



NIDIA FERNANDA GAMBOA GONZALEZ

**ADITIVOS ANTI-MICOTOXINAS EM DIETAS
PARA FRANGOS DE CORTE**

LAVRAS - MG

2013

NIDIA FERNANDA GAMBOA GONZALEZ

**ADITIVOS ANTI-MICOTOXINAS EM DIETAS PARA FRANGOS DE
CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Antonio Gilberto Bertechini

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Gamboa González, Nidia Fernanda.

Aditivos anti-micotoxinas em dietas para frangos de corte /
Nidia Fernanda Gamboa González. – Lavras : UFLA, 2013.
73 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Antonio Gilberto Bertechini.

Bibliografia.

1. Aflatoxina. 2. Fumonisina. 3. *Lithothamnium calcareum*. 4.
Saccharomyces cerevisiae. 5. Aluminossilicato de cálcio e sódio. 6.
Nutrição avícola. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.508557

NIDIA FERNANDA GAMBOA GONZALEZ

**ADITIVOS ANTI-MICOTOXINAS EM DIETAS PARA FRANGOS DE
CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

A APROVADA em 09 de Agosto de 2013.

Prof. Dra. Luciana de Paula Naves DECBI/UFOP

Prof. Dr. Édison José Fassani DZO/UFLA

Prof. Dr. Márcio Gilberto Zangeronimo DMV/UFLA

Dr. Antonio Gilberto Bertechini
Orientador

LAVRAS - MG

2013

A Deus

À MARA (*in memoriam*)

À minha família e Leo, por acreditarem em mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A oportunidade de conhecer pessoas, culturas e crescer intelectualmente são o que nos ensina a visualizar o mundo de forma mais crítica e responsável, por isso agradeço, especialmente, ao professor Antônio Gilberto Bertechini, pela oportunidade, orientação, paciência e apoio, fundamentais neste processo de formação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao possibilitar a realização do curso de mestrado.

Aos Professores Edison José Fassani, Márcio Gilberto Zangeronimo, Camila Meneguetti e Luciana de Paula Naves, pela colaboração e sugestões valiosas nas diferentes fases deste projeto.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Núcleo de Estudo em Ciência e Tecnologia Avícola (NECTA), pelo financiamento desta pesquisa.

Às minhas grandes amigas Mary, Letícia, Camila, Verônica, Lí, Daia, Renatinha e Vane pela amizade sincera que deve ser valorizada sempre.

A meus amigos e colegas: Alisson, André e Josimar pela colaboração constante.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Dois ensaios experimentais foram realizados com os objetivos de avaliar os efeitos do uso de aditivos antimicotoxinas (AAM), em dietas sobre o desempenho, características de carcaça, digestibilidade de nutrientes, peso relativo dos órgãos e lesão hepática de frangos de corte. O primeiro experimento foi realizado com 960 pintos de um dia, machos, Cobb-500, foram distribuídos aleatoriamente em 48 parcelas. O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e oito repetições, sendo eles: 1-dieta basal (DB) + 0,2% areia lavada; 2-DB + 0,2% HSCAS1; 3-DB + 0,2% HSCAS2; 4-DB + 0,2% *L. calcareum*; 5-DB + 0,2% *S. cerevisiae* e 6-DB + 0,2% HSCAS1 + *S. cerevisiae*. O nível de inclusão dos aditivos seguiu a recomendação do fabricante e as dietas foram formuladas de acordo com a fase de criação; foram avaliados os parâmetros de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) aos 20°, 34° e 41° dias de idade, e o peso relativo de carcaça, cortes nobres e órgãos (fígado e rins) aos 41 dias de idade. Os resultados mostraram que o uso de aditivos anti-micotoxinas não influenciaram as características avaliadas. O segundo experimento foi realizado com 288 frangos de corte, Cobb-500, no período de 13 a 20 dias para determinar o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, digestibilidade dos nutrientes, peso relativo dos órgãos e histologia hepática aos 20 dias de idade. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado disposto num esquema fatorial 6 x 2 sendo cinco rações igualmente formuladas com inclusão de 0,2% de AAM (1 - HSCAS1; 2 - HSCAS2; 3 - *L. calcareum*; 4 - *S. cerevisiae* e 5 HSCAS1 + *S. cerevisiae*), mais uma ração controle sem AAM (areia lavada como material inerte), usando milho com dois níveis de contaminação (NC), sendo NC baixo, contendo 0 ppb de AFB₁ + 125 ppb FB₁ e NC alto, contendo 1 ppb de AFB₁ + 169 ppb de FB₁ + 125 ppb de fumonisinas B₂ (FB₂), classificado de acordo com o nível de tolerância da fase de criação. Os resultados mostraram que a inclusão de 0,2% do AAM composto por HSCAS + *S. cerevisiae*, em rações contendo níveis de contaminação como os apresentados neste estudo, podem ser usados em frangos de corte sem afetar o consumo de ração, ganho de peso e peso relativo do fígado na fase de 13 a 20 dias de idade. Assim mesmo observa-se que o uso do *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo anti-micotoxinas influencia negativamente a EMAn das rações, porém, o mesmo aditivo melhorou o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta. Novas pesquisas se fazem relevantes para elucidar melhor o mecanismo de ação dos aditivos antimicotoxinas na produção animal.

Palavras-chave: Aflatoxina. Aluminossilicato de cálcio e sódio. Fumonisina. *Lithothamnium calcareum*. *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT

Two experimental trials were conducted with the objectives of evaluating the effects using anti-mycotoxin additives (AMA) in diets over performance, carcass characteristics, nutrient digestibility, relative organ weight and hepatic lesion on broilers. The first experiment was performed with 960 male, Cobb-500, chicks of 1 day of age, randomly distributed in 48 plots. We used a completely randomized design with six treatments and eight replicates, being: 1 – base diet (BD) + 0.2% washed sand; 2 – BD + 0.2% HSCAS1; 3 – BD + 0.2% HSCAS2; 4 – BD + 0.2% *L. calcareum*; 5 – BD + 0.2% *S. cerevisiae* and 6 – BD + 0.2% HSCAS1 + *S. cerevisiae*. The level of additive inclusion followed the recommendation from the manufacturer and the diets were formulated according to the phase of creation. The performance parameters (ration intake, weight gain and food conversion) were evaluated at 20, 34 and 41 days of age, and the relative carcass weight, noble cuts and organs (liver and kidneys) at 41 days of age. The results showed that the use of anti-mycotoxin additives did not influence the evaluated characteristics. The second experiment was conducted with 288 Cobb-500 broilers, during a period of 13 to 20 days in order to determine ration intake, weight gain, food conversion, nutrient digestibility, relative organ weight and hepatic histology at 20 days of age. We used a completely randomized design, organized in a 6 x 2 factorial scheme, with five equally formulated rations with the inclusion of 0.2% of AMA (1 – HSCAS1; 2 - HSCAS2; 3 – *L. calcareum*; 4 – *S. cerevisiae*), plus a control ration without AMA (washed water as inert material), using corn with two contamination levels (CL), with a low CL containing 0 ppb of AFB1 + 125 ppb FB1, and a high CL containing 1 ppb of AFB1 + 169 ppb of FB1 + 125 ppb of fumonisins B2 (FB2), classified according to the tolerance level of the creation phase. The results showed that the inclusion of 0.2% of AMA comprised of HSCAS + *S. cerevisiae* in rations containing contamination levels such as those presented in this study may be used on broilers without affecting ration intake, weight gain and relative liver weight during the phase of 13 to 20 days of age. Even so, we observe that the use of *Saccharomyces cerevisiae* as anti-mycotoxin additive negatively influences the nAME of the rations. However, the same additive improved the digestibility coefficient of crude protein. New researches are needed in order to better elucidate the mechanism of action of anti-mycotoxin additives in animal production.

