

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n7a134.1-11>

Lesões orais em frangos de corte provocadas por micotoxinas do milho: Revisão

Cibele Silva Minafra^{1*}, Denise Russi Rodrigues², Isabel Cristina Mores Vaccari³, Vinícius Duarte⁴, Fabiana Ramos dos Santos¹, Weslane Justina da Silva³, Alison Batista Vieira Silva Gouveia⁵, Lorrayne Moraes de Paulo⁶, Janáina Borges dos Santos⁶, Júlia Marixara Sousa Silva⁷

¹Professora do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio verde, Go, Brasil. E-mail: cibele.minafra@ifgoiano.edu.br, fabiana.santos@ifgoiano.edu.br

²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Campus Samambaia, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: veterinariadenise@hotmail.com

³Mestra pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio Verde, Go, Brasil. E-mail: isabel@lirabel.com.br, weslanejds@gmail.com

⁴Doutorando na área de Medicina Veterinária Preventiva - Sanidade e Reprodução Animal pela Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, Médico veterinário sanitaria na unidade de Buriti Alegre - GO e Uberlândia-MG, e supervisor de frango de corte na unidade de Nova Mutum-MT, na empresa BRF SA. E-mail: viniduarte@gmail.com

⁵Mestrando do Programa de pós-graduação em zootecnia, Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Go, Brasil. E-mail: alisonmestre@hotmail.com

⁶Graduanda em zootecnia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Goiano, Departamento de Zootecnia. Campus Rio Verde, Go, Brasil. E-mail: lorraynemoresrv@gmail.com, janainahph@hotmail.com

⁷Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Campus Samambaia, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: marixara13@gmail.com

*Autor para correspondência

RESUMO. A criação de aves está baseada na utilização de grãos que exigem qualidade para o processamento das rações. Dentre os possíveis contaminantes que afetam o sucesso do empreendimento temos as micotoxicoses causadas por fungos, desde o campo até o armazenamento dos ingredientes presentes nas formulações das dietas. As toxinas de maior impacto na avicultura são a aflatoxina B1, ocratoxina A, toxina T-2 e diacetoxiscirpenol (DAS), vomitoxina e desoxinivalenol (DON), zearalenona e fumonisina B1, estes compostos geram prejuízos na produção, por ocasionar menor consumo de ração, principalmente por causar lesões na via oral dos animais, o que conseqüentemente diminui o ganho de peso, a conversão alimentar, e a produção de carne e ovos, além de distúrbios metabólicos. O milho consiste em um grão com maior presença destas micotoxinas, sendo de suma importância o acompanhamento de sua qualificação afim de oferecer rações com seguridade nutricional e sanitária, com sucesso no negócio e produtos de qualidade e segurança alimentar para o consumo humano.

Palavras chave: cereal, distúrbios gastrintestinais, intoxicação, micotoxicoses

Oral lesions in broilers caused by corn mycotoxins: Review

ABSTRACT. Bird breeding is based on the use of grains that require quality for the processing of the rations. Among the possible contaminants that affect the success of the enterprise are mycotoxicoses caused by fungi, from the field to the storage of the ingredients present in the formulations of the diets. The toxins with the greatest impact on poultry farming are aflatoxin B1, ochratoxin A, T-2 toxin and diacetoxiscirpenol (DAS), vomitoxin and deoxynivalenol (DON), zearalenone and fumonisin B1. These compounds

cause losses in production, as a result of lower feed intake, mainly for causing lesions in the oral route of the animals, which consequently decreases the weight gain, feed conversion, and meat and egg production, as well as metabolic disorders. Maize consists of a grain with a greater presence of these mycotoxins, being extremely important the monitoring of its qualification in order to offer rations with nutritional and sanitary safety, with success in the business and products of quality and food safety for human consumption.

Keywords: cereal, gastrointestinal disorders, intoxication, mycotoxicosis

Lesiones orales en pollos de engorde por micotoxinas del maíz: Revisión

RESUMEN. La cría de aves está basada en la utilización de granos que requieren calidad para el procesamiento de las raciones. Entre los posibles contaminantes que afectan el éxito del emprendimiento tenemos las micotoxicosis causadas por hongos, desde el campo hasta el almacenamiento de los ingredientes presentes en las formulaciones de las dietas. Las toxinas de mayor impacto en la avicultura son la aflatoxina B1, la ocratoxina A, la toxina T-2 y el diacetoxiscirpenol (DAS), la vomitoxina y el desoxinivalenol (DON), la zearalenona y la fumonisina B1, estos compuestos generan pérdidas en la producción, por ocasionar menor consumo de ración, principalmente por causar lesiones en la vía oral de los animales, lo que consecuentemente disminuye la ganancia de peso, la conversión alimenticia, y la producción de carne y huevos, además de disturbios metabólicos. El maíz consiste en un grano con mayor presencia de estas micotoxinas, siendo de suma importancia el acompañamiento de su calificación a fin de ofrecer raciones con seguridad nutricional y sanitaria, con éxito en el negocio y productos de calidad y seguridad alimentaria para el consumo humano.

Palabras clave: cereal, trastornos gastrointestinales, intoxicación, micotoxicosis

Introdução

O sucesso no desenvolvimento da avicultura é resultado da utilização de biotecnologias na cadeia produtiva de carnes de frangos e ovos, alicerçadas ao conhecimento crescente propiciou o surgimento de manejos, genético, alimentar e sanitários mais eficazes na oferta de produtos de alta qualidade e preços acessíveis com bom retorno financeiro ao produtor ([Veiga et al., 2016](#); [Cruz et al., 2016](#)).

A qualidade dos alimentos utilizados na fabricação de rações deve apresentar valor nutricional com nutrientes essenciais que possam ser metabolizados eficientemente, com segurança sanitária sem prejudicar a saúde das aves, produzir carcaça e ovos de boa qualidade e rentabilidade ao setor ([Troni et al., 2016](#); [Abdollahi et al., 2010b](#)).

