

## Efeitos da aflatoxina na produção avícola: Revisão

Vivielle Bochio<sup>1\*</sup>, Sabrina Endo Takahashi<sup>2</sup>, Priscila Michelin Groff<sup>3</sup>, Marli Marcondes Schadeck<sup>4</sup>, Glauber Sartori Maier<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestrado em Zootecnia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Dois Vizinhos, PR, Brasil.

<sup>2</sup>Professor Doutor - Departamento de Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos- PR-Brasil.

<sup>3</sup>Mestrado em Zootecnia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Dois Vizinho, PR Brasil.

<sup>4</sup>Graduada em Biologia, Universidade Paranaense – Campus Francisco Beltrão, PR – Brasil.

<sup>5</sup>Mestrado em Ciências Animal na Universidade Federal do Paraná- campus Palotina, PR-Brasil.

\*Autor correspondente: [priscilagroff@hotmail.com](mailto:priscilagroff@hotmail.com)

**RESUMO.** O Brasil nos últimos anos vem se destacando na produção avícola e, atualmente, vem ocupando o segundo lugar na produção de carne e primeiro lugar em exportação. Porém, apesar desse cenário promissor, ainda há determinados problemas a serem resolvidos, para cada vez mais otimizar o setor. Um exemplo disso, podemos citar a presença de fungos produtores de micotoxinas nas rações de frangos, principalmente devido à contaminação da matéria prima, mas especificamente os cereais. As micotoxinas são toxinas produzidas por fungos e tem sua proliferação relacionada a condições ambientais. As aflatoxinas são as principais micotoxinas a afetar a avicultura, são produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, sendo a aflatoxina B1 a mais tóxica. Os efeitos das aflatoxinas podem variar de acordo com a idade, sexo, composição da ração, estado sanitário das aves. Os animais mais jovens são os mais susceptíveis aos efeitos das aflatoxinas, ocasionando prejuízos a saúde e aos índices zootécnicos dos mesmos.

**Palavras chave:** Fungos, micotoxinas, avicultura, desempenho produtivo

## *Effects of aflatoxin on poultry production: Review*

**ABSTRACT.** In recent years, Brazil has been a major player in poultry production and is currently the second largest meat exporter. However, despite this promising scenario there are still certain problems to be solved, to increasingly optimize the industry. As an example, we can mention the presence of mycotoxin-producing fungi in chicken diets, mainly due to the contamination of the raw material, but specifically the cereals. Mycotoxins are toxins produced by fungi and have their proliferation related to environmental conditions. Aflatoxins are the main mycotoxins that affect poultry farming, are produced by fungi of the genus *Aspergillus*, aflatoxin B1 being the most toxic. The effects of aflatoxins may vary according to the age, sex, feed composition, health status of the birds. Younger animals are the most susceptible to the effects of aflatoxins, causing health damage and zootechnical indexes.

**Keywords:** Fungi, mycotoxins, poultry farming, productive performance

## *Efectos de aflatoxina en la producción avícola: Revisión*

**RESUMEN.** Brasil en los últimos años viene destacándose en la producción avícola y, actualmente, ocupa el segundo lugar en la producción de carne y primer lugar en exportación. Sin embargo, a pesar de este escenario prometedor, todavía hay ciertos problemas a resolver, para cada vez más optimizar el sector. Un ejemplo de ello, podemos citar la presencia de hongos productores de micotoxinas en las raciones de pollos, principalmente debido a la contaminación de la materia prima, pero específicamente a los

cereales. Las micotoxinas son toxinas producidas por hongos y tienen su proliferación relacionada con condiciones ambientales. Las aflatoxinas son las principales micotoxinas que afectan la avicultura, son producidas por hongos del género *Aspergillus*, siendo la aflatoxina B1 más tóxica. Los efectos de las aflatoxinas pueden variar según la edad, el sexo, la composición de la ración, el estado sanitario de las aves. Los animales más jóvenes son los más susceptibles a los efectos de las aflatoxinas, ocasionando perjuicios a la salud y a los índices zootécnicos de los mismos.

Palabras clave: Hongos, micotoxinas, avicultura, rendimiento productivo

## Introdução

Nas últimas décadas a avicultura vem se destacando como um dos setores com maior potencial de crescimento, no cenário mundial. Segundo a [FAPRI \(2016\)](#), o Brasil assumiu o segundo lugar na produção de carne de frango no ano de 2015, superando a China, ficando atrás somente dos Estados Unidos.

Mesmo com esse grande potencial de crescimento produtivo, a avicultura comercial, possui ainda alguns fatores que limitam sua expansão. Podemos citar um deles como os problemas com as micotoxinas presentes nas rações ([Mallmann et al., 2007](#)), tanto para galinhas de postura, como no frango de corte. E isso acaba acarretando perdas consideráveis na criação.