Keywords: Aflatoxin. Calcium and sodium aluminosilicate. Fumonisins. *Lithothamnium calcareum*. *Saccharomyces cerevisiae*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Micotoxinas	12
2.1.1	Fatores que favorecem a formação de micotoxinas nos alimentos	12
2.1.2	Aflatoxinas	13
2.1.2.1	Sintomas e alterações	15
2.1.3	Fumonisinias	17
2.1.3.1	Sintomas e alterações	18
2.1.4	Proteína e energia	19
2.1.5	Aditivos anti-micotoxinas	20
2.1.5.1	Tipos de aditivos anti-micotoxinas	21
2.1.5.1.1	Aditivos anti-micotoxinas de origem orgânica	21
2.1.5.1.2	Aditivos anti-micotoxinas de origem inorgânico	23
2.1.6	Interação dos aditivos anti-micotoxinas com os nutrientes	24
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	26
	REFERÊNCIAS	27
	SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	35
	ARTIGO 1 Aditivos anti-micotoxinas em dietas para frangos de corte: desempenho, rendimentos de carcaça, cortes nobres e peso relativo dos órgãos	35
	ARTIGO 2 Efeito do uso de aditivos anti-micotoxinas na ração sobre o desempenho e qualidade nutricional da dieta de frangos de corte de 13 a 20 dias de idade	53

1 INTRODUÇÃO

A demanda mundial de carne de frango está em constante aumento, cenário que obriga os produtores a melhorar os parâmetros de genética, manejo sanitário e alimentar de seus lotes, buscando produzir proteína animal de qualidade, no menor tempo possível e a baixo custo. Essa realidade não é diferente para os produtores brasileiros, pois o Brasil participa, ativamente, no mercado mundial de frangos de corte, sendo o maior exportador e o terceiro maior produtor atrás dos Estados Unidos e da China.

Diante do exposto, os produtores têm a responsabilidade de oferecer rações com excelente qualidade para gerar um produto, de acordo as necessidades do mercado, portanto, as matérias primas que são utilizadas devem sempre ser inócuas. Porém, os produtos base das rações, como os grãos, podem apresentar alto risco de contaminação por micotoxinas nos diferentes estágios da produção, como na colheita, transporte, processamento e armazenamento dos mesmos. Dependendo do nível de contaminação dos grãos e do período de exposição das aves, as micotoxinas podem afetar seriamente a saúde e o desempenho das aves causando significativas perdas econômicas na indústria avícola.

O método de controle, utilizado para esse problema sanitário, é o uso de aditivos anti-micotoxinas. Estes aditivos exercem no animal um efeito de químico-adsorção com as micotoxinas, bloqueando-as no trato intestinal e, posteriormente, eliminando-as nas excretas, reduzindo seus efeitos tóxicos. Esses aditivos podem ter origem diferente, sendo caracterizados como orgânico ou inorgânico, mas todos devem ser considerados agentes corretivos com a capacidade de remover as micotoxinas e não produzir resíduos tóxicos.

Apesar de se conhecer os benefícios dos aditivos anti-micotoxinas em rações para frangos de corte experimentalmente contaminadas, existem algumas

indagações em relação à insecificidade de alguns aditivos, pois além de reduzirem as micotoxinas, podem minimizar a disponibilidade de nutrientes no organismo dos animais, comprometendo diretamente o aproveitamento e a eficiência das aves.

Portanto, objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito de cinco aditivos anti-micotoxinas disponíveis no mercado, adicionados a rações para frangos de corte, sobre o desempenho, características de carcaça e órgãos (fígado e rins), digestibilidade de nutriente e aproveitamento energético nas diferentes fases de criação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Micotoxinas

A palavra micotoxina deriva-se do grego “mykes” fungo e “Toxicon” toxina ou veneno. As micotoxinas são um grupo diverso de metabólitos secundários, produzidos pelos fungos presentes nos grãos destinados ao consumo humano e animal. Estes metabólitos pertencem a um grupo químico em particular, portanto, diferem em seus efeitos tóxicos a saúde dos organismos que, acidentalmente, ingerem-nos (BENNETT; KLICH, 2003).

As micotoxinas foram descobertas em 1960, a partir de um surto em perus, ocorrido na Inglaterra, onde se deu inicialmente o nome de doença X, gerando, subsequentemente, um grande interesse pela comunidade científica, em virtude do conhecimento da dinâmica de ação destes metabólitos e seus efeitos adversos nos seres vivos (FORGACS, 1962 citado por BENNETT; KLICH, 2003). As micotoxinas que podem apresentar risco de micotoxicose em algumas espécies animais e em humanos são oriundas de *Aspergillus* (aflatoxinas e ocratoxina A), de *Fusarium* (zearalenona, vomitoxina ou deoxinivalenol, fumonisinas e toxina T-2) e do *Penicillium* (patulina) (GIMENO; MARTINS, 2011; MALLMAN, 2007a).

2.1.1 Fatores que favorecem a formação de micotoxinas nos alimentos

Os fungos que produzem as micotoxinas ingressam nos grãos, por meio de estímulos causados pelos insetos ou outros, porém, o fungo torna-se patógeno em condições ambientais específicas de temperatura e umidade. Em temperatura de 25°C e umidade relativa de 15 a 16%, os esporos fúngicos podem começar a

germinar num período entre cinco a doze dias, sendo esse tempo influenciado, também, pelo tipo de substrato onde se encontram os esporos (amiláceo ou oleaginoso) (GIMENO; MARTINS, 2011). A contaminação por micotoxinas pode ocorrer em vários estágios da produção dos grãos, como na colheita, transporte, processamento e armazenamento dos mesmos (MALLMAN et al., 2007b).

De acordo com a Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO (2004) cerca de 25% da oferta mundial de grãos é afetada por micotoxinas, causando significativas perdas econômicas na indústria pecuária. A partir dessa problemática, deriva-se a importância de conhecer o tipo de micotoxina presente nos grãos. Segundo Devegowda, Raju e Swamy (1998), além dos fatores mencionados anteriormente, há, também, uma correlação entre o tipo de micotoxina e a região geográfica afetada (Tabela 1)

Tabela 1 Identificação de micotoxinas por áreas geográficas

Localização	Micotoxinas
Europa	Ocratoxina, vomitoxina, zearalenona.
América do Norte	Ocratoxina, vomitoxina, zearalenona, aflatoxina.
América do Sul	Aflatoxina, fumonisina, ocratoxina, vomitoxina.
África	Aflatoxina, fumonisina, zearalenona.
Ásia	Aflatoxina.
Austrália	Aflatoxina, fumonisina.

Fonte: Devegowda, Raju e Swamy (1998).

2.1.2 Aflatoxinas

As aflatoxinas (AF) são as micotoxinas que mais afetam as aves (GIMENO; MARTINS, 2011). São metabólitos secundários, carcinogênicos,

produzidos pelo *Aspergillus flavus* e, também, pelo *Aspergillus parasiticus*, estando presentes em alguns produtos agrícolas, especialmente nos grãos (SHOTWELL, 1983 citado por COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY - CAST, 2003).

As aflatoxinas foram, inicialmente, classificadas em B e G, quando os fungos produziram uma complexa mistura fluorescente de cor azul (Blue) ou verde (Green), respectivamente e estes podiam ser separados por cromatografia. Posterior a esta classificação, realizou-se uma subclassificação em aflatoxinas B₁ (AFB₁) e aflatoxinas B₂ (AFB₂) (Figura 1), sendo a segunda produzida em menor quantidade pelos fungos tornando, portanto a AFB₁ causadora potencial de surtos de aflatoxicose nos animais (CHANGS et al., 1963). Estes mesmos autores observaram em patos que receberam, cronicamente, AFB₁ hiperplasia do ducto biliar, porém, ao usar as mesmas doses com AFB₂ em ratos jovens, observaram que as lesões causadas pelas AFB₂ foram menores que de AFB₁.

