Aa) até 0,8 e pH ótimo entre 6,0 e 7,0, principalmente contaminando cereais e carnes. Já a produção de metabólitos de OTA como *A. ochraceus* possui temperatura ótima entre 8 e 37 °C e Aa de até 0,77. Em contrapartida, *A. carbonarius* possui temperatura ótima entre 32 a 35 °C e Aa de 0,82 e o *A. niger* apresenta temperatura ótima de crescimento e Aa entre 8 a 47 °C e até 0,72, respectivamente <sup>69, 75</sup>.

Contudo, apesar de ter várias OTAs conhecidas apenas a ocratoxina A tem importância toxicológica, pois os suínos são animais que possuem alta sensibilidade a essa micotoxina <sup>18</sup> e o mecanismo toxicológico pelo qual a OTA age foi esclarecido por Moss <sup>59</sup>.

### Sinais de intoxicação por micotoxicoses

A detecção do fungo na ração dos animais não implica, necessariamente presença de micotoxinas, já que os metabólitos são produzidos em diferentes concentrações e em substratos disponíveis <sup>33</sup>. A questão antieconômica acontece quando há ocorrência de micotoxicoses responsável pelo gasto com medicamentos. Vários sinais de doenças podem ser relacionados com a incidência de surtos, como edema pulmonar e câncer hepático em aves <sup>40</sup>.

Os sinais de intoxicação por aflatoxicoses são inúmeros, entre eles, podem ser destacados por fases: as aflatoxicose subagudas com sinais de hiporrexia, anorexia, letargia e depressão, desidratação, pele arroxeada e avermelhada, e baixo ganho de peso; já na aflatoxicose crônica: hiporrexia, piora conversão alimentar, aparência ruim, diarreia; e a aflatoxicose aguda acontece com até 6:00 horas após a ingestão, severa depressão, presença de sangue nas fezes, tremores musculares, incoordenação motora com hipertermia até 41 °C podendo a morte ocorrer nas próximas 12-24 horas, principalmente em animais jovens <sup>19</sup>.

O surto de AFLA indica outros sinais clínicos como: apatia, icterícia, aborto, urina amarelada com sangue e fotossensibilização em suínos <sup>85</sup>. Dois fatores foram apontados como agravantes dos sinais tóxicos: maior tempo de exposição destes suínos à toxina e a presença dos hormônios esteróides exacerbarem a função oxidase hepática ocasionando maior transformação da aflatoxina B1 em um metabólito mais tóxico, B1-2,3-epóxido <sup>85</sup>.

A gravidade do sinal clínico também é influenciada pela quantidade de ração contaminada ingerida pelo suíno e seu estado nutricional <sup>6, 16, 57</sup>, sendo que os sinais mais relatados na literatura são o atraso no crescimento, carcinogênese, imunossupressão, teratogênese e hepatopatias agudas, subagudas e crônicas <sup>65, 77, 83</sup>. O efeito mais pesquisado sob AFLA é a imunossupressão, já que esta causa um aumento a susceptibilidade em diversas doenças infecciosas, além de resultar em falhas em tratamentos farmacológicos e em programas de vacinação <sup>6</sup>.

Sobre a queda da fertilidade por ZEA <sup>60, 80</sup> pode ser explicada através da similaridade das zearalenonas com os estrógenos causando hiperestrogenismo, ou seja, produção excessiva de hormônios sexuais <sup>45</sup>, esse dado na criação de suínos acarreta diminuição na

taxa de nascimento por porca ao ano e aumento da taxa de descarte dos reprodutores. As fêmeas suínas demonstram-se os mais susceptíveis a ZEA apresentando com mais evidência o inchaço e a vulva avermelhada, prolapso retal e vaginal, hipertrofia uterina e atrofia ovariana em matrizes, em função principalmente do quadro de pseudogestação pela manutenção de corpo lúteo <sup>2</sup>. Em reprodutores suínos machos a redução do a libido provoca discreta redução na qualidade espermática <sup>21, 23</sup>.

Nas aves, os sinais clínicos da FUMO são perceptíveis como inapetência, prostração, icterícia e síndrome hepática, ocorrendo cinco dias após a ingestão de ração contaminada <sup>73</sup>. Ao contaminar propositamente as dietas de leitões machos e fêmeas com toxinas <sup>53</sup> observa que ocorreram imunossupressão em ambos os sexos, porém os machos apresentaram maior imunossupressão. O principal efeito da DON em suínos é a queda no consumo, apesar de não ser tão tóxica como a T-2, também apresentando sérias consequências em relação aos aspectos produtivos <sup>78, 84</sup>.