A presença de micotoxinas em grãos e rações, cujo tipo ou estrutura química depende do desenvolvimento de linhagens fúngicas específicas, está sujeita à influência de fatores ambientais como umidade do substrato e temperatura ambiente. Portanto, a contaminação de rações e outros alimentos por micotoxinas pode variar de acordo com as condições ambientais, métodos de processamento ou produção e armazenamento. Varia também do tipo de alimento, já que alguns grãos são substratos mais aptos que outros para o crescimento de determinados fungos ([Santurio, 2000](#)).

A preocupação em diminuir a incidência de micotoxinas em vários alimentos oferecido para as aves, para conseguir otimizar a produção tem estimulado o interesse em estudos desses fungos. Nesse sentido, uma das micotoxinas mais encontrada em rações avícolas é a aflatoxina. As aflatoxinas são o nome comum que se dá ao grupo de composto, produzido por espécie de fungos do gênero *Aspergillus*.

Desta forma o objetivo dessa revisão bibliográfica, é abordar sobre os efeitos das aflatoxinas no desempenho zootécnico e fisiológico. Além disso, abordar os impactos

econômicos na produção avícola em decorrência dessas micotoxinas.

## Aflatoxinas (AFL)

As micotoxinas são caracterizadas como substâncias resultantes do metabolismo secundário de diferentes cepas de fungos. Elas possuem baixo peso molecular, além de serem compostos orgânicos. O seu desenvolvimento é beneficiado em climas com umidade e temperaturas altas.

Dessa forma, com o visível aumento da incidência de micotoxinas em vários alimentos oferecidos para na nutrição animal, isso tem despertado interesse em estudos dessas substâncias. Sendo que umas das micotoxinas mais importantes nas rações avícolas são as da classe das aflatoxinas ([Santurio, 2000](#)).

A aflatoxina (AFL) é o nome comum das toxinas produzidas por espécie de fungos do gênero *Aspergillus*, sendo que os fungos mais comuns são o *A. flavus* e o *A. parasiticus* ([Santurio, 2000](#)).

Devido a rápida absorção dessa toxina no intestino delgado dos animais, faz com que essa micotoxina se torne extremamente tóxica, ou seja, uma das micotoxinas mais potentes encontradas ([Wyatt, 1991](#)).

A descoberta da aflatoxina, se deu no ano de 1960, após surto com alta letalidade em perus na Inglaterra, conhecida como “*turkey- X disease*”. Nessa ocasião milhares de aves morreram após consumir torta de amendoim na ração contaminada por micotoxinas, originária do Brasil. ([Sargeant et al., 1961](#)).

São conhecidos, até nos dias atuais, 18 compostos similares constituídos pelo termo aflatoxina. Todavia, os de interesse médico-sanitário, ou seja, que irão causar danos aos animais são somente quatro. Sendo eles classificados como aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 ([Coulombe, 1991](#)). Dentre as 4 aflatoxinas citadas como nocivas a sanidade dos animais, a do tipo B1

é a toxina mais prevalente e tóxica em cereais usados nas rações.

As aflatoxinas são amplamente encontradas em matérias-primas nas fábricas de rações, ou seja, acabam contaminando a ração dos animais posteriormente. Em especial são encontrados nos cereais, como o milho, e possuem grande capacidade de levar a quadros clínicos agudos ou crônicos de aflatoxicose nos animais.

Segundo a [Iheshiulor et al. \(2011\)](#) estima-se que mais de 25% da produção de cereais, tanto para consumo humano quanto para animais, estão contaminados por toxinas de origem fúngicas. E cerca de 25 a 40% destes cereais estão contaminados por diversas micotoxinas.

Comprovando isso, [Reges et al. \(2016\)](#) avaliaram e quantificaram a presença de fungos e micotoxinas (aflatoxina e zearalenona) em grãos de milho logo após a colheita. Os resultados obtidos por esses autores demonstram que todas as amostras analisadas tiveram presença de fungos, sendo eles os fungos *Aspergillus flavus*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium roseum*, e *Penicillium sp.* Já para a presença de fungos aflatoxigênicos e da micotoxina aflatoxina, somente algumas amostras analisadas apresentaram níveis de contaminação, porém essas estavam com níveis acima do limite oficial (20 µg/kg) permitido pelo Ministério da Saúde/Anvisa e o MAPA.