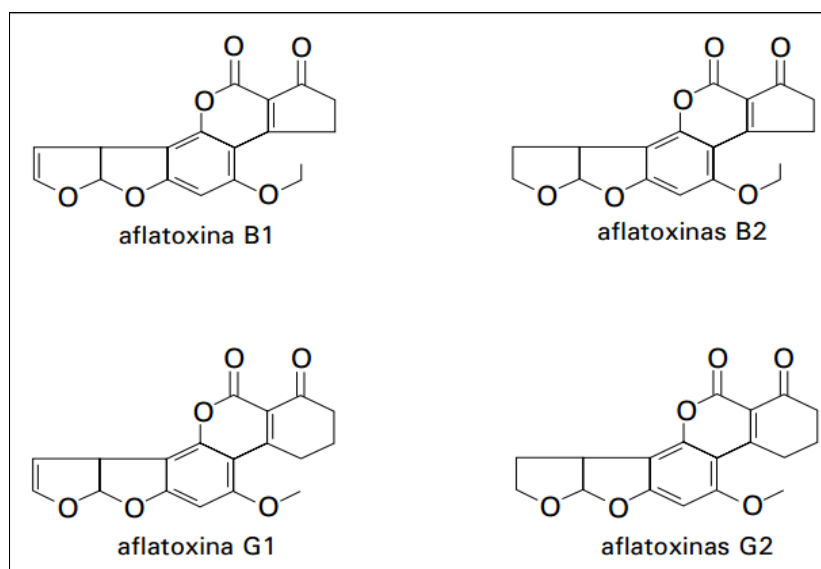


Figura 1 Estruturas químicas das aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂

Fonte: (FREIRE et al., 2007).

O fígado é o principal local onde ocorre o metabolismo das aflatoxinas, no entanto, este pode ocorrer diretamente no sítio de absorção e, posteriormente, passar ao sangue onde será levado a outros órgãos extra-hepáticos (HESSELTINE, 1976). O metabolismo destas micotoxinas pode ocorrer em duas fases de biotransformação. Na ativação, as aflatoxinas executam seus efeitos tóxicos; neste primeiro estágio a AFB₁ é oxidada em vários metabólitos hidrolisados, a reação severa causada dependerá da molécula secundária envolvida, onde pode causar rupturas da cadeia de DNA, levando à formação de quadros carcinogênicos em animais e humanos e, a fase da conjugação. A fase da conjugação é a fase onde os metabólitos são neutralizados. Este processo é importante para detoxificação e redução dos efeitos deletérios induzidos pela AFB₁; No entanto, a eficiência deste mecanismo de ação vai depender da concentração, tempo de ingestão e susceptibilidade dos animais às micotoxinas (OGIDO et al., 2004).

2.1.2.1 Sintomas e alterações

Conforme Dilkin e Mallmann (2004), os efeitos da intoxicação crônica por aflatoxinas são caracterizados por alterações do sistema imune e do metabolismo lipídico e prejuízo na síntese de proteínas, sendo esta última causada pelo complexo aflatoxinas-albumina formado no fígado com ampla afinidade pelo DNA e RNA.

Em síntese, a aflatoxicose causa nas aves anorexia, baixa utilização de nutrientes, diminuição no ganho de peso, aumento na susceptibilidade das aves a situações de estresse e, conseqüentemente, desencadeia doenças que alteram a integridade física da ave, o que finalmente resulta em aumento significativo da mortalidade e diminuição da produtividade dos animais (BAILEY et al., 1998; OGUZ; KORTOGLU; COSKUN, 2000; OLIVEIRA et al., 2007).

Asplin e Carnaghan (1961 citados por GIMENO; MARTINS, 2011), avaliaram patos intoxicados experimentalmente com 500 ppb de aflatoxinas por três semanas consecutivas e observaram alterações macroscópicas no fígado (hepatomegalia e fígado gorduroso), indicando novamente a afinidade das aflatoxinas por este órgão. Posteriormente, Gimeno e Martins (2000) observaram em galinhas poedeiras experimentalmente contaminadas com níveis de AFB₁ entre 300 a 600 ppb, durante nove semanas, que a mortalidade variou de 8% a 11%. Resultados similares foram descritos por Fernandez et al. (1994) em frangos de corte na fase de 23 a 32 dias de idade, alimentados com rações contendo AFB₁ em concentrações de 2500 ppb e 5000 ppb, respectivamente, as lesões hepáticas foram mínimas com uma leve vacuolização dos hepatócitos; concluindo que os frangos são mais resistente à ação tóxica das aflatoxinas neste período avaliado.

Mallmann et al. (2007b) afirmaram que os sinais de aflatoxicose como prostração, palidez nas cristas e apatia em aves contaminadas com 1000 ppb de AFB₁, podem ser observados a partir da primeira semana após a intoxicação. Estas mesmas observações foram reportadas por Giacomini et al. (2006).

De acordo com as pesquisas feitas no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria, dentro de seu programa informativo, tem-se definido que a resistência das aves às micotoxinas depende da idade, pois na fase inicial o sistema imunológico das aves não está totalmente desenvolvido, tornando-as mais sensíveis. Segundo Mallmann et al. (2011), o nível de tolerância máxima para aflatoxinas estabelecido, de acordo com a fase de criação é de 0 ppb na fase inicial, 2 ppb na fase de crescimento e 5 ppb na fase final.

2.1.3 Fumonisin

As fumonisin (F) são produzidas pelo *Fusarium verticillioides* (antes conhecidas como *F. moniliforme*), *F. proliferatum* e outras espécies de *Fusarium* (GELDERBLOM et al., 1988; GLENN, 2007). Estas micotoxinas são encontradas em diversos grãos usados para alimentação animal, como no milho e seus derivados podendo causar problemas para a saúde das aves (MARASAS, 2001; SILVA, 2000; VOSS; SMITHB; HASCHEK, 2007).

A estrutura química das fumonisin foi reportada pela primeira vez por Gelderblom et al. (1988) (Figura 2). A partir dessa época, 28 fumonisin análogas foram identificadas, podendo ser separadas em vários grupos identificados como fumonisin A, B, C e P, sendo a fumonisin B (FB) classificada como, toxicologicamente importante, este grupo se subdivide em FB₁, FB₂ e FB₃, sendo usualmente encontrada a FB₁ em altos níveis; sendo assim, a FB₁, normalmente, representa 70% a 80% das fumonisin produzidas, a FB₂ entre 15 a 25% e a FB₃ usualmente representa de 5 a 8% (RHEEDER; MARASAS; VISMER, 2002).

A estrutura da fumonisin tem certa semelhança com as bases de esfingosina (sa), tendo capacidade de inibir a enzima ceramida sintetase, alterando, assim, o metabolismo dos esfingolipídios, que são importantes para a integridade e atividade fisiológica celular (MERRILL et al., 2001).

Conforme os dados apresentados por Mallmann et al. (2011), aproximadamente 72% das amostras de milho apresentaram contaminação com fumonisin, estando na média de 9000 ppb por amostra, sendo extremamente altos se comparados com o limite de tolerância das aves (100 ppb na fase inicial e 500 ppb para as fases de crescimento e finalização).

O consumo de alimentos contaminados com fumonisin B₁ (FB₁) induz a leucoencefalomalácia em equinos, sendo esta a espécie animal mais sensível

aos efeitos tóxicos causados por esses metabolitos, seguido dos suínos e das aves (HARRISON et al., 1990).