Os suínos e outros monogástricos apresentam a maior sensibilidade a toxina tricotecenos (TCT) seguidos pelas aves <sup>19</sup>. As intoxicações por TCT acarretam recusa de alimentos, vômito, piora na conversão alimentar e diarreia <sup>14, 50</sup> relataram um decréscimo no consumo em suínos quando presente em concentrações acima de 2 ppm na dieta. A toxicose por OTA <sup>17</sup> descreveu a intoxicação com sinais clínicos caracterizados por polidipsia e poliúria, além de lesões renais em suínos. Em geral nos suínos, as micotoxinas desencadeiam problemas relacionados como baixa na imunidade, surgimento de doenças, redução do ganho de peso, prejuízos reprodutivos e de produção <sup>8</sup>. Devido a similaridade de sinais clínicos com outras doenças, a maior parte dos profissionais tem dificuldade em atestar a causa dos prejuízos decorrentes dessa toxicose.

## Efeito metabólico das micotoxinas em leitões

Uma das preocupações atuais é em relação a presença de contaminantes nas rações de animais jovens, já que estes contaminantes podem permanecer retidos na carne como ractopamina, pesticidas e micotoxinas <sup>9</sup>.

Existem fatores que interferem na qualidade da carne suína como as contaminações químicas, microbiológicas ou toxicológicas. Atualmente a contaminação toxicológica em grãos assume papel importante, pois pode ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento do suíno, com maior vulnerabilidade para os leitões.

A aflatoxina B1 (AFB1) é metabolizada pelo fígado desses animais através do sistema enzimático citocromo P450 para um metabólito de maior poder cancerígeno AFB1-8,9-epóxido (AFBO) ou para formas um pouco menos mutagênicas como os AFM1, Q1 ou P1 <sup>59</sup>.

Diferentes micotoxinas já foram encontradas nas carnes de suínos comercializadas, como: aflatoxina <sup>3, 22, 24, 47</sup>, com zearalenona <sup>4</sup> e a ocratoxina <sup>35</sup>. Resultados indicam que o consumo da ração contaminada por micotoxinas interferiu negativamente com o desenvolvimento da imunidade adquirida e aparentemente aumentou a severidade da infecção com o *Erysipelothrix rhusiopathiae* em leitões não vacinados e desafiados <sup>6</sup>.

A intoxicação crônica em leitões manifesta-se com a diminuição no ganho de peso e conversão alimentar, inapetência, má aparência geral e diarreias <sup>12</sup>. Com a progressão para os suínos em estágios finais de intoxicação ocorrem frequentemente sinais de ataxia e icterícia. Ingestão de doses de 200 µg/kg de OTA na ração foram



suficientes para que ocorrem nefropatias representada por lesões nos rins e a mortalidade pode chegar a 90% nos lotes de leitões afetados <sup>38</sup>.

Os tricotecenos (TCT) em leitões atuam inibindo a síntese proteica, o que afeta principalmente células em divisão ativa, como as do trato gastrointestinal, pele e células linfóides, eritróides e órgãos vitais <sup>17</sup>. Dawson *et al.* <sup>14</sup> relataram decréscimo no consumo de ração quando presente TCT em concentrações acima de 2 ppm na dieta.

### **Prevenção da contaminação por micotoxicoses em suínos**

Os principais métodos de prevenção estão relacionados em evitar a sua produção, monitorar os cereais e seus subprodutos com análises micotoxicológicas e utilizar aditivos anti-micotoxinas (AMs) ou adsorventes na alimentação animal para evitar sua absorção no trato gastrointestinal, sendo este último o método mais utilizado em suínos <sup>81</sup>.

Os critérios para determinar se o processo de descontaminação pode ser aceito foi instituído de acordo com a organização <sup>23</sup> o qual 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; manter o valor nutritivo e a aceitabilidade do produto; não alterar as propriedades tecnológicas importantes de forma significativa; destruir todos os esporos e micélio fúngicos para que não possam, em condições favoráveis, proliferar e produzir novas micotoxinas <sup>25</sup>.

Para atingir tal objetivo, medidas preventivas devem ser adotadas como desenvolvimento de variedade de plantas resistentes, técnicas agrícolas adequadas, métodos eficientes de armazenagem e transporte <sup>83</sup>. Outra medida é a implementação de programas que permitam a adoção de medidas apropriadas para prevenir e/ou reduzir o surto por contaminação.

Em geral, a indústria de produção animal obtém desempenhos subótimos nos sistemas de produção mesmo com manejo e as instalações com adequado controle <sup>33</sup>. As indústrias possuem estratégias adotadas antes ou pós-colheita mais apropriadas, porém estas dependem das condições climáticas de cada ano, em particular da colheita desses grãos. O grão sujo contém mais micotoxinas que grão limpo, já que os fungos tendem a crescer em grãos sujos e danificados <sup>10</sup>.