Estudos nas características genéticas dessas micotoxinas vêm sendo cada vez mais um fator decisivo para resolução do problema, sendo uma forma de descobrir como controlar esse agente nocivo. [Leeson et al. \(1995\)](#) Citaram que, os efeitos tóxicos da aflatoxina possuem variações consideráveis entre as espécies de animais. Podem ocorrer variações dentro da mesma espécie, de acordo com a idade, sexo, raça composição da dieta. Em geral a sensibilidade da dieta é significativamente elevada nos animais mais jovens.

Segundo [Santurio \(2000\)](#), quando ocorrem surtos de aflatoxicose nos animais no campo, uma das características para diagnosticar essa enfermidade é a avaliação das excretas das aves, já que elas terão partículas da ração mal digeridas ali. Além disso, os primeiros sinais podem ser identificados pela necropsia, sendo que será comum encontrar alterações de cor e tamanho de órgãos com o fígado e rins.

Na avicultura, as aflatoxinas são bastante conhecidas por causar danos ao fígado. Dessa

forma, ocorrem perdas na produtividade e/ou eficiência reprodutiva e diminuição na produção de ovos, casca do ovo com qualidade inferior, carcaças de má qualidade e por fim, susceptibilidade às doenças ([Iamanaka et al., 2013](#)).

### Efeitos da aflatoxina nas aves

As aflatoxinas possuem influência negativa na produção avícola, seus efeitos atingem os parâmetros zootécnicos como o ganho de peso, ingestão de ração, conversão alimentar, mortalidade e conseqüentemente, o índice de eficiência produtiva.

A absorção das aflatoxinas (AFL) pelo trato gastrointestinal das aves ocorre muito de forma muito rápida, tornando-a, portanto, muito tóxica. Após ser absorvida, a AFL é ligada a uma proteína (albumina), e em menor proporção a outras proteínas, proporcionando as aflatoxinas ligadas se espalharem pelos tecidos. Em especial, essa micotoxina tem afinidade pelo tecido hepático. Desta forma, [Doerr et al. \(1983\)](#) avaliaram os efeitos da aflatoxinas nos planteis de frango de corte. No seu experimento observaram diminuição significativa no peso das aves alimentadas com ração contendo 2,7 mg/kg de aflatoxina. Nesse contexto, é possível observar a importância de controlar essa contaminação na ração, para que o desempenho produtivo não seja prejudicado.

Na pesquisa realizada por [Boemo et al. \(2015\)](#), eles realizaram uma meta análise para verificar os diferentes níveis de aflatoxinas em relação ao desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias alojados em baterias. Eles concluíram que em dietas com os seguintes níveis de aflatoxinas: 1; 2,5 e 3 ppm, ocorre redução do desempenho produtivo desses animais. Isso principalmente pela diminuição do consumo de ração, que leva ao menos ganho de peso. Além disso, observaram que os órgãos, baço, coração e fígado apresentaram aumento de tamanho quando os animais estavam intoxicados pela aflatoxina.

No estudo realizado por [Santurio \(2000\)](#), ele verificou que a primeira mudança causada pelas aflatoxinas no organismo das aves é a alteração no tamanho dos órgãos internos. Ocorre aumento de tamanho no fígado, baço e rins, enquanto que a bursa e o timo diminuem de tamanho. Para [Giacomini et al. \(2006\)](#) constataram que o coração e o fígado das aves que ingeriram aflatoxinas apresentaram aumento significativo no peso. Observaram que em relação ao baço e a moela,

não apresentaram diferenças. Em relação a concentração das proteínas plasmáticas, viram redução significativa na concentração das globulinas.

Na aflatoxicose não ocorrem erosões na moela, apesar de muitas aves com lesões características dessa micotoxicose também apresentarem esse tipo de alteração (Santurio, 2000). A irritação no proventrículo e na moela ocorre devido ao contato direto da aflatoxina durante o processo de digestão (Huff et al., 1986).

Outro problema causado em frangos devido a ingestão de aflatoxinas é a esteatorréia (presença excessiva de gordura nas fezes), ela é acompanhada pela diminuição nas atividades metabólicas e da lipase pancreática, sendo a principal enzima digestível de gordura, necessária para digestão e a absorção de gordura, (Mallmann et al., 2007), essa má absorção prejudica a eficiência de conversão alimentar, provocando perdas econômicas na produção.

Em estudo realizado por Siloto et al. (2013) observaram que o fígado de aves alimentadas com aflatoxina teve um aumento de tamanho e alteração na cor, sendo ela de aspecto amarelada. Essa coloração amarelada foi avaliada como causa, uma maior retenção de gordura. Nesse mesmo estudo, observaram que a aflatoxina foi prejudicial em galinhas poedeiras devido às mudanças no metabolismo lipídico e do fígado gorduroso (lipidose hepática).