Além de nutrientes, os grãos podem conter contaminantes de impacto na produção avícola, como as micotoxinas. Metabólitos secundários dos fungos, tóxicos e presentes em grãos contaminados devido as condições ambientais de umidade e temperatura ideais para desenvolvimento destes microrganismos, durante

o armazenamento ([Wielogórska et al., 2016](#); [Bento et al., 2012](#)).

Estas micotoxinas, se ingeridas em quantidades altas afetam a saúde e o desempenho dos animais, são a aflatoxina B1, ocratoxina A, toxina T-2 e diacetoxiscirpenol (DAS), vomitoxina e desoxinivalenol (DON), zearalenona ([Wielogórska et al., 2016](#); [Murugesan et al., 2015](#); [Bryden, 2012](#)).

As micotoxinas dão origem às micoxitoses, na avicultura leva a prejuízos devido ao baixo consumo alimentar dos animais, resultado de lesões na via oral, com queda no desempenho zootécnico, produção, fertilização, eclosão e tamanho de ovos, alta nas mortes embrionárias, distúrbios metabólicos ([Murugesan et al., 2015](#); [Bryden, 2012](#)).

O milho (*Zea mays L.*), apresenta-se em maior quantidade na dieta das aves, é um cereal utilizado para fornecer energia aos animais, devido suas características na colheita e armazenamento, defeitos estruturais nos grãos, rachaduras, partículas estranhas, impurezas e quebras, o pré-dispõe a contaminação por fungos, e consequente presença de micotoxinas ([Savi et al., 2016](#)).

Sendo assim, objetivou-se com esta revisão obter conhecimento destas micotoxinas no milho, como ferramenta eficaz para implantação de métodos preventivos que combatam e diminuam os impactos das micotoxicoses na avicultura.

Milho (*Zea mays* L.)

O milho é uma planta amplamente cultivada, sua produção é destinada a alimentação animal e humana. Tendo a avicultura maior participação no consumo deste cereal, por representar a porção energética da dieta. A grande demanda por milho, sustenta a economia rural, sendo um grão de importância no mercado agroindustrial além de representar a principal commodity que dá equilíbrio ao comércio dos grãos ([Fumagali et al., 2017](#); [Tonin et al., 2009](#); [Demétrio et al., 2008](#)).

Apesar de ser uma cultura de destaque produtivo, enfrenta dificuldades de gestão no armazenamento da produção, abastecimento, transporte e logística. Nestas situações, a que mais impacta a produção de aves, é o tempo decorrido entre o armazenamento e a utilização dos grãos, pois por conter umidade no momento da colheita, o milho fica susceptível a contaminações microbiológicas, como fungos, levando a perdas nutricionais por deterioração e riscos sanitários por contaminantes tóxicos, micotoxinas ([Medina et al., 2015](#); [Stringhini et al., 2014](#)).

Na alimentação de aves as fábricas de rações consomem em média 60 % dos grãos de milhos colhidos, enquanto que o restante é utilizado no processamento de alimentos para a alimentação humana, óleos, margarinas, enlatados, farinhas, fubá, amido, etc. ([Gonçalves et al., 2003](#)).

A fabricação de rações implica trabalhar com matéria prima de alta qualidade nutricional e sanitária caracterizada pela ausência de contaminantes, sujidades, microrganismos, insetos e agrotóxicos ([Tahir et al., 2012](#)).

A qualidade nutricional dos grãos advém de sua composição química, a qual é influenciada pelas condições de fertilidade do solo, genética da planta, seu desenvolvimento e manejo na colheita; De acordo com as Tabelas Brasileiras de Alimentos para Aves e suínos ([Rostagno et al., 2017](#)) o milho produz grãos com média de amido (73,5%), proteína (9%), lipídeos (4,3%), açúcares (1,9%), minerais (1,5%).

Normalmente é a indústria que define o padrão de qualidade dos grãos de acordo com o tipo de processamento, e de dieta a ser formulada, por

exemplo rações para animais jovens são de melhor qualidade proteica, isentas de fungos, enquanto que as fabricadas para animais mais velhos, podem ser compostas por grãos de menor qualidade proteica e com um percentual definido de presença de fungos de forma que não cause danos à saúde e desempenho dos animais ([Stringhini et al., 2000](#)).

No Brasil temos grãos de milho classificados de acordo com sua integridade física e pureza sob a instrução normativa 60 de 2011 do MAPA, são:

Milho tipo 1: apresentam 1% de grãos ardidos, 6% de grãos avariados, 3% grãos quebrados, 1% com presença de matérias estranhas e impurezas e 2% de carunchos.

Milho tipo 2: possui cerca de 2% de grãos ardidos, 10% de grãos avariados, 4% de grãos quebrados, 1,5% com matérias estranhas e impurezas, 3% carunchados.

Milho tipo 3: tem 3% de grãos ardidos, 15% de grãos avariados, 5% de grãos quebrados, cerca de 2% de matérias estranhas e impurezas e 4% de carunchos.

Além dos aspectos físicos inerentes aos grãos do milho, na produção aves é interessante avaliar sua pigmentação e teor de água, pois estes parâmetros influenciam na cor da carcaça e gema dos ovos, assim como a oferta de condições ideais ao desenvolvimento de fungos afetando sua qualidade sanitária ([Stefanello et al., 2015](#)).

A qualidade sanitária dos grãos de milho se refere a presença de microrganismos como fungos e bactérias, que além de comprometerem o valor nutricional do milho, aparência e processamento (cocção, moagem, extrusão, peletização), podem alterar quimicamente pela presença de substratos produzidos pelos microrganismos, enzimas degradativas do material (fermentação), micotoxinas ([Abdollahi et al., 2010a](#)).