Os grãos de má qualidade têm o valor nutritivo prejudicado em relação ao grão normal, por alteração da composição química, diminuição da biodisponibilidade de alguns nutrientes, presença de fatores antinutricionais e proliferação de fungos com ou sem produção de micotoxinas <sup>75</sup>. Os fatores primordiais para controle de desenvolvimento de fungos nos grãos armazenados: teor de umidade abaixo de 12%, umidade relativa abaixo de 60%, temperatura de armazenamento abaixo de 20°C, limpeza dos grãos evitando os quebrados, controle de insetos e roedores, condições de estresse como geadas, calor e alteração de pH <sup>36</sup>.

### **Métodos de descontaminação por fungos**

Os métodos biológicos ainda não são muito praticados, pois estes baseiam-se na fermentação com microorganismos. Como a conversão da AFBA1 através da fermentação com o *Flavobacterium auranticum* em produto sem princípio tóxico, porém o processo da conversão é lento e pode ser incompleto <sup>31</sup>.



Os métodos físicos como a moagem tem apresentado sucesso para o controle para deoxinivalenol e a separação por densidade consegue reduzir os níveis de TCT e ZEA. O carvão ativo é um adsorvente parcialmente efetivo na redução da ação da toxina T-2, comprovado pela diminuição de lesões orais em animais de laboratório, porém ainda ocorre a mortalidade [46](#).

O método químico como a detoxificação usa a alta pressão ou extração, e um solvente orgânico ou uma combinação destes tem sido testada para o controle de AFLA desde de 1960.

Outra maneira de descontaminação é pelo processo fermentativo, assim o tempo da fermentação dos grãos de trigo contaminados no pão com deoxinivalenol foi observado uma redução dos níveis de contaminação atribuída à fermentação e ao processo térmico ao qual o pão foi submetido. Esta descontaminação ocorreu devido à possibilidade da levedura poder adsorver as toxinas presentes, reduzindo assim a contaminação [43,46](#).

Também o comprimento de onda da luz e intensidade adequada pode alterar o metabolismo secundário de espécies produtoras de toxina, inclusive ocasionando sua inibição. A luz vermelha e azul, em particular, tem propriedade de inibição no crescimento e na biossíntese da toxina, especialmente de espécies produtoras de OTA [81](#). Os métodos citados para descontaminação podem estar associados ou isolados, todavia os resultados ainda são incertos quanto a sua efetividade.

Uma outra maneira é o processo de peletização da ração, em razão da exposição ao calor e à umidade ocorre alteração nas cadeias de amido. Após o condicionamento na peletizadora o produto é levado para uma câmara de compressão e comprimido, forçando a sua passagem por matrizes que formam os péletes que são resfriados, triturados ou não, dependendo da destinação final da ração [11](#). A ração balanceada é um componente fundamental para o controle adequado do processo de produção das rações que são fornecidas aos leitões e suínos adultos [82](#).

## Características dos adsorventes usados na ração

Um adsorvente de micotoxinas é 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 [5](#). Na indústria de produtos para alimentar animais, empregam-se argilas selecionadas e processadas [51](#), como o uso de argilas organofílicas no mercado de ração animal, já que essas têm caráter hidrofóbico, ou seja, adquirem afinidade com os compostos orgânicos. Para que um produto seja liberado para comercialização no Brasil, este deve ser devidamente registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e as metodologias descritas para estes estudos foram desenvolvidas há praticamente 20 anos [62, 67](#) utilizaram como veículo para a aflatoxina, uma solução hidroalcoólica.

A metodologia de avaliação *in vitro* de adsorventes de micotoxinas [26, 28](#) com características semelhantes àquela posteriormente apresentada [38](#), contudo apresentam características distintas com relação ao procedimento como a quantidade das enzimas [41](#).

A utilização de modelos do trato gastrointestinal de animais é extremamente útil no caso de avaliação de adsorventes inorgânicos específicos. Algumas reações químicas podem ser catalizadas pelo adsorvente quando em solução hidroalcoólica, o que não ocorre em testes que utilizam o modelo do tratogastrointestinal [41](#).

O cálculo da adsorção *in vitro* é feito baseado na resposta cromatográfica, utilizando tanto a cromatografia líquida normal (HPLC) quanto os modernos sistemas de cromatografia acoplada a espectrometria de massa (GCMS e LCMS/MS), do suco contendo o adsorvente frente a um suco sem a presença do mesmo <sup>60</sup>.