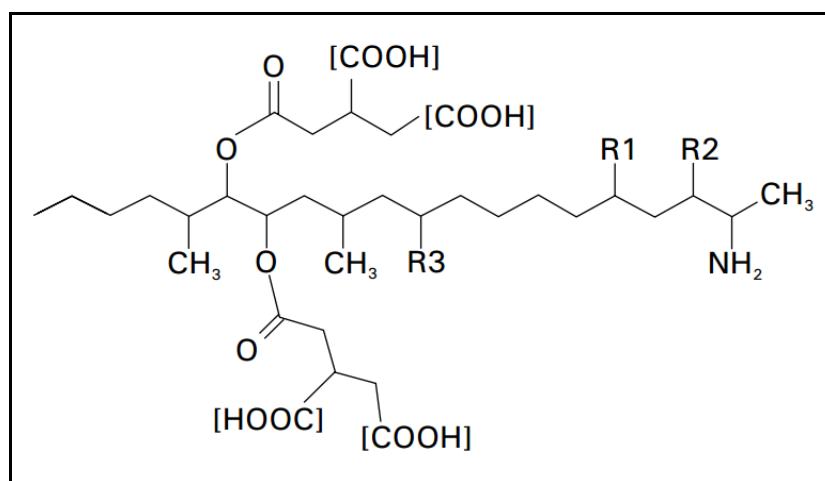


Figura 2 Estrutura química da fumonisina B₁

Fonte: (FREIRE et al., 2007)

2.1.3.1 Sintomas e alterações

As fumonisinas comprometem a qualidade das dietas, porém, as aves têm apresentado certo grau de resistência (VOSS; SMITHB; HASCHEK, 2007). No entanto, estas micotoxinas possuem a capacidade de alterar o sistema imune, causando supressão da função fagocítica, aumentando a susceptibilidade dos animais a processos infecciosos (KECK; BODINE, 2006; QURESHI; HAGLER JUNIOR, 1992).

As fumonisinas estão associadas com a redução do desempenho, aumento no peso relativo dos órgãos e hepatite em frangos de corte (LEDOUX et al., 1996). Similares observações foram feitas por Bermudez et al. (1997), que induziram, experimentalmente, dois grupos de perus na fase de 1 a 21 dias de idade, a uma contaminação de 100.000 e 200.000 ppb de FB₁ na dieta,

observando ao final do estudo um incremento no peso relativo do fígado e hiperplasia hepatocelular. Por outro lado, Henry, Wyatt e Fletcher (2000), trabalhando com frangos de corte na fase de 0 a 21 dias intoxicados com 0; 20000; 50000 e 80000 ppb de FB₁, observaram que o peso corporal das aves, consumo de ração, peso dos rins, fígado, bursa e baço não foram afetados em nenhum nível de contaminação avaliado, concluindo, assim, que as aves conseguiram controlar fisiologicamente as alterações que poderiam ter sido causadas pelas fumonisinas. Resultados similares foram observados por Souza et al. (2011) com frangos de corte aos 42 dias de idade que consumiram dietas contaminadas com fumonisinas entre 50, 1300 e 2300 ppb, durante todo seu ciclo de criação, não afetando o desempenho.

2.1.4 Proteína e energia

A digestibilidade de um nutriente indica sua quantidade que não é excretado nas fezes, portanto, considera-se que é utilizado pelo animal depois de ser absorvido pelo trato digestivo (BONDI, 1989).

As proteínas são compostos orgânicos de alto peso molecular, fundamentais para a formação de tecidos e outras funções primordiais do organismo. Os monômeros que compõem as proteínas são denominados aminoácidos, podendo vir de três diferentes fontes, a primeira pela proteína da dieta, a segunda pela degradação das proteínas teciduais e a última pelos aminoácidos não essenciais sintetizados pelo organismo (BONDI, 1989).

Os aminoácidos podem ser classificados, de acordo com as propriedades químicas de seus grupamentos R, em aminoácidos neutros ou hidrofóbicos apolares (Alanina, Valina, Leucina, Isoleucina, Metionina, Prolina, Fenilalanina e Triptofano) e os apolares contendo hidroxilas, sulfidrilas e grupamentos amidas (Glicina, Serina, Treonina, cisteína, tirosina e glutamina). Um segundo

grupo é dos aminoácidos com radical R carregado positivamente (lisina, Arginina e histidina) e, finalmente, os aminoácidos carregados negativamente (ácido aspártico e ácido glutâmico). Estruturalmente, o aminoácido é uma molécula formada por um grupo amino (NH_3) e um grupo carboxila (COOH), sendo assim, a forma mais importante dos aminoácidos são os alfa-aminoácidos, que formam as proteínas e tem como estrutura um carbono central ao qual se ligam os grupos amino, carboxila, um hidrogênio e uma cadeia lateral ou grupo R (PRATT; CORNELLY, 2004).

São 20 os aminoácidos constituintes das proteínas considerados fisiologicamente importantes e para os frangos de corte os aminoácidos classificados como essenciais são lisina, metionina e triptofano, sendo os dois primeiros considerados indispensáveis. Para a fase inicial dos pintos o aminoácido glicina e prolina são necessários, precisando supri-los com uma fonte proteica ou pelo uso de aminoácidos sintéticos (BERTECHINI, 2012).

Suprir as necessidades energéticas constitui um grande custo na alimentação dos animais de produção. A energia bruta define-se como a energia liberada em forma de calor quando um alimento é oxidado totalmente. Nas aves, o valor energético da ração é apresentado na forma de energia metabolizável aparente (ALBINO et al., 1992). Por tanto, a suplementação adequada de energia, torna-se um importante fator no sucesso dos programas nutricionais para frangos, pois a energia está associada com o consumo de alimento, manutenção e desempenho produtivo da ave (FISCHER et al., 1998).

2.1.5 Aditivos anti-micotoxinas

Entre os métodos físicos, químicos e biológicos disponíveis para o controle das micotoxinas, está o uso dos aditivos anti-micotoxinas (AAM). A maior parte deles exerce dentro do animal um efeito de químio-adsorção tendo a

capacidade de se unir de forma eficaz às micotoxinas, bloqueando-as no trato intestinal e dando lugar a compostos estáveis e irreversíveis, que, posteriormente, são eliminados nas fezes, reduzindo o efeito tóxico destas nos animais (CAST, 2003; GIMENO; MARTINS, 2011).

2.1.5.1 Tipos de aditivos anti-micotoxinas

Considerando que estruturalmente todas as micotoxinas são diferentes, os adsorventes classificados como mais eficientes são aqueles que conseguem adsorver a maior quantidade desses metabolitos (SWAMY, 2005). Os AAM devem ter a capacidade de remoção, destruição ou inativação da micotoxina, não produzir resíduos tóxicos e não afetar as propriedades nutricionais da ração, devendo, portanto, ser sanitária e economicamente viáveis. Dentro dos aditivos disponíveis para o controle das micotoxinas, há os de origem orgânica e inorgânica, cada um com um mecanismo de ação definido (DIAZ; SMITH, 2005).

2.1.5.1.1 Aditivos anti-micotoxinas de origem orgânica

Estes tipos de aditivos ligam-se as toxinas nos sítios de união e correspondem, em geral, aos derivados da *Saccharomyces cerevisiae*. Estes produtos têm sua ação sequestrante frente a diversas micotoxinas como aflatoxinas, fumonisinas e ocratoxinas (DIAZ; SMITH, 2005). O uso da *S. cerevisiae*, como ferramenta biotecnológica, deve-se às características que esta possui entre elas, tolerância a baixos níveis de oxigênio, variações de temperatura, osmolaridade variante e atividade celular em ambiente ácido, tornando-se competitiva contra outros microrganismos (FIALHO, 2008). Por tais características este agente biológico tem sido alvo de diversas investigações

(GIRISH; DEVEGOWDA, 2006; STANLEY; WOLDESENBET; HUTCHINSON, 1993).

O mecanismo envolvido na capacidade da levedura para reduzir os danos causados pelas micotoxinas, ainda, não está totalmente definido. Estudos *in-vitro* feitos por Yiannikouris et al. (2003) concluíram que o mecanismo envolvido na capacidade do *S. cerevisiae*, para diminuir os efeitos deletérios das micotoxinas, está relacionado com a capacidade de adsorver essas moléculas na parede celular e, com isso, limitar a biodisponibilidade ao organismo.