Os fungos são os de maior importância na qualidade dos grãos, pois são numerosos e podem estar presentes desde o campo até nos silos da fábrica de ração. Os fungos presentes no campo têm a capacidade de colonizar o grão antes de ser colhido, pois necessitam de pelos menos 21% de umidade e umidade relativa alta. São fungos de campo os gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Helminthosporium* e *Fusarium* ([Wielogórska et al., 2016](#); [Pinotti et al., 2016](#)).

Os fungos se desenvolvem nos grãos úmidos em condições de temperatura e umidade altas,

deterioram o material com sua atividade metabólica consumindo os nutrientes o que reduz a qualidade nutricional do milho, excretam micotoxinas que causam alterações físicas, visuais, e organolépticas no alimento, além de apresentar toxidez aos animais ([Murugeson et al., 2015](#); [Ruiz et al., 2011](#); [Ubiali et al., 2011](#)).

Por muitas vezes não é possível detectar visualmente a presença de fungos e suas micotoxinas no milho, devido ser estocado em grandes volumes, o que o coloca como alimento com maior incidência de contaminação dos animais. Normalmente grãos sem qualidade ideal apresentam redução em seus compostos químicos de valor nutricional, proteínas, lipídeos e açúcares. Sendo assim, preconiza-se além da classificação comercial, a avaliação da qualidade nutricional e sanitária relativa a presença de micotoxinas ([Bhat et al., 2010](#); [Strighini et al., 2000](#); [Mirocha & Pathre, 1973](#)).

A incidência alta de grãos ardidos pode ser um indicativo da presença de fungos, estes grãos ao sofrerem avarias durante a colheita (quebras e trincas no tegumento), são contaminados pelos esporos dos fungos que futuramente se desenvolverão. Os grãos ardidos também podem ser advindos de espigas que iniciaram seu processo de decomposição pela presença de fungos ([Stefanello et al., 2015](#)).

O aspecto físico referente a aparência, a cor, também reflete a qualidade do produto, uma vez que em grãos de milho, seu escurecimento está relacionado com atividades de metabolização de lipídeos pigmentantes, zeaxantina e açúcares.

A mudança na cor dos grãos ocorre devido a desaminação das proteínas onde os aminoácidos liberados são utilizados na formação de ácidos orgânicos e compostos amoniacais resultando em maior intensidade de escurecimento e odor fétido, ou seja, putrefação dos grãos. Estas atividades enzimáticas podem ser oriundas da interferência física da água e temperatura, assim como microbiológica, enzimas produzidas pelos fungos ([Cantú et al., 2016](#)).

Outras variáveis que podem afetar a qualidade do grão além das citadas anteriormente, podemos ter a presença de insetos, que infestam os grãos de milho, Gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e a Traça dos Cereais, animais que provocam a perda de peso e nos níveis energéticos dos grãos, doenças, baixo índice de germinação e vigor das plantas, que impactam a produtividade e viabilidade

financeira da comercialização, utilização na alimentação dos animais ([Antunes et al., 2017](#); [Elias et al., 2009](#)).

Micotoxinas presentes no milho

Os fungos do gênero *Aspergillus* são encontrados em grãos de milho com alta incidência em ambientes de armazenamento com umidade relativa em torno de 13% a 18%, são aflatoxigênicos, produzem aflatoxinas ([Pinotti et al., 2016](#)).

A Aflatoxina B1 é originada do metabolismo de fungos do gênero *Aspergillus*, são micotoxinas produzidas em maior quantidade pelos fungos *A. flavus* e *A. parasiticus* ([Bento et al., 2012](#)).

No milho a umidade e maior porcentagem de grãos quebrados, danificados e impurezas estimulam o crescimento dos fungos *Aspergillus*, aumenta assim a incidência de aflatoxinas nas dietas dos animais. Apesar de no Brasil o limite máximo de aflatoxina apontados pelo [Brasil \(2011\)](#) na alimentação animal é de 0,05 ppm, devido as condições precárias do sistema de armazenamento, tem-se encontrado contaminação com concentrações acima do limite de seguridade aceitável pela legislação vigente.

As aflotoxicoses afetam mais drasticamente a saúde dos mamíferos (ruminantes, suínos e cães), por estes animais apresentarem baixa concentração da glutatona S-transferase (GST) nos hepatócitos, enzima detoxificante que possui alta afinidade com as aflatoxinas ocasionando distúrbios metabólicos irreversíveis e fatais. Em casos de aflotoxicose aguda o fígado aumenta de tamanho e adquire cor amarelo-alaranjado e porções avermelhadas ([Pierezan et al., 2010](#)).

Esta micotoxicose hepática, causa tumor, mutação gênica e hemorragia. Afeta o metabolismo lipídico nas aves com aparecimento da síndrome da ave pálida e, ou fígado gorduroso (osteatose hepática), resultante da queda na produção de lipase pancreática e secreção biliar afetando absorção dos lipídeos principalmente os carotenoides que são responsáveis pela pigmentação da pele e da gema dos ovos ([Gomes et al., 2014](#); [Ruiz et al., 2011](#)).

Nas aves de produção os sinais são de natureza subclínica, afetando o desempenho zootécnico, redução na reprodução, menor conversão alimentar com consequente diminuição no crescimento e ganho de peso, digestão ineficiente dos ingredientes da ração, baixa produção de ovos,

queda nos níveis sanguíneos de proteínas e lipídeos ([Murugesan et al., 2015](#); [Bryden, 2012](#)).

Nas poedeiras ocorre perda da eficácia nutricional, por menor disponibilidade de proteínas e lipídeos para metabolização, leva à produção de ovos com tamanho reduzido, gemas menores devido a menor deposição de lipídeos, albúmen menos denso com baixa qualidade proteica ([Hassan & Ahmad, 2015](#); [Kaneko et al., 2008](#)).