Os adsorventes inorgânicos como aluminossilicatos hidratados de sódio o (HSCAS), zeolitas, bentonitas, entre outros, podem adsorver micotoxinas específicas. Estes são considerados baratos e inertes a nível nutricional, entretanto, possuem baixa proteção contra as micotoxinas <sup>71</sup>. Já os adsorventes orgânicos são as substâncias extraídas de leveduras, como *Saccharomyces cerevisiae* que possuem capacidade de adsorver diversas micotoxinas, e estes adsorventes são casca de aveia, farelo de trigo, celulose, pectina e extratos de parede celular de levedura. Além de serem considerados materiais biodegradáveis também são incluídos em baixos níveis já que possuem grande área de superfície <sup>51</sup>.

### Inclusão de adsorventes da ração

Os adsorventes são produtos de alto valor no setor farmacêutico na agroindústria de alimentação animal com o objetivo de reduzir a absorção das mesmas pelo trato gastrointestinal de suínos <sup>49</sup>. Os adsorventes para micotoxinas são como a ferramenta mais utilizada em nutrição animal contra estes compostos <sup>30</sup> e reportaram uma aderência de 95% para a ZEA, 77% para as FUMO e de 12% para VON ao se utilizar glucomanano modificado (Mycosorb®) como adsorvente <sup>32</sup>.

Os principais inibidores das micotoxinas foram a combinação de ácidos orgânicos (propiónico, sórbico e acético); combinação de sais e ácidos orgânicos (propionato de cálcio e sorbato de potássio) e o sulfato cúprico, líquido ou sólido <sup>2</sup>. A adição de ácido propiónico, a adição de isobutirato de amônia, aminoácidos sulfurados, vitaminas e antioxidantes como o BHT <sup>31</sup> também são considerados inibidores. Entretanto, a literatura cita que BHT é possível agente carcinogênico <sup>45</sup>, no caso de AFLA esses adsorventes são estudados para a diminuição desta absorção <sup>15</sup>. Outros autores defendem o uso de adsorventes é um recurso mediador para a utilização de rações com cargas de micotoxinas elevadas para o consumo animal <sup>55</sup>.

A inclusão dos adsorventes na ração está diretamente relacionada com a capacidade de ligação de determinado adsorvente à micotoxina e principalmente quanto ao grau de contaminação da dieta. Contudo, altos níveis de inclusão de adsorventes poderão alterar as propriedades físicas da dieta e assim comprometer todo o processamento. Para ocorrer uma perfeita ligação é necessária uma adsorção física e a adsorção química envolvendo ligação iônica ou covalente <sup>83</sup>.

Para que um adsorvente esteja em pleno contato com as micotoxinas qualquer produto que se utilize como um adsorvente precisa ter o tamanho de partículas bastante reduzido para poder atingir uma grande superfície de absorção <sup>54</sup>. Os benefícios gerais promovidos pela inclusão dos adsorventes incluem a fermentação seletiva por parte de bactérias benéficas, com consequente redução de patógenos <sup>76</sup> nos suínos, além da adsorção de bactérias patogênicas por meio de ligações específicas com receptores fimbriais <sup>34, 37</sup> e também a estimulação do sistema imune do hospedeiro <sup>60</sup> justificando o conhecimento da imunonutrição no processo de descontaminação.

## Conclusão

As instituições e organizações à nível nacional e internacional interagem com ações e pesquisas que visam a minimização de ocorrências de micotoxinas e os seus efeitos prejudiciais aos animais. Esta revisão contribui sobre a divulgação da inclusão de adsorventes de micotoxinas utilizadas nas dietas de leitões, haja vista o acesso de pesquisas que justificam sua eficácia nos parâmetros zootécnicos, sem comprometimento da qualidade da carne para as indústrias e os consumidores deste produto no mercado.