Raju e Devegowda (2000) demonstraram que a inclusão de um polímero proveniente da parede de levedura em dietas para frangos de corte contaminados com AFB₁ melhorou o ganho de peso corporal, os títulos de anticorpos, parâmetros séricos, bioquímicos e hematológicos.

Segundo Uttpatel et al. (2011), que avaliaram o desempenho produtivo das matrizes pesadas submetidas a dietas contendo 0, 500 e 750 ppb de AFB₁ e suplementadas com 0,10% de glucomanos, observaram nas aves suplementadas que as variáveis de desempenho, eclodibilidade e qualidade de progênie não foram influenciadas pelas micotoxinas. Previamente, Santos (2010) observou em frangos de 1 a 21 dias de idade, contaminados experimentalmente com 1000 ppb de AFB₁, que a suplementação de 0,1% de *S. cerevisiae* na dieta evitou o aparecimento de efeitos deletérios causados por estas micotoxinas.

Girish e Devegowda (2006) utilizaram glucomanos em dietas contaminadas com AFB₁ e observaram que a adição deste AAM reduziu o peso relativo do fígado em relação ao grupo controle. Mesma observação foi feita por Stanley, Woldeesenbet e Hutchinson (1993), ao testar três níveis de inclusão de *S.cerevisiae* (0, 0,5 e 1%), em dietas de frangos de corte contaminadas com 0 e 500 ppb de AFB₁.

2.1.5.1.2 Aditivos anti-micotoxinas de origem inorgânico

Na alimentação das aves, o emprego de argilas selecionadas e processadas está sendo amplamente utilizado como AAM (DIAZ et al., 2002). Os aluminosilicatos de cálcio e sódio (HSCAS) podem ser encontrados de forma natural ou após tratamento térmico. Esses HSCAS contêm moléculas de água aderidas a um metal permitindo um maior sequestro de micotoxinas (RAMOS; HERNANDEZ, 1996).

O esqueleto dos HSCAS carrega-se, negativamente, atraindo, assim, os cátions para dentro de sua estrutura (DIAZ; SMITH, 2005). A quantidade de cátions intercambiáveis por unidade de peso da argila é chamado capacidade de troca de cátions (CTC) e para que uma argila atue como adsorvente em substâncias orgânicas como as micotoxinas, devem existir cargas elétricas que se atraiam. As argilas, com alta CTC, têm um número elevado de cargas negativas em suas superfícies e as argilas classificadas com baixa CTC, possuem cargas positivas e negativas misturadas (SANTURIO, 2000).

Rocha et al. (2009), usando diferentes níveis de zeolitas (0, 1, 2 e 3%) em rações com contaminação natural do sorgo, não observaram diferenças no desempenho, características de carcaça e lesões histológicas em suínos na fase de crescimento e terminação. Por outro lado, Scheideler (1993) observou em frangos de corte que consumiram rações com 2500 ppb de AFB₁ e com 1% de zeólita, uma redução nos efeitos tóxicos causados pela micotoxina, no entanto, este AAM diminuiu, também, as concentrações de fósforo (P) sérico.

A alga *L. calcareum* possui características como fonte de cálcio (LOPES, 2012). Porém, apesar de não existirem relatos consistentes sobre o uso dessa alga como AAM, observou-se, em frangos de corte desafiados com 1000 ppb de AFB₁ e suplementados com 0,2% de *L. calcárium*, redução dos efeitos

adversos no tecido hepático e variáveis de desempenho causados pelas micotoxinas nas aves.

2.1.6 Interação dos aditivos anti-micotoxinas com os nutrientes

A afinidade dos AAM com os nutrientes não é ainda bem definida, no entanto, Devegowda, Raju e Swamy (1998) indicaram que o uso de argilas apresentam desvantagens como a necessidade de alta inclusão e baixa capacidade absorptiva.

Franciscato et al. (2006), ao utilizarem montmorilonita como AAM, para controle de AFB₁, observaram diminuição do efeito nocivo das toxinas mas também observaram prejuízo na absorção de fósforo. Estudos realizados no Laboratório de Análise Mico toxicológicos (LAMIC) determinaram que a adição de AAM, ao nível de 0,5%, não afeta o desempenho de frangos de corte.

Com referência à *S.cerevisiae* este AAM tem como característica um considerável teor de fibra encontrado na parede celular que pode atuar como agente diluidor da energia metabolizável (CARRE; DEROUET; LECLERCQ, 1990). Do mesmo modo, Lopes et al. (2011) observaram, em frangos de corte de 1 a 8 dias criados em gaiolas metabólicas e alimentados com dietas suplementadas com *S. cerevisiae*, que a inclusão de níveis superiores a 2,09% deste aditivo melhora o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta das aves, porém, apresenta um efeito adverso influenciando, negativamente, os coeficientes de metabolizabilidade da energia bruta das rações.

A digestão das proteínas ocorre em vários setores do trato digestório, portanto, se ocorrer uma falha na absorção de aminoácidos esta ocorrerá nas áreas de absorção. Porém, em estudos *in vitro*, Benetoli et al. (2007) avaliaram diferentes metodologias para determinar a interação dos aminoácidos com argilas, descobrindo que estas têm grande afinidade por alguns aminoácidos,

principalmente pela cisteína e esta interação ocorreu, possivelmente, pelo grupo sulfidril do aminoácido. Previamente, Dimas e Cássia (2006), avaliando a adsorção entre as argilas e os aminoácidos, observaram que as argilas adsorvem muito mais aminoácidos com grupos R carregados que não carregados, afetando a disponibilidade de aminoácidos da dieta.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Espera-se que, com os resultados obtidos nos experimentos propostos, disponibilizar para a comunidade científica e para os produtores da indústria, informações sobre o uso dos aditivos anti-micotoxinas nas rações para frangos de corte.

A maioria dos trabalhos realizados sobre micotoxinas tem como objetivo a utilização de aditivos anti-micotoxinas em rações para frangos contendo milho experimentalmente contaminado, o que faz com que muitas vezes gere dificuldades em inferir a possível afinidade entre esses aditivos e alguns nutrientes da ração em condições reais de campo. Portanto, torna-se relevante a contribuição desta pesquisa para elucidar possíveis dúvidas sobre a especificidade dos aditivos anti-micotoxinas por esses metabolitos.

REFERÊNCIAS

ALBINO, L. F. T. et al. Uso de aminoácidos disponíveis e proteína digestível na formulação de rações para pintos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 6, p. 1069-1076, nov./dez. 1992.

BAILEY, R. H. et al. Efficacy of various inorganic sorbents to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 77, n. 11, p. 1623-1630, Nov. 1998.

BENETOLI, L. O. et al. Estudo da interação de aminoácidos com argilas: implicações para a origem da vida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBQ, 2007. 1 CD-ROM.

BENNETT, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v. 16, n. 3, p. 497-516, July 2003.

BERMUDEZ, A. J. et al. The individual and combined effects of the *fusarium* mycotoxins, moniliformin and fumonisin B1, in turkeys. **Avian Diseases**, Kennett Square, v. 41, n. 2, p. 304-211, 1997.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2012. 373 p.

BONDI, A. A. **Nutricion animal**. Zaragoza: Acribia, 1989. 152 p.

CARRE, B.; DEROUET, L.; LECLERCQ, B. The digestibility of cell-wall polysaccharides from wheat (Bran or Whole Grain), soybean meal, and white lupin meal in cockerels, muscovy ducks, and rats. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 69, n. 4, p. 623-633, 1990.

CHANGS, B. et al. Aflatoxin B₂: chemical identity and biological activity. **Science**, New York, v. 142, n. 3596, p. 29, 1963.

COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY.
Mycotoxins: risks in plant, animal, and humans systems. Ames, 2003. 199 p.

DEVEGOWDA, G.; RAJU, M.; SWAMY, N. Mycotoxins: novel solutions for their counteraction. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 70, n. 50, p. 12-16, 1998.