A qualidade da casca dos ovos não é afetada pelas aflatoxinas, entretanto, apresenta maior resistência com aumento da espessura da casca afetando a eclodibilidade, as trocas gasosas entre o embrião e o ambiente são comprometidas o que causa aumento da mortalidade embrionária. Explicadas pelo fato de a aflatoxina ser metabolizada no fígado e depositada na gema dos ovos na forma de aflatoxina M1, assim como o aflatoxicol e até mesmo a aflatoxina B1, também podem ser encontrados na gema, a ingestão das aflatoxinas eleva os casos de aflatoxicose e a mortalidade embrionária no terço final da incubação ([Monson et al., 2015](#); [Hassan & Ahmad, 2015](#)).

As análises clínicas no soro sanguíneo dos animais é uma ferramenta eficaz na detecção da aflatoxicose, compreende a quantificação das enzimas hepáticas (aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, gama-glutamil transferase) e as proteínas séricas (proteína total, albumina e globulinas). Os valores elevados das enzimas e a queda nas proteínas são um indicativo de intoxicação por aflatoxinas. Para confirmação desta micotoxicose deve ser acompanhada de diagnóstico diferencial de aflatoxicose com concomitante averiguação da presença ou ausência de leptospirose, *Crotalaria* spp. ou alcaloides pirrolizidínicos, pois estes compostos induzem a sintomas clínicos semelhantes as micotoxinas produzidas pelos *Aspergillus* ([Kaneko et al., 2008](#)).

As ocratoxinas são moléculas sintetizadas por fungos compostas por dihidroisocumarina acoplada a β -fenilalanina, é uma micotoxina produzida por fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, afeta os rins pela alteração da filtração glomerular e dos túbulos, deficiência urinária. Nos animais de produção intoxicação por ocratoxina A, afeta a conversão alimentar e diminui o ganho de peso, resultante das lesões nos rins (hematúria), nefropatias ([Pohland et al., 2009](#)).

Os fungos produtores de ocratoxina A, consistem em um agente etiológico de enfermidades importantes na produção animal, com destaque para a nefropatia resultante da degeneração e atrofia dos tecidos dos rins, em casos agudos causa necrose e atrofia do órgão, este efeito desencadeia vários distúrbios metabólicos concernente à morfologia e funcionalidade dos órgãos, fígado, depurante natural do organismo, responsável por metabolizar os compostos presentes no sangue advindo do intestino, depois segue-se os rins, para excreção de metabólitos produzidos e inutilizados pelo organismo ([Wielogórska et al., 2016](#)).

Estudos sobre o efeito desta micotoxina (ocratoxina A) no metabolismo animal, apontam interferência na metabolização das enzimas hepáticas, imunossupressão na síntese do gama-glutamil transferase, leucina aminopeptidase e N-acetil-D-Dglucosaminidase Glucômogênese renal e atividade do fosfoenolpiruvato citosólico carboximexina (PEPCK) nos rins. Esta alteração nos níveis destes produtos metabólicos pode também estar relacionada na capacidade mutagênica desta micotoxina, sobre o RNA (ácido ribonucleico) e o DNA (ácido desoxirribonucleico), principais limitantes destes processos ([Thompson et al., 1990](#)).

As fêmeas são mais susceptíveis ao efeito tóxico da acrotoxina A, com resposta imediata quando em estágio reprodutivo, no caso das poedeiras ocorre redução da produtividade, aumento da espessura da casca afetando negativamente a eclotibilidade, mortalidade embrionária devido a má formação. Há também distúrbios gastrintestinais (diarreia), neoplasias em tecido hepático e renal, supressão imunológica (redução de eritrócitos). A acrotoxina A, pode interagir com a zearelon, em antagonismo, ou sinergismo, aumentando ou inibindo seus efeitos de toxicidade, depende do estado clínico dos animais ([Zinedine et al., 2007](#)).

Para avaliação da presença de acrotoxina A, temos também a enzima limitante proteína quinase, a qual quando em níveis reduzidos aponta toxidez na corrente sanguínea, consequente ao fígado pode resultar em distúrbios na metabolização do glicogênio a níveis elevados.

Os tricotecenos produzidos por diversos gêneros de fungos, principalmente os do gênero *Fusarium*, têm potencial de provocar intoxicações crônicas, reduzir o desempenho produtivo das aves, causar lesões orais, necrose dos tecidos

linfóides, eventuais distúrbios nervosos, empenamento anormal e diminuição da espessura da casca ([Reis et al., 2012](#)).

Fungos do gênero *Fusarium*, quando presente na dieta possui alto potencial de toxidez decorrente da metabolização do material e liberação dos triotecnos (Toxina T-2, o Deoxinivalenol – DON ou vomitoxina, e Diacetoxiscirpenol (DAS)) no meio, principais micotoxinas responsáveis por intoxicações crônicas nos animais ([Pestka & Smolinski, 2005](#); [Burmeister, 1971](#)).

Fusariotoxina T-2 é o mesmo que 4, 15-diacetoxi-8- (3-metilbutiriloxi) -12, 13epoxi-M9-tricotecen-3-ol (1), com alta capacidade irritante da pele agindo como agente inflamatório, sua toxidade crônica prejudica o desempenho das aves devido as lesões na mucosa da via oral e língua, ou ulcerações no palato e na comissura do bico ([Kosicki et al., 2016](#)).

As feridas aparecem inicialmente no palato duro e ao longo da margem da língua, são de cor branca amarelada e textura caseosa, com o passar do tempo atinge as papilas lingual e a raiz da língua, avança até a parte inferior da língua e bico, impedindo que as aves fechem a boca. Em casos mais graves da micotoxiose as lesões podem afetar o fígado gerando um inchaço no órgão, assim como possíveis erosões no estômago e intestinos, levando a hemorragia e morte ([Cano-Sancho et al., 2010](#); [Kosicki et al., 2016](#)).