Huff et al. (1986) também observou o aumento do fígado durante a aflatoxicose, e verificou que essa alteração ocorre em doses baixas de ingestão da aflatoxina. Essa mudança no fígado foi detectada antes de qualquer outro órgão, e esse aumento de tamanho coincide com o aumento dos níveis de lipídeos no fígado.

Outro fator observado pelo autor Huff et al. (1986) foi sobre o efeito da aflatoxina sobre os níveis de ácido úrico, colesterol e triglicerídeos, que ocorreu no décimo segundo dia. Esse dia é, aproximadamente, o mesmo dia que ocorre o aumento nos níveis de lipídeos no fígado. No entanto, sugere que o metabolismo do fígado fica comprometido, sendo assim, o transporte desses metabolitos citados anteriormente, acabam sendo interrompidos devido aos danos hepáticos causados pela aflatoxina. Galinhas poedeiras alimentadas com aflatoxinas obtiveram uma ligeira redução do tamanho do ovo, conseqüentemente, redução no tamanho da gema.

Porém, observam que a deposição de cálcio na casca não foi afetada. (Washburn et al., 1985). Para Mallmann et al. (2007), a redução na produção de ovos só é sentida após algumas semanas, devido a presença de folículos pré ovulatórios formados antes do consumo de alimentos com aflatoxinas. Dessa forma, esses folículos não são afetados, mascarando a micotoxicose. Oliveira et al. (2001), em estudo observou que a produção de ovos em aves que receberam rações contaminadas com aflatoxinas, foi menor em relação ao do grupo controle. Entretanto, em relação aos tratamentos que foram infectados com aflatoxinas nas doses de 100 µg/kg; 300 µg/kg e 500 µg/kg, tanto a produtividade quanto a qualidade dos ovos não foram afetados. Já para os parâmetros zootécnicos de consumo de ração, foi semelhante nos diferentes tratamentos, somente com exceção do tratamento com 100 µg/kg, em que o consumo se demonstrou menor que os demais. Nesse mesmo trabalho Oliveira et al. (2001) observaram que o ganho de peso das aves alimentadas com dietas contaminadas por aflatoxinas foram inferiores ao da dieta controle. Em relação ao peso do ovo, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Assim, esse resultado indica que possivelmente as rações com concentração abaixo de 500µg/kg de aflatoxinas, não apresenta efeito sobre o peso do ovo. Corroborando com isso, em experimento realizado por Uttpatel et al. (2011), também verificaram que o peso do ovo não é influenciado quando a ingestão de micotoxinas na ração é inferior a 500 µg/kg.

### Valores aceitáveis

Os níveis de aflatoxina julgado "seguro" para os padrões de laboratório podem ser fisiologicamente e economicamente prejudicial no campo. As condições que os animais se encontram podem não estar de acordo com o laboratorial. Fatores mal definidos podem interagir e aumentar os efeitos de micotoxinas (Doerr et al., 1983). Segundo LAMIC (Laboratório de Análises Micotoxicológicas) na fase inicial da criação de frango de corte não é aceitável aflatoxinas pelas aves. Já na fase de crescimento os níveis aceitáveis é de 2 ppb e para fase final os limites são de 5 ppb. Indicam 10 ppb para matrizes e poedeiras. Diferentemente da LAMIC, a legislação da União Europeia nº 178/2010, utiliza a recomendação dos níveis de aflatoxinas B1 de até 20 ppb para rações completas para suínos e aves, exceto animais jovens. Essa recomendação é a mesma citada pelo

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), resolução 183 de 21/03/96. Sendo dentre desses 20 ppb, a soma das aflatoxinas B1 + B2 + G1 + G2. Para a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), foi publicado no diário Oficial da União a resolução nº 7, de 18 de fevereiro de 2011, os limites aceitáveis de aflatoxinas (B1, B2, G1, G2). São de 20 µg/kg para milho, milho grão (inteiro, amassado, moído, partido), farinhas ou sêmolos de milho.

A partir desses dados é possível observar certa dificuldade em padronizar os níveis aceitáveis de aflatoxinas, com grandes divergências entre as fontes. Segundo [Doerr et al. \(1983\)](#), estabelecer um nível confiável de aflatoxina em alimentos contaminados, que não seja prejudicial sobre o desempenho, à toxicidade da aflatoxina é um grande desafio. Devido a isso, observam que as perdas econômicas podem ser significativas mesmo quando as aves são expostas a baixos níveis de aflatoxinas.