DIAZ, D. E. et al. Aflatoxin binders I: in vitro binding assay for aflatoxin B1 by several potential sequestering agents. **Mycopathologia**, Den Haag, v. 156, n. 2, p. 223-226, 2002.

DIAZ, D. E.; SMITH, T. K. Agentes secuestrantes de micotoxinas: herramientas practicas para su neutralizacion. In: _____. **El libro azul de las micotoxinas**. Nottingham: Nottingham University, 2005. p. 345-362.

DILKIN, P.; MALLMANN, C. A. Sinais clínicos e lesões causadas por micotoxinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE MICOTOXINAS, 11., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.br/papers/142z.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

DIMAS, A. M.; CÁSSIA, T. B. V. Adsorção de aminoácidos sobre minerais e a origem da vida. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 786-789, jul./ago. 2006.

FERNÁNDEZ, A. et al. Aflatoxin and its metabolites in tissues from laying hens and broiler chickens fed a contaminated diet. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 19, n. 6, p. 407-414, Sept. 1994.

FIALHO, M. B. **Mecanismo de ação de compostos orgânicos voláteis antimicrobianos produzidos por *Saccharomyces cerevisiae* sobre o desenvolvimento de *Guignardia Citricarpa*, agente causal da pinta preta dos citros.** 2008. 120 p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2008.

FISCHER, J. R. L. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 27, n. 2, p. 314-318, mar./abr. 1998.

FRANCISCATO, C. et al. Concentrações séricas de minerais e funções hepática e renal de frangos intoxicados com aflatoxina e tratados com montmorilonita sódica. **Pesquisa Agropecuária Brasília**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1573-1577, nov. 2006.

FREIRE, F. C. O. et al. **Micotoxinas:** importância na alimentação e na saúde humana e animal. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 2007. 48 p.

GELDERBLOM, W. C. et al. Fumonisin: novel mycotoxin with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 54, p. 1806-1811, 1988.

GIACOMINI, L. et al. Desempenho e plumagem de frangos de corte intoxicados por aflatoxinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 234-239, jan./fev. 2006.

GIMENO, A.; MARTINS, M. L. **Micotoxinas y micotixicosis en animales y humanos:** special nutrients. 3rd ed. Miami: Special Nutrients, 2011. 130 p.

_____. Resíduos de micotoxinas en leche, huevos y tejidos comestibles de aves, cerdos y rumiantes: parte I. **Albéitar**, Zaragoza, v. 36, n. 7, p. 40-42, jul. 2000.

GIRISH, C. K.; DEVEGOWDA, G. Efficacy of glucomannan-containing yeast product (Mycosorb®) and hydrated sodium calcium aluminosilicate in preventing the individual and combined toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in commercial broilers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 19, n. 6, p. 877-883, 2006.

GLENN, A. E. Mycotoxigenic *Fusarium* species in animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 137, n. 3, p. 213-240, June 2007.

HARRISON, L. F. et al. Pulmonary edema and hydrothorax in swine produced by fumonisin B₁, a toxic metabolite of *Fusarium moniliforme*. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 2, n. 2, p. 217-221, July 1990.

HENRY, M. H.; WYATT, R. D.; FLETCHER, O. J. The toxicity of purified fumonisin B₁ in broiler chicks. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 79, n. 10, p. 1378-1384, Oct. 2000.

HESELDTINE, C. W. **Conditions leading to mycotoxin contamination of foods feeds in mycotoxins other fungal related food problems**. Washington: American Chemical Society, 1976. 122 p.

KECK, B. B.; BODINE, A. B. The effects of fumonisin B₁ on viability and mitogenic response of avian immune cells. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 85, n. 6, p. 1020-1024, June 2006.

LEDOUX, D. R. et al. Effects of *Fusarium moniliforme* culture material containing known levels of fumonisin B₁ on turkey poults. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 71, p. 162-165, Dec. 1996.

LOPES, C. C. et al. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 33-40, 2011.

LOPES, N. M. **Suplementação de vacas leiteiras com farinha de algas (*Lithothamnium calcareum*)**. 2012. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MALLMANN, C. A. et al. Desempenho produtivo de frangos de corte intoxicados com diferentes concentrações de aflatoxinas na dieta. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA BRASIL, 20., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007a. 1 CD-ROM.

_____. Micotoxinas em ingredientes para alimento balanceado de aves. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA BRASIL, 20., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007b. 1 CD-ROM.

_____. **Tabelas de resultados:** LAMIC - Laboratório de Análises Micotoxicológicas. Santa Maria: UFSM, 2011. Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.br/legislacao.html>>. Acesso em: 20 jun. 2013. MARASAS, W. F. O. Discovery and occurrence of the fumonisins: a historical perspective. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 109, n. 2, p. 239-243, May 2001.

MERRILL, J. R. et al. Sphingolipid metabolism: roles in signal transduction and disruption by fumonisins. **Environmental Health Perspectives**, Research Triangle Park, v. 109, n. 2, p. 283-289, May 2001.

OGIDO, R. et al. Effects of prolonged administration of aflatoxins B1 and fumonisin B1 in laying japanese quail. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 83, n. 12, p. 1953-1958, Dec. 2004.

OGUZ, H.; KORTOGLU, V.; COSKUN, B. Preventive efficacy of clinoptilolite in Broilers during chronic aflatoxin (50 and 100ppb) exposure. **Research in Veterinary Science**, London, v. 69, n. 2, p. 197-201, Oct. 2000.

OLIVEIRA, G. R. et al. Mycobiota in poultry feeds and natural occurrence of aflatoxins, fumonisins and zearalenone in the Rio de Janeiro State, Brazil. **Mycopathologia**, Den Haag, v. 162, n. 2, p. 355-362, Nov. 2007.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. **Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003**. Rome, 2004. 45 p.

PRATT, C.; CORNELLY, K. **Bioquímica esencial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bioquímica, 2004. 918 p.

QURESHI, M. A.; HAGLER JUNIOR, W. M. Effect of fumonisin-B1 exposure on chicken macrophage function in vitro. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 71, n. 1, p. 104-112, Jan. 1992.

RAJU, M. V. L. N.; DEVEGOWDA, G. Influence of esterified glucomannan on performance and organ morphology, serum biochemistry and haematology in broilers exposed to individual and combined mycotoxicosis: aflatoxin, ochratoxin & T-2 toxin. **British Poultry Science**, London, v. 41, n. 5, p. 640-650, Dec. 2000.

RAMOS, A. J.; HERNANDEZ, E. In situ absorption of aflatoxins in rat small intestine. **Mycopathologia**, Den Haag, v. 134, n. 1, p. 27-30, Apr. 1996.

RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O.; VISMER, H. F. Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 68, n. 5, p. 2101-2105, May 2002.

ROCHA, L. O. et al. Mycoflora and co-occurrence of fumonisins and aflatoxins in freshly harvested corn in different regions of Brazil. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 10, n. 11, p. 5090-5103, Nov. 2009.

SANTOS, V. M. **Avaliação da adição de parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* de aflatoxinas B1 na ração para frangos de corte na fase inicial.** 2010. 31 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

SANTURIO, J. M. Micotoxinas e micotoxicoses na avicultura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 1, p. 516-635, abr. 2000.

SCHEIDELER, S. E. Effect of various types of aluminosilicates and aflatoxin B1 on the aflatoxin toxicity, chick performance and mineral status. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 72, n. 2, p. 282-288, Feb. 1993.

SHARMA, R. P. Immunotoxicity of mycotoxins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 3, p. 892-897, Mar. 1993.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia de alimentos.** São Paulo: Varela, 2000. 232 p.

SOUZA, Y. L. S. et al. Milho contaminado com fumonisina e o desempenho de frangos de corte. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLA, 11., 2011, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2011. 1 CD-ROM.