A Toxina T-2, micotoxina que afeta drasticamente o consumo de ração e ganho de peso, por causar lesões orais ao ponto de necrosar os tecidos linfóide, hematopoiético e em casos mais severos distúrbios nervosos e empenamento irregular. Em poedeiras o menor aproveitamento da dieta em função da queda no consumo, diminui a espessura da casca dos ovos, vômito, redução na conversão alimentar e diarreia ([Rodriguez-Carrasco et al., 2013](#); [Ruiz et al., 2011](#)).

Assim como as demais micotoxinas, a intoxicação por Toxina T-2 pode levar a transtornos metabólicos, imunossupressora afetando a atuação dos macrófagos, alterações no sangue com hemorragias causadas por fatores relacionados a coagulação sanguínea e neurotoxicidade ([Doerr et al., 1981](#)).

As micotoxioses mais comuns a aves intoxicadas por Toxina T-2 é a síndrome sanguinolenta, dermatites, inviabilidade embrionária, hemorragias gástricas e viscerais,

enfermidades fatais caso diagnosticado tardiamente.

Ração contaminada com DAS (Diacetoxiscirpenol) causa decréscimo na produção de ovos, em virtude das lesões orais localizadas comumente na ponta da língua o que leva a queda no consumo de alimento.

Dietas com concentrações acima de 2 ppm de DAS, e presença de outras micotoxinas como a aflatoxina ou a ocratoxina, coloca em risco a saúde de animais jovens, em decorrência da interação entre as micotoxinas onde seus efeitos aditivos são potencializados, aumento das lesões na cavidade orofaríngea ([Reis et al., 2012](#)).

Em aves jovens a toxidez da micotoxina DAS afeta o empenamento, a conversão alimentar por inapetência e conseguinte baixa no consumo de ração, nas poedeiras há decréscimo na produção de ovos ([Murugesan et al., 2015](#)).

Os níveis de DON (Deoxinivalenol ou vomitoxina) encontrados em rações contaminadas estão em torno de 0,35 a 8,0 ppm, quantidade que não afeta significativamente o desempenho ou cause lesões nas aves, porém, em teores exacerbados há aparecimento de lesões leves em poedeiras com efeito negativo sobre a qualidade dos ovos, concentrações de 16 a 18 ppm pode levar a uma redução do desempenho, alterações na função imune e componente hematológicos no sangue, essas toxinas causa alterações nos níveis de dopamina, triptofano, serotonina e serotonina no cérebro (anorexia) ([Reis et al., 2012](#)).

A Zearalenona é produzidas por vários fungos do gênero *Fusarium*, *F. roseum*, *F. tricinctum*, *F. roseum* "Culmorum", *F.roseum* "Equiseti", *F.roseum* "Gibbosum", *F.roseum* "Graminearum", *F.sporotrichioides*, *F.oxysporum* e *F. moniliforme*, mas o *Fusarium graminearum* é o principal contaminante encontrado nos grãos, os *fusarium* também produzem as toxinas DON e T-2. São fungos amplamente encontrados no solo, plantas, restos vegetais, desde regiões tropicais a áridas ([Zinedine et al., 2007](#)). Apresenta-se na forma de 6 (10-hidroxi-6-oxo-trans-1-undecil) - ácido resorcílico-lactona, tem característica estrogênica que influencia o sistema reprodutivo dos animais ([Briyones-Reyes et al., 2007](#)).

Sua similaridade aos estrogênios (estradiol, estrona e estriol), induz a uma competição com estes metabólitos endógenos levando a fêmea a uma condição de hiperestrogenismo com consequente aumento dos órgãos que compõem o

sistema reprodutor principalmente nos mamíferos, prolongamento ou interrupção do cio e pseudo-gestação.

A micotoxina Zearalenona, em altas concentrações pode contaminar as carcaças das aves, o que resulta em efeito anabolizante em humanos, nas aves de produção ocorre redução na conversão alimentar, no peso dos órgãos, na fertilidade, queda no número de leucócitos, hipertrofia de ovidutos nas fêmeas, aumento no peso da bursa de Fabricius, diminuição do tamanho da crista em frangos de corte ([Briyones-Reyes et al., 2007](#); [Liu et al., 1985](#)).

As fumonisinas são metabólitos oriundos de compostos secundários produzidos por fungos, *fusarium verticillioides* e *fusarium proliferatum*. No hospedeiro (planta) a fumosina possui estrutura similar aos esfingolipídeos (lipídeos de membrana), são capazes de inibir a atividade enzimática da ceramida sintetase, propiciando acúmulo intracelular de esingamina e diminuir a esfingosina, prejudicando a comunicação celular, nos animais tem efeito sobre a apoptose e aumenta o estresse oxidativo das células ([Wielogórska et al., 2016](#)).

Relações entre micotoxinas no milho e a presença de lesões orais em aves

As micotoxinas são substâncias tóxicas resultantes do metabolismo secundário de diversas cepas de fungos filamentosos, estão presentes em sementes, os cereais em especial o milho e seus subprodutos que são utilizados na alimentação humana e animal ([Wielogórska et al., 2016](#)).

A utilização do milho na formulação de dietas para as aves, e sua predisposição a contaminação por fungos produtores de micotoxinas, podem causar diversos efeitos deletérios a saúde, com sinais clínicos e lesões ([Bento et al., 2012](#)).

Rações com micotoxinas são de impacto negativo quanto a sua quantidade, período de intoxicação e espécie animal contaminada, as micotoxicoses são em sua maioria subclínicas, elevando o uso de alimentos contaminados com baixas concentrações na alimentação animal ([Dilkin et al., 2003](#); [Marin et al., 2013](#)).