## Referências

1. Agag, BI. Mycotoxins in foods and feeds 1-aflatoxins. Assiut University Bulletin for Environmental Researches 2004; 7(1): 173 - 205. [acesso 20 de março de 2017]. URL: [http://www.aun.edu.eg/env\\_enc/env%20mar/1-8.PDF](http://www.aun.edu.eg/env_enc/env%20mar/1-8.PDF)
2. Akande, KE, Abubakar, MM, Adegbola, TA, Bogoro, EE. Nutritional and health implications of micotoxins in animal feeds: a review, Pak J Nut 2006; 5(5): 398 - 404. [acesso 23 de março de 2017] URL: [https://www.researchgate.net/publication/26564260\\_Nutritional\\_and\\_Health\\_Implications\\_of\\_Mycotoxins\\_in\\_Animal\\_Feeds\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/26564260_Nutritional_and_Health_Implications_of_Mycotoxins_in_Animal_Feeds_A_Review)
3. Almeida, JR, Karhumaa, K, Bengtsson, O, Gorwa-Grauslund, MF. Screening of *Saccharomyces cerevisiae* strains with respect to anaerobic growth in non-de-toxified lignocellulose hydrolysate. Bioresour Technol 2009; 100(14): 3674 - 3677.
4. Andretta, I, Kipper, M, Hauschild, L, Lehnen, CR, Remus, A, Melchior, R. Meta-analysis of individual and combined effects of mycotoxins on growing pigs. Sci Agr 2016; 73(4): 328 -331.
5. Arellano, JL, Rosas, IG. Uso de organoaluminosilicato para reducir el efecto tóxico de mezcla de aflatoxinas y zearalenona em la producción de huevo. In. SCUSSEL, Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II, Proceedings of the Florianópolis: 2008, Florianópolis: Associação Brasileira de Micotoxicologia e Armazenagem qualitativa de grãos 2008; 3: 351 - 355.
6. Barcellos, D. Relação entre Aflatoxinas e Prejuízos à Imunização de Suínos. Suinocultura em foco, 2002: 2 - 3; [ acesso: 27 de janeiro de 2017]. URL: <http://www.suinoculturaemfoco.com.br/fd/sanidade3.php>
7. Bennet, JW, Klich, M. Mycotoxins. Clin Microbiol Rev 2003; 4(16): 497 - 516.
8. Binder, EM, Tan, LM., Chin, LJ, Handl, J, Richard, J. Worldwide occurrence of mycotoxins in commodities, feeds and feed ingredients. Anim Feed Sci Technol 2007; 282: 137 - 252.
9. Bryden, WL. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: implications for animal productivity and feed security. Anim Feed Sci Technol 2012; 173: 124 - 158.
10. Bünzen, S, Haese, D. Controle de micotoxinas na alimentação de aves e suínos. Rev Elet Nutritime 2006; 3(1): 299 - 304.

11. Butolo, JE. Qualidade de ingredientes na alimentação animal, 1ra ed. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP; 2002.
12. Cook, WO, Van Alstine, WG, Osweiler, GD. Aflatoxicosis in Iowa swine: eight cases. J Am Vet Med Assoc 1989; 194(4): 554 -558.
13. Coppock, RW, Reynolds, RD, Buck, WB, Jacobsen, BJ, Ross, SC, Mostrom, MS. Acute aflatoxicosis in feeder pigs, resulting from improper storage of corn, J Am Vet Med Assoc 1989; 195(10):1380 - 1382.
14. Dawson, KA, Evans, J, Kudupoje, M. Understanding the adsorption characteristics of yeast cell wall preparations associated with mycotoxin binding 2006; 218: 169 – 181; [acesso 11 de Julho de 2017]. URL: [http://www.engormix.com/understanding\\_the\\_adsorption\\_characteristics\\_e\\_articles\\_218\\_MYC.html](http://www.engormix.com/understanding_the_adsorption_characteristics_e_articles_218_MYC.html).
15. Devegowda, G, Raju, MVLN, Swamy, HVLN. Mycotoxin: novel solutions for their counteractions. J Feedstuff 1998; 70(50): 12 - 13.
16. Diekman, MA & Green, M.L. Mycotoxins and reproduction in domestic livestock. J Am Sci 1992; 70: 1615 - 1627.
17. Dilkin, P. Micotoxicose suína: aspectos preventivos, clínicos e patológicos. Rev Biol 2002; 64: 187 – 191; [acesso 13 de fevereiro de 2017]. URL: [http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v64\\_2/dilkin.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/docs/bio/v64_2/dilkin.pdf)
18. Dilkin, P, Zorzete, P, Mallmann, CA., Gomes, JD, Ultiyama, CE, Oetting, LL, *et al.* Toxicological effects of chronic low doses of aflatoxin B1 and fumonisin B1-containing *Fusarium moniliforme* culture material in weaned piglets. Food Chem Toxicol 2003;41: 1345 - 1353.
19. Dilkin, P, Hassegawa R, Reis, TA, Mallmann, CA, Correa, B. Intoxicação experimental de suínos por fumonisinas. Ciênc Rural (online) 2004: 34(1): 175 - 181.
20. Dilkin, P. Efeitos das micotoxinas na reprodução de suínos, In: IV Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, Chapecó, SC, 2011; 57 – 67; [acesso 30 de março de 2017]. URL: <http://www.nucleovet.com.br/IVSBSS>
21. Edwards, S, Cantley, TC, Day, BN. The effects of zearalenone on reproduction in swine II. Theriogenology 1987b; 28: 51 - 58.
22. Ferris, MJ, Muyzer, G, Ward, DM. Denaturing gradient gel electrophoresis profiles of 16 rRNA-defined populations inhabiting a hot spring microbial mat community. Appl Environ Microbiol 1996; 62: 340 - 346.
23. Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. Code of practice for the prevention and reduction of mycotoxin contamination in cereals, including annexes on ochratoxin a, zearalenone, fumonisins and tricothecenes, 2003; [acesso 03 de março de 2017]. URL: <http://www.fao.org/>
24. Freitas, BV, Mota, MM, Del Santo, TA, Afonso, ER, Silva, CC, *et al.* Micotoxicoses em suínos: Revisão 2012; [acesso 13 de março de 2017]. URL: <http://pt.engormix.com/masuinocultura/saude/artigos/micotoxicoses-suinos-revisao-t1265/165-p0.html>