### Controle das micotoxinas – Boas práticas agrícolas

Atualmente, um dos principais métodos para controlar as micotoxinas nas rações, é prevenir o aumento desses fungos nos alimentos. Ou seja, proporcionar um ambiente em que eles não encontrem condições favoráveis para sua proliferação. Nesse contexto, o devido controle da temperatura e umidade são papéis fundamentais, já que eles possuem afinidade com altas temperaturas e umidade. Essas variáveis ambientais devem ser controladas desde o plantio, colheita, transporte, estocagem e processamento do produto final.

A secagem e armazenagem dos grãos contribuem para a contaminação fungica. Dessa forma, a variável da temperatura da massa de grãos na parte interna dos silos está acima dos 18°C, que seria o valor recomendado. Isso permite que ocorra o crescimento dos fungos, já que necessitam de calor. Além disso, a falta de aeração nos silos é mais um fator favorável ao crescimento fúngico ([Mallmann et al., 2009](#)). Portanto, existem determinadas medidas práticas que normalmente são utilizadas para controlar a presença de fungos, e, conseqüentemente de micotoxinas nas rações. Lembrando que a eliminação total desses agentes nocivos ainda não é possível, contudo, servem para mantê-los em níveis bem baixos e, assim,

com baixo risco à sanidade para o consumo tanto humano como dos animais.

Algumas dessas medidas são citadas por [Iamanaka et al. \(2013\)](#) sendo a adoção de práticas agrícolas corretas, ou seja, equipamentos de colheita adequados com pouco dano mecânico. Citam também realizar as coletas logo que o produto chegue a maturidade. É importante secar o produto nos níveis seguros de umidade. Observam que as sementes de oleaginosas e de grãos deverão sempre ser limpas para que saia a matéria orgânica, enquanto que sementes danificadas, bem como as áreas de armazenamento deverão ser limpas e ausentes de insetos e/ou roedores e protegidas das variáveis climáticas. Além disso, outro método agrícola para controlar a presença de fungos nos grãos, é através da seleção de cultivares geneticamente resistentes a infestação por esses patógenos ([Lanza et al., 2016](#)). Ou seja, cultivar plantas que tenham certo grau de resistência para que essas plantas possuam um número inferior de fungos. Entretanto, um fato marcante que aconteceu na região do Sudoeste de Goiás, a epidemia por cercosporiose (*Cercospora zae maydis*) em 2000, fez com que o uso de fungicidas fosse aumentado na produção de grãos nas lavouras ([Costa et al., 2012](#)).

Dessa maneira, o uso de controle químico na produção de grãos, para controlar a presença de fungos é outra maneira que pode ser realizada para diminuição desse agente. Segundo [Amorim et al. \(2011\)](#), os fungicidas podem ser a única forma de controlar a presença de fungos nos grãos quando estão nas lavouras. Sendo então, na maioria das vezes, essencial para que se possa diminuir esse patógeno das culturas.

### Controle das micotoxinas – substâncias adsorventes inorgânicas

Outro método muito utilizado para o controle das micotoxinas é pelo uso de adsorventes. Diferentemente dos controles utilizados nas lavouras, esse princípio é utilizado quando no momento de formulação da ração. Os adsorventes são conhecidos como um material inerente com capacidade de se aderir na superfície das micotoxinas. A partir disso, o complexo formado (micotoxina e adsorvente) é eliminado junto com as fezes. Dessa maneira, evita que ocorra a absorção da micotoxina pelo animal ([Arellano & Rosas, 2008](#)). Essas substâncias são consideradas como aditivos nas rações e agem através de

redução dos efeitos deletérios no trato gastrointestinal, provocados pelas micotoxinas. Além disso, também agem na redução da absorção de outros metabólitos tóxicos pelo animal ([Swamy et al., 2002](#)). Grande parte das substâncias adsorventes utilizadas possui sua composição de argilas selecionadas e processadas. Assim, nas fábricas de rações, a adição dessas argilas está cada vez mais inserida no processo de adsorção das micotoxinas. E como já citado, o propósito desse aditivo é para reduzir a absorção das micotoxinas pelo trato gastrointestinal das aves ([Mallmann et al., 2006](#)). Existem certas argilas que são mais eficazes e por isso mais utilizadas a adsorção das micotoxinas. Essas argilas são: a sepiolita, a aluminossilicato de sódio e de cálcio (bentonitas), a diatomitos ([Mallmann et al., 2006](#)).

Contudo, para a eliminação dessas toxinas na ração animal pelos adsorventes, não devemos levar em consideração somente a efetividade na redução das micotoxinas. Dessa forma, deve ser levado em conta se a substância adsorvente utilizada não seja originada de produtos de degradação tóxicos para os animais. Além disso, essa substância não poderá causar redução do valor nutritivo dos alimentos tratados.