A micotoxicose crônica leva à diminuição do desempenho produtivo dos animais, menor ingestão de alimentos, piora no ganho de peso e na conversão alimentar, baixa na produção de ovos, falhas vacinais e diminuição da fertilidade, os animais apresentam-se pálidos (mucosas e

cristas), recusam alimentos, emagrecem ([Cano-Sancho et al., 2010](#); [Bryden et al., 2012](#); [Murugesan et al., 2015](#)).

Dentre as micotoxicoses a que gera maior impacto produtivo e na saúde das aves é a fusariotoxina T-2, quando aparece acima de 0,025 ppm em grãos, milho mofado, causa lesões orais, queima generalizada do trato gastrointestinal superior seguido de inflamação leve, nos casos mais agudos há aparecimento de áreas hemorrágicas da pele, lesões necróticas de boca e garganta ([Diaz et al., 2016](#)).

De acordo com [Manafi et al. \(2012\)](#), as lesões na língua e da cavidade oral são classificadas em:

Grau 0: língua normal sem lesão;

Grau 1: lesão moderada com pequenas lesões na língua;

Grau 2: lesão grave com perda parcial da ponta da língua, que pode ser dobrada em seu eixo;

Grau 3: lesão muito grave, com forte comprometimento dos tecidos e necrose da ponta da língua.

A população fúngica composta pelo gênero *Fusarium* são frequentes em grãos de milho, são fungos produtores de fusariotoxinas causadoras de fusariotoxicose com efeito negativo na saúde bucal dos animais, os quais levam a lesões com necrose e descamação, principalmente em aves de postura, por estarem mais tempo se alimentando de rações contaminadas. O tempo de contato com as micotoxinas consiste em um fator que predispõem ao aparecimento de lesões nas aves, desde a boca té mesmo evoluindo em casos mais graves, a feridas no intestino e órgãos como o fígado ([Zachariasova et al., 2014](#)).

Os tricotecenos produzidos por fungos do gênero *fusarium*, são pertencentes a um extenso grupo de mais de cem micotoxinas, estas substâncias são potentes irritantes da pele e agentes inflamatórios com rápida destruição das células em divisão, podem assim afetar a síntese protéica nos ribossomas de células eucarióticas prejudicando a síntese de DNA. Diante este fator, os tecidos que apresentam intensa atividade de regeneração como os do trato gastrintestinal, pele, linfáticos, imunológico e sanguíneo são os mais atacados por esta micotoxina ([Doerr et al., 1981](#); [Ruiz et al., 2011](#); [Rodriguez-Carrasco et al., 2013](#)).

A T-2 em poedeiras leva ao aparecimento de lesão na cavidade oral sem alterações

significativas nos órgãos ou nas funções neurológicas das aves, a inflamação na boca costuma aparecer quatro a sete dias após a ingestão da toxina, daí segue-se o surgimento de necrose. A gravidade da lesão pode ser identificada inicialmente por avaliação microscópica, com infiltração granular no tecido, de área circular infectada por bactérias ([Wyatt et al., 1972](#)).

Além de lesões teciduais do trato digestório a T-2 causa empenamento anormal em aves devido a menor síntese proteica ou efeito direto da toxina sobre o tecido folicular.

A toxina T-2, a vomitoxina ou DON, o monoacetoxiscirpenol e DAS, tricotecenos, podem causar lesões erosivas e ulcerativas da mucosa oral e comissura labial, necrose e erosão de órgãos, moela e proventriculo, inflamação da mucosa epitelial e sangramento intestinal ([Ruiz et al., 2011](#)).

As lesões de grau 0 não possuem correlação com os parâmetros físicos do milho e a presença de micotoxinas, no entanto lesões de grau 1 estão correlacionadas com a presença de aflatoxina e fumonisina em farelo de milho, as de grau 3 indicam a presença de vomitoxina, fumonisina e toxina T-2.

Quanto a umidade dos grãos há uma relação positiva com teor de água e presença de micotoxinas, pois os fungos dos gêneros *Cladosporium*, *Helminthosporium* e *Fusarium* desenvolvem-se em grãos com alto teor de umidade (20-21%) ocorrem logo após a colheita, já os fungos aflatoxigênicos do gênero *Aspergillus* requerem um teor de umidade de 13-18% e são comuns durante o armazenamento ([Bandeira et al., 2013](#); [Bento et al., 2012](#)).

Em relação qualidade dos grãos e presença de micotoxina, atenta-se para a percentagem de grãos quebrados, impurezas e grãos danificados, correlacionada positivamente com a presença de zearalenona no milho, pois o dano físico aumenta o teor de umidade dos grãos, tornando-os mais suscetíveis à contaminação por fungos ([Zinedine et al., 2007](#)).

Quanto as condições de saúde das aves, as micotoxinas quando presentes na dieta, associam-se conforme a espécie animal, quantidade e origem da toxina, fatores de impacto na resposta imune e gravidade das lesões orais nos animais contaminados.

Considerações finais

Diante o exposto, verifica-se que desde a colheita até o processamento dos grãos utilizados nas rações dos animais, são pontos cruciais na oferta de uma dieta segura e de qualidade.

Além da qualidade e segurança no processamento e produção de rações, devemos atentar para medidas preventivas quanto ao crescimento de fungos nos grãos, como a inclusão de adsorventes com o propósito de manter a umidade baixa da ração, e melhora na logística envolvida entre o tempo de colheita e o consumo do alimento.