25. Gaumy, JL, Bailly, JD, Burgat, V, Guerre, P. Zéaralénone: propriétés et toxicité expérimentale. Rev méd vet 2001; 152: 219 -234.
26. Girona, AJR., Prevención de los efectos cancerígenos de las aflatoxinas y la zearalenona mediante el empleo de compuestos adsorbentes no nutritivos. Estudios in vitro. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Católica de Valencia, Valencia, 1994. 223p.
27. Gutkoski, LC, Estabilidade de produtos de aveia. En: Gutkoski, LC, Pedó, Aveia- composição química, valor nutricional e processamento, 1ª ed. São Paulo: Varela, 2000, p. 111 - 140.
28. Hagstrum, DW, Flinn, PW, Integrated pest management of stored-grain insects, In: Sauer, DB. Storage of cereal grains and their product. Saint Paul: American Assoc Cereal Chemists, 1992. p. 586 - 607.
29. Hauschied, K, Šarkanj, B, Klapac, T, Krstanovic, V. Distribution of zearalenone in malted barley fractions dependent on *Fusarium graminearum* growing conditions. Food Chem 2011; 2(129): 329 - 332.
30. Huwig, A, Freimund, S, Käppeli, O, Dutler, H. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. Toxicol Lett 2001; 122: 179 - 188.
31. Jones, F. T. Is moldy growth hurting your performance? Avian Advice 2005: 1(7): 8 - 11.
32. Jorgsenken, K. V.; Price, R. L. Atmospheric Pressure-Ambient Temperature Reduction of Aflatoxin B1 in Ammoniated Cottonseed. J Agric Food Chem 1981; 29: 555 - 558.
33. Keller, K. M. Estudo sobre a contaminação com espécies toxigêneas, potencialmente produtoras de micotoxinas, em rações destinadas à alimentação de equinos. Dissertação Faculdade de Ciências Veterinárias, universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. 64p.
34. Kogan, G, Kocher, A. Role of yeast cell wall polysaccharides in pig nutrition and health protection. Livest Prod Sci 2007; 1(109): 161 - 165.
35. Krogh, P, Elling, F, Friis, C, Hald, B, Larsen, AE, *et al.* Porcine nephropathy induced by long-term ingestion of ochratoxin A. Vet Pathol 1979; 16(4): 466 - 475.
36. Kubena, LF, Edrington, TS, Harvey, RB, Buckely, SA, Philips, TD, *et al.* Individual and combined effects of fumonisin B1 present in fusarium culture material and t-2 toxin or deoxynivalenol in broiler chicks. Poult Sci 1997ª; 76(9): 1239 - 1247.
37. Leeson, S, Diaz, GJ, Summers, JD. Poultry Metabolic Disorders and Mytoxins. Poul Sci 1995; 1: 249-280.
38. Lemke, S, Grant, PG, Phillips, TD. Adsorption of zearalenone by organophilic montmorillonite clay. J of Agric Food Chem 1998; 46(2): 3789 - 3796.
39. Lima, CAP, Orsi, RB, Dilkin, P, Correia, B. Mycoflora and aflatoxigenic species in derivates of milled rice. Ciênc e Tecnol Aliment 2000, 20(1): 37 - 39.