STANLEY, V. G.; WOLDESENBET, S.; HUTCHINSON, D. H. The use of *saccharomyces cerevisiae* to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks. **Journal Poultry Science**, Missouri, v. 72, n. 10, p. 1867-1872, Oct. 1993.

SWAMY, H. V. L. N. Mycotoxicoses in poultry: in the overview from the Asia-Pacific region. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 21., 2005, London. **Proceedings...** London: Alltech's, 2005. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-mycotoxins/articles/mycotoxicoses-poultry-overview-asiapacific-t217/AVG-p0.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

UTTPATEL, R. et al. Desempenho produtivo de matrizes de corte submetidas a dietas contendo aflatoxinas e glucomanos esterificados como adsorventes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 4, p. 821-826, jul./ago. 2011.

VOSS, A. K. A.; SMITHB, G. W.; HASCHEK, W. M. Fumonisin: toxicokinetics, mechanism of action and toxicity. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 137, n. 3, p. 299-325, Oct. 2007.

YIANNIKOURIS, A. et al. A novel technique to evaluate interactions between *Saccharomyces cerevisiae* cell wall and mycotoxins: application to zearalenone. **Biotechnology Letters**, Dordrecht, v. 25, n. 10, p. 783-789, May 2003.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1 **Aditivos anti-micotoxinas em dietas para frangos de corte:**
desempenho, rendimentos de carcaça, cortes nobres e peso
relativo dos órgãos

**Artigo redigido conforme normas da Revista Arquivo Brasileiro de
Medicina Veterinária e Zootecnia**

Aditivos anti-micotoxinas em dietas para frangos de corte: desempenho, rendimentos de carcaça, cortes nobres e peso relativo dos órgãos

González, N.F.G.; Bertechini, A.G. et al.

RESUMO

Avaliou-se o efeito da inclusão de cinco aditivos anti-micotoxinas adicionados em rações para frangos de corte alimentados com milho naturalmente contaminado por micotoxinas (Aflatoxinas B₁ - 1,9 ppb, Fumonisinias B₁ - 511 ppb e Fumonisinias B₂ - 325 ppb) sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar aos 20°, 34° e 41° dia de idade, além do rendimento de carcaça e o peso relativo dos órgãos (fígado e rins) ao final do experimento. Um total de 960 pintos de um dia, machos, Cobb-500, foram distribuídos aleatoriamente em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram, (T1): dieta basal (DB) contendo 0,2% areia lavada (material inerte); (T2): DB + 0,2% HSCAS1; (T3): DB + 0,2% HSCAS 2; (T4): DB + 0,2% *L. calcareum*; (T5):- DB + 0,2% *S. cerevisiae* e (T6): DB + 0,2% HSCAS + *S. cerevisiae* (produto comercial composto por uma parte de HSCAS1 e 3 partes *S. cerevisiae* 1:3) . O nível de inclusão dos aditivos seguiu a recomendação do fabricante e as dietas foram formuladas de acordo com cada fase de criação. Os resultados indicaram que o uso de aditivos anti-micotoxinas em níveis de contaminação do milho como os usados neste estudo não influenciam as características avaliadas neste trabalho.

Palavras-chave: aflatoxinas, aluminossilicato de cálcio e sódio, fumonisinina, *Lithothamnium calcareum*, *Saccharomyces cerevisiae*.

INTRODUÇÃO

Os cereais utilizados na fabricação de rações animais são substratos propícios ao desenvolvimento de fungos de modo que a contaminação fúngica pode alterar a composição nutricional dos alimentos e levar a formação de metabólitos secundários denominados micotoxinas (Gimeno e Martins, 2011).

A produção de micotoxina varia de acordo com as espécies de fungos. Nos grãos de milho são comumente encontradas micotoxinas produzidas pelo *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, denominadas aflatoxinas (Fandohan et al., 2005). As aflatoxinas são classificadas de acordo com as cores apresentadas na análise de cromatografia, sendo denominadas aflatoxinas B, para cor azul, do inglês 'blue', e aflatoxinas G para cor verde, do inglês 'green'. Posteriormente, foi verificado que havia diferença na toxicidade dessas classes, sendo subdivididas em aflatoxinas B₁ e B₂ e aflatoxinas G₁ e G₂, sendo as de número um as mais tóxicas (Chang et al., 1963).

Pesquisas mostram que a aflatoxinas B₁ (AFB₁) é a mais tóxica para aves, causando efeitos adversos sobre o desempenho (Hashmi et al., 2006; Kermanshahi et al., 2007; Magnoli et al., 2011). O órgão mais afetado pela intoxicação é o fígado, pois uma vez contaminado, as aflatoxinas são absorvidas pelo trato gastrointestinal, biotransformadas pelas enzimas microsossomais hepáticas e posteriormente são levadas pela corrente sanguínea aos órgãos extra-hepáticos. A lesão gerada no fígado afeta diretamente a síntese de proteínas, carboidratos e lipídeos (Melo et al., 1999).

Outra classe de micotoxina, que também está presente nos cereais, é a classe das fumonisinas B₁ e B₂ (FB₁ e FB₂) produzida por fungos do gênero *Fusarium*, das espécies *verticillioides*, *formely*, *moniliforme* e *proliferatum*. As fumonisinas apresentam alta atividade citotóxica inibindo a síntese de fosfolipídios (Gimeno e Martins, 2011).

A quantidade de micotoxinas ingeridas é determinante na manifestação dos sintomas de toxicidade. Segundo Mallmann (2011), a tolerância das aves varia de acordo com a fase de criação. Para a fase inicial o nível de aflatoxinas tolerável é zero, enquanto que, para fumonisinas, é de 100 ppb. Já para a fase de crescimento a tolerância aumenta, sendo de 2 e 500 ppb para aflotoxinas e fumonisinas, respectivamente. Por fim, na fase final, a tolerância chega a 5 ppb de aflatoxinas e mantém-se em 500 ppb para fumonisina.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO 2003), cerca de 25% da oferta mundial de grãos apresenta contaminação por micotoxinas. Portanto, para reduzir os efeitos tóxicos causados pelas micotoxinas, existem disponíveis no mercado aditivos anti-micotoxinas (AAM), substâncias de alto peso molecular que são adicionadas às rações. Essas moléculas se ligam às micotoxinas presentes no quimo, evitando sua absorção pelo trato gastrointestinal. E, dessa forma, o complexo toxina-adsorvente é eliminado nas excretas (Wu e Munkvold, 2008; Gimeno e Martins, 2011).

Alguns AAM são de origem orgânica, como os obtidos a partir de parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) (Chowdhury e Smith, 2004). Entre os AAM inorgânicos, estão os aluminossilicatos de cálcio e sódio (HSCAS) e *Lithothamnium calcareum* (farinha de algas).

Os HSCAS têm a capacidade de atrair compostos positivamente carregados (Ramos e Hernandez, 1997). A alga *L. calcareum*, apresenta estrutura característica e a presença de cálcio, que permite um maior tempo de permanência no trato gastrointestinal (Lopes, 2012). Porém, apesar de não existir relatos consistentes sobre o uso dessa alga AAM, Rosa (2012, dados não publicados) observou em frangos de corte, desafiados com 1000 ppb de AFB₁ e suplementados com 0,2% de *L. calcareum* redução dos efeitos adversos causados pelas micotoxinas nas aves.

A utilização de aditivos anti-micotoxinas está consolidado na indústria avícola, em função da sua eficácia na redução dos prejuízos causados pelas micotoxinas. No entanto, a sua interação com outros compostos da ração importante no desempenho e rendimentos de carcaça não estão esclarecidos (Franciscato et al., 2006). Frente ao exposto, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito do uso dietético de cinco aditivos anti-micotoxinas comerciais sobre o desempenho, qualidade da carcaça e peso relativo dos órgãos de frangos de corte criados até os 41 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de março a maio de 2013, cujas temperaturas médias, máxima e mínima, registradas dentro do galpão foram $28,7 \pm 2,6$ e $20,8^{\circ}\text{C} \pm 4,9$ respectivamente. A umidade relativa média no período experimental foi de $70,7\% \pm 12,1$. Todos os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais, da Universidade Federal de Lavras (UFLA) sob o protocolo n° 049/12.