Referências bibliográficas

- Abdollahi, M. R., Ravindran V., Wester, T. J., Ravindran, G. & Thomas, D. V. 2010a. Influence of conditioning temperature on the performance, nutrient utilization and digestive tract development of broilers fed on maize- and wheat-based diets. *British Poultry Science*, 51, 648-657.
- Abdollahi, M. R., Ravindran V., Wester, T. J., Ravindran, G. & Thomas, D. V. 2010b. Influence of conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy, ileal digestibility of starch and nitrogen and the quality of pellets, in broiler starters fed maize- and sorghum-based. *Animal Feed Science and Technology*, 162, 106 – 115.
- Antunes, L. E. G. & Dionello, R. G. 2017. Eficiência de Inseticidas Durante o Armazenamento de Grãos de Milho. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, 3, 83-94.
- Bandeira, J. M., Marini, P., Martins, A. B. N., Borba, I. C. G., Amarante, L. & Moraes, D.M. 2013. Relationships between the physiological and biochemical modifications in soybean seeds under different temperatures. *African Journal of Agricultural Research*, 8, 5368-5374.
- Bento, L. F., Caneppele, M. A. B., Alburquerque, M. C. F., Kobayasti, L., Caneppele, C. & Andrade, P. J. 2012. Ocorrência de fungos e aflatoxinas em grãos de milho. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 18, 44-49.
- Bhat, R., Rai, R. V. & Karim, A. A. 2010. Mycotoxins in Food and Feed: Present Status and Future Concerns. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 57-81.
- Brasil. 2011. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Análise de resíduos

- e contaminantes em alimentos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 32.
- Briyones-Reyes, D., Gómez-Martínez, L. & Cuerva-Rolón, R. 2007. Zearalenone contamination in corn for human consumption in the state of Tlaxcala, México. *Food Chemistry*, 100, 693-698.
- Bryden, W. L. 2012. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: implications for animal productivity and feed security. *Animal Feed Science and Technology*, 173, 134-158.
- Burmeister, H. R. 1971. T-2 toxin production by *Fusarium tricinctum* on solid substrate. *Applied Microbiology*, 21, 739-742.
- Cano-Sancho, G., Marin, S., Ramos, A. J. & Sanchis, V. 2010. Biomonitoring of *Fusarium* spp. mycotoxins: perspectives for an individual exposure assessment tool. *Food Science and Technology International*, 16, 266-276.
- Cantú, T., Trevizan, C. B., Vieira, C. E., Piffer, R. D., Carneiro Luiz, G. & Souza, S. G. H. 2016. Caracterização in silico dos genes envolvidos no metabolismo do nitrogênio em milho (*Zea mays*). *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, 19, 231-239.
- Cruz, J. P. P., Teixeira, T. & Pavan, F. 2016. Sistema integrado de produção de frango de corte na região do Paraguai. *Perspectivas Online: exatas & engenharia*, 16, 1-11.
- Demétrio, C. S., Fornasieri Filho, D., Cazetta, J. O. & Cazetta, D. A. 2008. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43, 1691-1697.
- Díaz, G. J., Vargas, M. L. & Cortés, A. 2016. Evaluation of the supplementation of a feed additive as a potential protector against the adverse effects of 2.5 ppm T-2 toxin on growing broiler chickens. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68, 709-715.
- Dilkin, P., Zorzete, P., Mallmann, C. A., Gomes, J. D. F., Utiyama, C. E., Oetting, L. L. & Corrêa, B. 2003. Toxicological effects of chronic low doses of aflatoxin B₁ and fumonisin B₁-containing *Fusarium moniliforme* culture material in weaned piglets. *Food and Chemical Toxicology*, 41, 1345-1353.
- Doerr, J. A., Hamilton, P. B. & Burmeister, H. R. 1981. T-2 toxicosis and blood coagulation in young chickens. *Toxicol and Appl Pharmacol*, 60, 157-162.
- Elias, M. C., Lopes, V., Gutkoski, L. C., Oliveira, M., Mazzutti, S. & Dias, A. R. G. 2009. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). *Ciência Rural*, 39, 25-30.
- Fumagalli, M., Fiorini, I. V. A., Machado, R. A. F., Pereira, H. D., Pereira, C. S., Pires, L. P. M. & Resende, F. R. 2017. Maize productivity performance of simple hybrid in function of throw spacing and plant populations. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 16, 426-439.
- Gomes, A. R., Marcolongo-Pereira, C., Sallis, E. S. V., Pereira, D. I. B., Schild, A. L., Faria, R. O. & Meireles, M. C. A. 2014. Aflatoxicose em cães na região Sul do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34, 162-166.
- Gonçalves, R. A., Santos, J. P., Tomé, P. H. F., Pereira, R. G. F. A., Ascheri, J. L. R. & Abreu, C. M. P. 2003. Rendimento e composição química de cultivares de milho em moagem a seco e produção de grits. *Ciência e Agrotecnologia*, 27, 643-650.
- Hassan, Z. U. L. & Ahmad, S. 2015. Transfer of mycotoxin residues in hen's egg, their interaction and mechanism. *Human Health Handbooks*, 9, 365-386.
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W. & Bruss, M. L. 2008. *Clinical biochemistry of domestic animals* (5th ed., 904 p.). Academic Press, San Diego, US.
- Kosicki, R., Błajet-Kosicka, A., Grajewski, J. & Twarużek, M. 2016. Multiannual mycotoxin survey in feed materials and feeding stuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 215, 165-180.
- Liu, M. T., Ram, B. P., Hart, L. P. & Pestka, J. J. 1985. Indirect enzyme-linked immunosorbent-assay for the mycotoxin zearalenone. *Applied and Environmental Microbiology*, 50, 332-336.
- Manafi, M., Murthy, H. N. N. & Narayana Swamy, H. D. 2012. Evaluation of different mycotoxin binders on broiler breeders induced with aflatoxin B₁: effects on visceral organ weight and organ lesions parameters. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 12, 574-578.