Com o visível aumento da contaminação por micotoxinas nos alimentos, segundo [Mallmann et al. \(2006\)](#) adicionar adsorventes nutricionais tem sido uma importante ferramenta de para se evitar prejuízos sanitários. Nesse sentido, no estudo de [Rosa et al. \(2012\)](#) relataram a eficiência da utilização dos adsorventes nas rações. Esses autores realizaram um experimento com matrizes de frango de corte, submetidas ao consumo de aflatoxinas e, ao mesmo tempo, de adsorventes na ração. Eles concluíram que quando ocorre a presença de até 0,750 mg aflatoxinas por kg de ração, durante oito semanas, o uso do adsorvente é favorável na diminuição de danos a produção. As progênes dessas matrizes conseguiram manter seu desempenho zootécnico, além dos parâmetros sanguíneos ficarem normais. Assim, nesse trabalho foi possível verificar a importância do uso desse aditivo na alimentação, quando se está presente aflatoxinas.

#### Controle das micotoxinas – uso de leveduras

As leveduras possuem em sua parede celular, complexos de carboidratos, que possuem função adsorventes de certas micotoxinas. Dessa forma, a utilização das leveduras pode ser uma estratégia

para minimizar os efeitos ocasionados por certos grupos de micotoxinas presentes nas rações.

Baseado nisso, no estudo de [Zhao et al. \(2010\)](#) verificaram que a adição de adsorvente contendo parede celular de algas e argila melhorou os efeitos negativos de 1 mg/kg de aflatoxina B1 na ração. Essa melhora foi tanto no desempenho produtivo como em menores danos ao fígado ( $P < 0,05$ ). Porém, quando as concentrações da aflatoxina B1 foram de 2 mg/kg, não houve diminuição dos efeitos negativos ( $P < 0,05$ ).

Já no experimento de [Pizzolitto et al. \(2013\)](#) adicionaram à água de bebida de frangos  $5 \times 10^9$  células/L culturas de *Saccharomyces cerevisiae* (CECT1891). A ração fornecida para esses animais continha aflatoxina B1, sendo 1,2 ppm. Esses autores observaram que essa levedura gerou um efeito protetor contra lesões hepáticas, hepatomegalia, nos parâmetros bioquímicos séricos, além de boas taxas no desempenho zootécnico.

#### Controle das micotoxinas – Enzimas microbianas

Atualmente, experimentos com enzimas microbianas vêm sendo realizados para utilizá-las na detoxificação dos alimentos ([Carão et al., 2014](#)). Extratos de células livres, cultivadas das bactérias *R. erythropolis* e *M. fluoranthenorans*, foram capazes de degradar com eficácia aflatoxinas B1, nos testes *in vitro*, realizados por [Teniola et al. \(2005\)](#). Eles relatam que isso ocorreu pela possível presença de enzimas que realizam a degradação dessa micotoxina.

[Ma et al. \(2012\)](#) verificaram que *Bacillus subtilis* (ANSB060), obtidos do intestino de peixes, possuem forte capacidade de desintoxicar aflatoxinas. Dessa maneira, avaliaram a qualidade do ovo e alterações bioquímicas séricas e histopatológicas do fígado e rim de galinhas poedeiras, quando expostas à aflatoxina B1. Eles concluem que teve a *Bacillus subtilis* (ANSB060) teve 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.

[Farzaneh et al. \(2012\)](#) utilizaram outra estirpe de *Bacillus subtilis*, sendo a UTBSP1, para verificar o controle de AFB1 em nozes de pistache. Verificaram que essa estirpe é capaz de reduzir a presença da micotoxina, sendo que na cultura de caldo nutritivo de carne e na noz de

pistache, a diminuição foi de 85,66% e 95%, respectivamente. Além disso, os resultados indicaram que a degradação de AFB1 é por ação de enzimas extracelulares e constitutivamente produzidas.

Entretanto, apesar desses estudos promissores a respeito da utilização de enzimas microbianas na degradação de aflatoxinas, mais estudos são necessários para esclarecer mecanismos de ação e também valores ideais de inclusão dessa substância (Carão et al., 2014).