40. Malekinejad, H, Maas-Bakker, R, Fink-Gremmels, J. Species differences in hepatic biotransformation of zearalone. *Vet J* 2006; 1(172): 96 - 102.
41. Madhavi, LD, Deshpande, DK, Salunjhe, DK. Food antioxidants: Technological: Toxicological and health perspectives. New York: CRC Press, 1995, 512p.
42. Mallmann, CA, Dilkin P, Rauber, RH. Critérios para seleção de um bom sequestrante para micotoxinas. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006, São Paulo. Anais... São Paulo: FACTA, 2006: 213 - 224.
43. Mallmann CA, Santurio JM, Wentz I. Aflatoxinas – Aspectos clínicos e toxicológicos em suínos. *Ciênc Rural* 1994; 1(24): 635 – 643.
44. Mallmann, CA, Dilkin, P. Micotoxinas e micotoxicoses em suínos. 7ª ed. Santa Maria: Sociedade Vicente Palloti, 2007. p. 220 - 240.
45. Mallmann, CA, Dilkin, P. Sinais clínicos e lesões causadas por micotoxinas. In: Encontro Nacional de Micotoxinas, XI, Anais... Piracicaba: Universidade de São Paulo- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz 2004;1 - 4.
46. Mallmann, CA, Dilkin, P, Giacomini, LZ. Micotoxinas em ingredientes para alimento balanceado de aves. In: Congresso Latinoamericano de Avicultura, XX 2007; 191 – 204. [acesso em: 03 de fevereiro de 2017]. URL: [http://www.lamic.ufsm.br/papers/micotoxinas\\_en\\_ingredientes.pdf](http://www.lamic.ufsm.br/papers/micotoxinas_en_ingredientes.pdf). Acesso em 26/01/2017.
47. Mallmann, CA, Santurio, JM, Wentz, I. Aflatoxinas- Aspectos clínicos e toxicológicos em suínos. *Ciênc Rural* 1994; 3(24): 635 – 643.
48. Marin, DE, Taranu, I, Pascale, F. Sex-related differences in the immune response of weanling piglets expose to low doses of fumonisin extract. *Br J of Nutr* 2006; 5(95): 1185 - 1192.
49. Marin, DE; Taranu, I.; Bunaciu, RP. Changes in performance, blood parameters, humoral and cellular immune responses in weanling piglets exposed to low doses of aflatoxin. *J Anim Sci* 2002; 1(80); 1250 - 1257.
50. Menegazzo, R. Qualidade de Rações para Zootécnicos. In: SCUSSEL, R. Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II. Florianópolis: ABMAG 2008; 93 - 100.
51. Miller, DM, Wilson, DM. Veterinary diseases related to aflatoxins. In: Eaton, DL, Groopman, JD. The Toxicology of Aflatoxins: Human Health Veterinary and Agricultural Significance. San Diego: Academic Press, 1994; 347 - 364.
52. Moreno, OJ, Kang, MS. Aflatoxins in maize: the problem and genetic solutions. *Plant Breed* 1999; 5(71): 1 - 16.
53. Moss, MO. Recent Studies of Mycotoxins. *Journal of Applied Microbiology. Symposium Supplement* 1998; 84: 62 - 76.
54. Murphy, PA, Hendrich, S, Landgren, C. Food Mycotoxins: An Update. *J Food Sci* 2006; 5(71): 51 - 65.

55. Newman, K. The biochemistry behind esterified glucomannans - titrating mycotoxins out of the diet. In: T. P. Lyons and K. A. Jacques. 1ª ed. Biotechnology in the Feed Industry. Nottingham University Press, Nottingham: U.K. 2000; 369 - 382.
56. Nones, J. Avaliação da contaminação por micotoxinas em ingredientes e rações para suínos. Monografia, Faculdade de Química, universidade Federal de Santa Maria, 2010, 46 p.
57. Orsi, RB, Correa, B, Possi, CR. Mycoflora and occurrence of fumonisins in freshly harvested and stored hybrid maize. J Stored Prod Res 2000; 1(36): 75 - 87.
58. Oswald, IP, Marin, DE, Bouhet, S. Immunotoxicological risk of mycotoxins for domestic animals. Food Addit Contam 2005; 4(22): 354 - 360.
59. Osweiler, G.D. Mycotoxins and livestock: what role do fungal toxins play in illness and production losses? Vet Med 1990; 1(85): 89 - 94.
60. Passone, MA, Resnik, SL, Etcheverry, MG. *In vitro* effect of phenolic antioxidants on germination, growth and aflatoxin b1 accumulation by peanut aspergillus section flavi. J Appl Microbiol 2005; 3(99):682 - 691.
61. Petzinger, E, Weindenbach, A. Mycotoxins in the food chain: the role of ochratoxins. Livest Prod Sci 2002; 3(76): 245 - 250.
62. Phillips, TD.; Kubena, LF.; Harvey, RB. Hydrated sodium calcium aluminosilicate: a high affinity sorbent for aflatoxin. Poult Sci 1988; 2(67): 243 - 247.
63. Pinto, VEF, Vaamonde, G. Hongos productores de micotoxinas en alimentos. Rev Argent Microbiol 1996; 3(2): 147 - 162.
64. Pinto, NFJA. Incidência de grãos ardidos em cultivares de milho precoce. Summa Phytopathol 1999; 1(25): 50 - 61.
65. Pinto, NFJA, Prado, G, Oliveira, MS. Proteção química e biológica de grãos de milho úmidos contra fungos de armazenagem e produção de aflatoxinas. Rev Bras de Milho e Sorgo 2005; 2(4): 172 - 179.
66. Piva, G, Galvano, F, Pietri, A. Detoxification methods of aflatoxins. A review. Nut Res Rev 1995; 5(15): 767 - 776.
67. Pluske, JR, Hampson, DJ, Williams, IH. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. Livest Prod Sci 1997; 1(5): 215 - 236.
68. Pozzi, CR, Arcaro, JRP, Arcaro Júnior, I. Aspectos Relacionados à Ocorrência e Mecanismo de Ação de Fumonisinas. Ciênc Rural (online) 2002; 5(32): 901 - 907.
69. Ringot, D, Chango, A, Schneider, YJ. Toxicokinetics and toxicodynamics of ochratoxin A an update. Chem Biol Interact 2006; 1(159): 18 - 46.
70. Rostagno, HS. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas 1993, Santos. Anais... Santos: FACTA, 1993; 129 - 139.