- Marin, S., Ramos, A. J., Cano-Sancho, C. & Sanchis, V. 2013. Mycotoxins: Occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 60, 218-237.
- Medina, A., Rodríguez, A., Sultan, Y. & Magan, N. 2015. Climate change factors and *Aspergillus flavus*: effects on gene expression, growth and aflatoxin production. *World Mycotoxin Journal*, 8, 171-179.
- Mirocha, C. J. & Pathre, S. 1973. Identification of the toxic principle in a sample of poaeufusarin. *Applied Microbiology*, 26, 719-724.
- Monson, M. S., Coulombe, R. A. & Reed, K. M. 2015. Review Aflatoxicosis: Lessons from Toxicity and Responses to Aflatoxin B1. *Poultry Agriculture*, 5, 742-777.
- Murugesan, G. R., Ledoux, D. R., Naehrer, K., Berthiller, F., Applegate, T. J., Grenier, B., ... Schatzmayr, G. 2015. Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*, 94, 1298-1315.
- Pestka, J. J. & Smolinski, A. T. 2005. Deoxynivalenol: Toxicology and Potential Effects on Humans. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B: Critical Reviews*, 8, 39-69.
- Pierezan, F., Oliveira Filho, J. C., Carmo, P. M., Lucena, R. B., Rissi, D. R., Togni, M. & Barros, C. S. L. 2010. Surto de aflatoxicose em bezerros no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 30, 418-422.
- Pinotti, L., Ottoboni, M., Giromini, C., Dell'orto, V. & Cheli, F. 2016. Mycotoxin Contamination in the EU Feed Supply Chain: A Focus on Cereal Byproducts. *Toxins*, 8, 45.
- Pohland, A., Nesheim, S. & Friedman, L. 2009. Ochratoxin A: A review (Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 64, 1029-1046.
- Reis, J. S., Xavier, E. G., Rossi, P., Lopes, D. C. N., Dionello, N. J. L. & Rutz, F. 2012. Efeitos dos tricotecnos na avicultura e métodos de controle. *Pubvet*, 6, 1399-1404.
- Rodríguez-Carrasco, Y., Ruiz, M. J., Font, G. & Berrada, H. 2013. Exposure estimates to *Fusarium* mycotoxins through cereals intake. *Chemosphere*, 93, 2297-2303.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Sakomura, N. K., Perazzo, F. G., ... Brito, C. O. 2017. *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais* (4a ed., 488 p.). Departamento de Zootecnia - UFV, Viçosa, MG, BR.
- Ruiz, M. J., Macáková, P., García, A. J. & Font, G. 2011. Cytotoxic effects of mycotoxin combinations in mammalian kidney cells. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 2718-2724.
- Savi, G. D., Piacentini, K. C., Marchi, D. & Scussel, V. M. 2016. Fumonisin B1 and B2 in the corn-milling process and cornbased products, and evaluation of estimated daily intake. *Food Additives and Contaminants: Part A*, 33, 339-345.
- Stefanello, R., Muniz, M. F. B., Nunes, U. R., Dutra, C. B. & Somavilla, I. 2015. Physiological and sanitary qualities of maize landrace seeds stored under two conditions. *Ciência e Agrotecnologia*, 39, 339-347.
- Stringhini, J. H., Mogyca, N. S., Andradem, M. A., Orsine, G. F., Café, M. B. & Borges, S. A. 2000. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 29, 191-198.
- Stringhini, J. H., Ribeiro, A. M. L., Pontalti, G. C. & Mcmanus, C. M. 2014. Quality assessment of corn batches received at a feed mill in the brazilian cerrado. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 16, 233-240.
- Tahir, M., Shim, M., Ward, N. E., Smith, C., Foster, E., Guney, A. C. & Pesti, G. M. 2012. Phytase na other nutrients componentes of feed ingredients for poultry. *Poultry Science*, 91, 928-935.
- Thompson, W. L. & Wannemacher, R. W. Jr. 1990. In vivo effects of T-2 mycotoxin on synthesis of proteins and DNA in rat tissues. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 105, 483-491.
- Tonin, J. M., Braga, M. J. & Coelho, A. B. 2009. Efetividade de hedge do milho com contratos futuros da BM&F: uma aplicação para a região de Maringá. *Revista de Economia*, 35, 115-140.
- Troni, A. R., Gomes, P. C., Mello, H. H. C., Albino, L. F. T. & Rocha, T. C. 2016. Composição química e energética de alimentos para frangos de corte. *Revista Ciência Agronômica*, 47, 755-760.
- Ubiali, D. G., Boabaid, F. M., Borges, N. A., Caldeira, F. H., Lodi, L. R., Pescador, C. A., ...

- Colodel, E. M. 2011. Intoxicação aguda com sementes de *Crotalaria spectabilis* (Leg. Papilionoideae) em suínos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31, 313-318.
- Veiga, P. L. M. & Rios, S. P. 2016. Cadeias de valor baseadas em recursos naturais: O caso do Brasil, Texto para Discussão. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)*, 2173.
- Wielogórska, E., Macdonald, S. & Elliot C. T. 2016. A review of the efficacy of mycotoxin detoxifying agents used in feed in light of changing global environment and legislation. *World Mycotoxin Journal*, 9, 419-433.
- Wyatt, R. D., Weeks, B. A., Hamilton, P. B. & Burmeister, H. R. 1972. Severe oral lesions in chickens caused by ingestion of dietary fusariotoxin T-2. *Applied Microbiology*, 24, 251-257.
- Zachariasova, M., Dzuman, Z., Veprikova, Z., Hajkova, K., Jiru, M., Vaclavikova, M., Hajslova, J. 2014. Occurrence of multiple mycotoxins in European feedingstuffs, assessment of dietary intake by farm animals. *Animal Feed Science and Technology*, 193, 124-140.
- Zinedine, A., Soriano, J. M., Moltó, J. C. & Mañes, J. 2007. Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone, an oestrogenic mycotoxin. *Food and Chemical Toxicology*, 45, 1-18.

Recebido: 2 Mai. 2018.

Aprovado: 22 Mai. 2018

Publicado: 12 Jul. 2018

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.