### Considerações finais

As micotoxinas principalmente as aflatoxinas, apresentam efeitos deletérios notáveis sobre a saúde das aves e, conseqüentemente, nos índices zootécnicos. Dessa forma, mesmo que essas aves sejam expostas a concentrações baixas de aflatoxinas na ração e alimentos. Esses efeitos acarretam prejuízos importantes na produção avícola devido à queda de desempenho. É de grande importância a criação de estratégias no controle desde a temperatura e umidade, controle dos insetos e na produção de ração, pois a melhor forma de controlar o crescimento desses fungos no alimento é através da prevenção

### Referências bibliográficas

- Arellano, J. L. & Rosas, I. G. 2008. Uso de Organoaluminossilicato para reducir El efecto tóxico de mezcla de Aflatoxinas y Zearalenona em la Producción de Huevo. In: Scussel, V.M., da Rocha, M.U.U., Lorini, I., Rosa, C.A. da R., Carvajal, M.M., Sabino, M. (1 ed.). *Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II*. ABMAG, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Amorim, L., Rezende, J. A. M. & Bergamin Filho, A. 2011. *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. Agronômica Ceres, São Paulo.
- Boemo, L. S., Karkow, A. K., Lucca, W., Rosa, A. P., Luz, T. S., Potter, L. & Santurio, J. M. 2015. Estudo meta-analítico de diferentes níveis de aflatoxinas no desempenho de frangos de corte de 1 a 21 dias alojados em baterias. *Acta Scientiae Veterinariae*, 43, 1317.
- Carão, C., Ágatha Cristina Pinto, Albuquerque, R., Oliveira, C. A. F., Ribeiro, P. d. A. P., Merseguel, C. E. B. & Andrade, K. 2014. Aflatoxicoses: prejuízos causados ao desempenho zootécnico de frangos de corte, boas práticas agrícolas e métodos biológicos de detoxificação. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 51, 94-101.
- Costa, R. V., Cota, L. V., Silva, D. D., Meirelles, W. F. & Lanza, F. E. 2012. Viabilidade técnica e econômica da aplicação de estrobilurinas em milho. *Tropical Plant Pathology*, 37, 246-254.
- Coulombe, R. A. 1991. Aflatoxins. In: Sharma, R. P. & Salunkhe, D. K. (eds.) *Mycotoxins and Phytoalexins*. CRC Press Boca Raton, London.
- Doerr, J. A., Huff, W. E., Wabeck, C. J., Chaloupka, G. W., May, J. D. & Merkle, J. W. 1983. Effects of low level chronic aflatoxicosis in broiler chickens. *Poultry Science*, 62, 1971-1977.
- FAPRI. 2016. Food and Agricultural Policy Research Institute. In: Database, W. A. O. (ed.) *Food and Agricultural Policy Research Institute*. Iowa State University and University of Missouri-Columbia Ames, IA, USA.
- Farzaneh, M., Shi, Z.-Q., Ghassempour, A., Sedaghat, N., Ahmadzadeh, M., Mirabolfathy, M. & Javan-Nikkhah, M. 2012. Aflatoxin B1 degradation by *Bacillus subtilis* UTBSP1 isolated from pistachio nuts of Iran. *Food Control*, 23, 100-106.
- Giacomini, L., Fick, F. A., Dilkin, P., Mallmann, C. A., Rauber, R. H. & Almeida, C. 2006. Desempenho e plumagem de frangos de corte intoxicados por aflatoxinas. *Ciência Rural*, 36, 234-239.
- Huff, W. E., Kubena, L. F., Harvey, R. B., Corrier, D. E. & Mollenhauer, H. H. 1986. Progression of aflatoxicosis in broiler chickens. *Poultry Science*, 65, 1891-1899.
- Iamanaka, B. T., Oliveira, I. S. & Taniwaki, M. H. 2013. Micotoxinas em alimentos. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, 7, 138-161.
- Iheshiulor, O. O. M., Esonu, B. O., Chuwuka, O. K., Omede, A. A., Okoli, I. C. & Ogbuwu, I. P. 2011. Effects of mycotoxins in animal nutrition: A review. *Asian Journal of Animal Science*, 5, 19-33.
- Lanza, F. E., Zambolim, L., Costa, R. V., Silva, D. D., Queiroz, V. A. V., Parreira, D. F., Mendes, S. M., Souza, A. G. C. & Cota, L. V. 2016. Aplicação foliar de fungicidas e incidência de grãos ardidos e fumonisinas totais em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51, 638-646.