71. Rozeboom, K, See, T, Flowers, B. Coping with seasonal infertility in the herd: part I. 2000; 1-5. [acesso em: 12 de janeiro de 2017]. URL: <http://www.thepigsite.com/articles/159/coping-with-seasonal-infertility-in-the-sow-herd/>
72. Sanchis, V, Magan, N. Environmental conditions affecting mycotoxins. In: Magan, N.; Olsen, M. Mycotoxins in food. Cambridge: Woodhead, 2004; 174 - 186.
73. Santurio, JM. Micotoxinas e Micotoxicoses na Avicultura. Rev Bras de Ciênc Avíc 2000; 1(2): 516 - 635. [acesso em 23 de agosto de 2017]. URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516635X2000000100001/](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516635X2000000100001/)
74. Santurio, JM, Fernandes, A, Rosa, AP. Desempenho de pintos de corte oriundos de matrizes de corte alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de aflatoxina. In: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura 7; 18 -21, 2006, Chapecó. Anais eletrônico. Chapecó. [acesso em 20 de junho de 2017]. URL: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_l8p21o2e.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_l8p21o2e.pdf)
75. Shephard, GS, Thiel, PG, Stockenstrom S, Sydenham, EW. Worldwide survey of fumonisin contamination of corn and corn-based products. J. Assoc. Anal. Chem. Arlington 1996; 79: 671 - 687.
76. Schmidt-Heydt, M, Graf, E, Stoll, D. The biosynthesis of ochratoxin A by *Penicillium* as one mechanism for adaptation to NaCl rich foods. Food Microbiol 2012; 29: 233 - 241.
77. Schoenau LSF, Varaschin M, Salles, MWS. Aflatoxicose em suínos. Ciênc Rural 1994; 2 (24): 349 - 354.
78. Scussel, VM. Micotoxinas em alimentos. Florianópolis: Insular, 1998. p.144.
79. Smith, TK, Seddon, IR. Synergism demonstrated between fusarium mycotoxins. Feedstuffs 1998; 12 - 16. [Acesso em 23 de abril de 2017]. URL: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000096&pid=S0103-8478200100010003000033&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000096&pid=S0103-8478200100010003000033&lng=en)
80. Smith, TK, Swamy, HVLN, Raymond, SL. Detrimental effects of mycotoxins on production and fertility of livestock. In: Western Nutrition Conference, XXIII, 1997. Anais... Alberta, 1997. p. 47-54.
81. Tejkowski, T, Paulino, W. Micotoxinas e seus impactos econômicos em aves e suínos. 2013. [acesso em: 26 de julho de 2017]. URL: <http://www.nftalliance.com.br/artigos/ingredientes/micotoxinas-e-seus-impactos-economicos-em-aves-e-suinos>
82. Vilaça, DM. Avaliação da qualidade da farinha de carne e ossos produzida em Patos de Minas oriundas de matérias primas diferentes. Rev Graxaria Bras 2010; 3(14): 62 - 73.
83. Yiannikouris A, Jouany, JP. Mycotoxins in feeds and their fate in animals: a review. Animal Research 2002;1(51): 81 - 99. [Acesso em: 14 de maio de 2017]. URL: <http://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/2002/02/01.pdf>

84. Zardo, AO, Lima, GJMM. Alimentos para suínos. Boletim Informativo de Pesquisa-Embrapa Suínos e Aves e Extensão – EMATER/RS 1999, 12(8): 60-65. [acesso em: 23 de agosto de 2017]. URL: <http://data.novo.gessulli.com.br/file/2010/06/30/E142925-F00001-U450.pdf>
85. Zlotowski, P, Correa, AMR, Rozza, DB. Surto de aflatoxicose em suínos nos Estados do Rio Grande do Sul. Pesq Vet Bras 2004; 4(24): 207-210. [acesso em: 26 de maio de 2017]. URL: <http://www.scielo.br/pdf/pvb/v24n4/a07v24n4.pdf>