- Leeson, S., Diaz, G., Gonzalo, J. & Summers, J. D. 1995. *Poultry metabolic disorders and mycotoxins*, Guelph, Ontário.
- Ma, Q. G., Gao, X., Zhou, T., Zhao, L. H., Fan, Y., Li, X. Y., Lei, Y. P., Ji, C. & Zhang, J. Y. 2012. Protective effect of *Bacillus subtilis* ANSB060 on egg quality, biochemical and histopathological changes in layers exposed to aflatoxin B1. *Poultry Science*, 91, 2852-2857.
- Mallmann, C. A., Dilkin, P., Giacomini, L. Z. & Rauber, R. H. 2006. Critérios para seleção de um bom sequestrante para micotoxinas. *Conferência APINCO*. Santos, São Paulo.
- Mallmann, C. A., Dilkin, P., Giacomini, L. Z., Rauber, R. H. & Pereira, C. E. 2007. Micotoxinas em ingredientes para alimento balanceado de aves. *Congresso latinoamericano de avicultura*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul.
- Mallmann, C. A., Dilkin, P., Rauber, R. H., Berchieri, A. J., Silva, E. N., Di Fabio, J., Sesti, L. & Zuanaze, M. A. F. 2009. Micotoxinas e micototoxicoses na avicultura. In: AJ Berchieri, A. J., Silva, E. N., Fabio, J. D., Sesti, L. & M.A.F., Z. (eds.) *Doença das aves*. FACTA-Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, São Paulo.
- Oliveira, C. A. F., Albuquerque, R., Correa, B., Kobashigawa, E., Reis, T. A., Fagundes, A. C. A. & Lima, F. R. 2001. Produção e qualidade dos ovos de poedeiras submetidas à intoxicação prolongada com aflatoxina B1. *Arquivos do Instituto Biológico*, 68, 1-4.
- Pizzolitto, R. P., Armando, M. R., Salvano, M. A., Dalcerro, A. M. & Rosa, C. A. 2013. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* as an anti-aflatoxicogenic agent in broiler feedstuffs. *Poultry Science*, 92, 1655-1663.
- Reges, J. T. A., Jesus, M. N., Silva, S. D. R., Souza, M. H., Santos, I. J., Santos, S. M. & Rodrigues, J. W. 2016. Ocorrência de fungos e micotoxinas em grãos de milho em Jataí-GO. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 3, 34-39.
- Rosa, A. P., Utpatel, R., Santurio, J. M., Scher, A., Duarte, V., Santos, C. B., Boemo, L. S. & Forgiarini, J. 2012. Desempenho de frangos de corte oriundos de matrizes de corte submetidas a dietas contendo aflatoxinas e glucomanos esterificados como adsorvente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 347-352.
- Santurio, J. M. 2000. Micotoxinas e micototoxicoses na avicultura. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2, 1-12.
- Sargeant, K., O'Kelly, J., Carnaghan, R. B. A. & Allcroft, R. 1961. The assay of a toxic principle in certain groundnut meals. *Veterinary Record*, 73, 1219-1223.
- Siloto, E. V., Oliveira, E. F. A., Sartori, J. R., Fascina, V. B., Martins, B. A. B., Ledoux, D. R., Rottinghaus, G. E. & Sartori, D. R. S. 2013. Lipid metabolism of commercial layers fed diets containing aflatoxin, fumonisin, and a binder. *Poultry Science*, 92, 2077-2083.
- Swamy, H. V., Smith, T. K., Cotter, P. F., Boermans, H. J. & Sefton, A. E. 2002. Effects of feeding blends of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on production and metabolism in broilers. *Poultry Science*, 81, 966-975.
- Teniola, O. D., Addo, P. A., Brost, I. M., Färber, P., Jany, K. D., Alberts, J. F., Van Zyl, W. H., Steyn, P. S. & Holzappel, W. H. 2005. Degradation of aflatoxin B 1 by cell-free extracts of *Rhodococcus erythropolis* and *Mycobacterium fluoranthenorans* sp. nov. DSM44556 T. *International Journal of Food Microbiology*, 105, 111-117.
- Utpatel, R., Rosa, A. P., Santurio, J. M., Scher, A., Stefanello, C. & Duarte, V. 2011. Desempenho produtivo de matrizes de corte submetidas a dietas contendo aflatoxinas e glucomanos esterificados como adsorventes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 821-826.
- Washburn, K. W., Wyatt, R. D., Potts, P. L. & Lanza, G. M. 1985. Effects and mechanism of aflatoxin on variation in shell strength. *Poultry Science*, 64, 1302-1305.
- Wyatt, R. D. 1991. Poultry. In: Smith, D. & Henderson, R. (eds.) *Mycotoxins and animal foods*. Boca Raton.
- Zhao, J., Shirley, R. B., Dibner, J. D., Uraizee, F., Officer, M., Kitchell, M., Vazquez-Anon, M. & Knight, C. D. 2010. Comparison of hydrated sodium calcium aluminosilicate and yeast cell wall on counteracting aflatoxicosis in broiler chicks. *Poultry Science*, 89, 2147-2156.

**Article History:**

Received 1 March 2017

Accepted 5 May 2017

Available on line 17 July 2017

**License information:** This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.