Foram utilizados 960 pintos de um dia, machos, Cobb-500, provenientes de incubatório comercial, devidamente vacinados contra a doença de Marek, distribuídos em 48 parcelas experimentais, contendo 20 aves cada. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos de 8 repetições cada. Os tratamentos foram:

Tratamento 1. Controle - Dieta basal (DB) contendo 0,2% de areia lavada (material inerte),

Tratamento 2. DB contendo 0,2 % HSCAS1 (Origem comercial 1),

Tratamento 3. DB contendo 0,2 % HSCAS 2 (Origem comercial 2),

Tratamento 4. DB contendo 0,2 % *L. calcareum*,

Tratamento 5. DB contendo 0,2 % *S. cerevisiae*,

Tratamento 6. DB contendo 0,2 % HSCAS1 + *S. cerevisiae*.(1:3), (preparação industrial do produto).

As instalações eram compostas de um galpão convencional de alvenaria, com telhas de cimento, cortinas laterais com dispositivo de catraca para controle parcial da temperatura e ventilação, equipados com boxes experimentais contendo maravalha como isolante térmico do piso, comedouro tubular e bebedouro pendular, sendo alojadas 20 aves em uma densidade de 10 aves/m². Os animais receberam água e ração a vontade e luz 24h/d durante todo o período de estudo.

As rações foram à base de milho e farelo de soja, formuladas seguindo as exigências de Bertechini (2012), distribuídas em um programa nutricional com três rações (1 a 20, 21 a 34 e 35 a 41 dias de idade), conforme apresentado na Tabela 1. A composição nutricional dos ingredientes utilizados na formulação das rações foi considerada de acordo com o descrito nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011).

Para determinar o nível de contaminação do milho usado nas rações, uma amostra desse alimento foi enviada ao Laboratório de Análise Micotoxicológicas (LAMIC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foi identificado e quantificado a presença de micotoxinas pelo método de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), determinando os seguintes níveis: 1,9 ppb de Aflatoxinas B₁, 511 ppb de Fumonisinias B₁ e 325 ppb de Fumonisinias B₂.

Tabela 1 Composição das rações experimentais para frangos de corte nas fases iniciais (1 a 20 dias), crescimento (21 a 34 dias) e final (35 a 41 dias).

Ingredientes (g/kg de ração, na matéria natural)	Rações		
	Inicial	Crescimento	Final
Milho	600,17	625,38	646,56
Farelo de soja	344,49	311,83	281,90
Óleo de soja	18,45	28,73	39,80
Calcário calcítico	8,34	8,60	8,72
Fosfato bicálcico	11,25	8,86	6,98
Sal comum	4,76	4,52	4,27
Suplemento Mineral ¹	0,50	0,50	0,50
Suplemento Vitaminico ²	1,00	1,00	1,00
L-Lisina HCL, 78%	3,21	3,14	3,13
DL-Metionina, 99%	3,41	3,09	2,82
L-Treonina, 98%	1,17	1,11	1,07
Cloreto de Colina 60%	0,40	0,40	0,40
Salinomicina 12%	0,50	0,50	0,50
Bacitracina Zn 15%	0,25	0,25	0,25
Fitase ³	0,10	0,10	0,10
AAM*	2,00	2,00	2,00
Composição nutricional calculada (g/kg de ração, em matéria natural)			
EMA (kcal/kg)	3000	3100	3200
Proteína bruta	208	195	183
Cálcio	8,1	7,6	7,1
Fósforo disponível	4,4	3,9	3,5
Sódio	2,1	2,0	1,9
Lisina digestível	12,5	11,7	10,9
Metionina+Cistina digestível	9,0	8,4	7,83
Treonina digestível	8,2	7,7	7,2
Balanço electrolítico ⁴ (mEq/kg)	294	277	260

*AAM: Aditivo anti-micotoxina usado para cada tratamento em cada fase. (T1 – TC (areia lavada, material inerte); T2 HSCAS 1; T3 - HSCAS 2; T4- *L. calcareum*; T5 - *S.cerevisiae*; T6 – HSCAS1 + *S. cerevisiae*).

¹ Suplementado por kg de ração: manganês – 80mg; ferro – 50 mg; zinco 50 mg; cobre- 10mg; cobalto – 1mg; iodo – 1mg.

² Suplementado por kg de ração: vitamina A 12.000 UI; vitamina D₃ 2.500 UI; vitamina E 30 UI; vitamina B₁ 2,0 mg; vitamina B₆ 3,0 mg; Biotina 0,07 mg; vitamina K₃ 3,0 mg; Ácido fólico 1,0 mg; Ácido nicotínico 35,0 mg; vit. B₁₂ 15 µg; Selênio 0,25mg; BHT 5,0 mg.

³Fitase – 5000 FTU/g

⁴Balanço eletrolítico calculado segundo a equação de Mogin (1981).

As características de desempenho avaliadas foram consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). As aves e as rações foram pesadas no primeiro, 20º, 34º e 41º dia de idade. A mortalidade em cada parcela foi registrada diariamente para correção do CR e CA das aves nos dias 20, 34 e 41 de idade.

Além disso, no 41º de idade, uma ave com peso médio de cada parcela foi selecionada e exposta a um período de jejum alimentar de cinco horas. Em seguida, foram realizados os processos de sangria, escaldagem, depenagem e evisceração das aves selecionadas. Para o rendimento de carcaça considerou-se a carcaça eviscerada (sem penas, pés, cabeça nem pescoço), em relação ao peso vivo antes do abate $[(\text{Peso carcaça} / \text{peso vivo}) \times 100]$. Os cortes de pernas (coxa + sobre coxa), peito e asas foram pesados em balança de precisão de 1 grama e seus rendimentos calculados em relação ao peso de carcaça eviscerada $[(\text{corte a determinar} / \text{peso carcaça}) \times 100]$; para a determinação do peso relativo dos órgãos (fígado e rins), estes foram pesados e determinados em relação ao peso vivo da ave $[(\text{peso órgão} / \text{peso vivo ave}) \times 100]$.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando esta foi significativa, realizou-se o teste de comparação de médias de Student-Newman-Keuls (SNK) utilizando o programa computacional SISVAR 5.3 (Ferreira, 2010). Para a comparação do tratamento controle (sem aditivo) com os demais tratamentos foi utilizado o teste de Dunnett, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos e entre estes e o grupo controle nos parâmetros de desempenho (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) nas diferentes fases de criação (Tabela 2).

Tabela 2 Desempenho dos frangos de corte nas fases de 1 a 20, 1 a 34, 1 a 41 de idade, alimentados com rações contendo diferentes aditivos anti-micotoxinas e milho contaminado.

Fase (dias)	Desempenho ¹	Tratamentos ²						Média	P-Valor ³	CV% ⁴
		1	2	3	4	5	6			
1 a 20	CR (g)	1180	1164	1155	1169	1170	1130	1161	0,20	3,5
	GP (g)	826	828	812	825	827	812	823	0,85	3,2
	CA (g/g)	1,37	1,34	1,35	1,35	1,35	1,33	1,35	0,48	2,8
1 a 34	CR (g)	3537	3558	3580	3573	3555	3516	3553	0,79	2,7
	GP (g)	2267	2281	2309	2277	2238	2230	2267	0,31	3,3
	CA (g/g)	1,48	1,49	1,50	1,50	1,49	1,47	1,49	0,79	2,7
1 a 41	CR (g)	4902	4912	4931	4871	4882	4815	4886	0,56	2,6
	GP (g)	2955	2943	2954	2936	2919	2834	2923	0,08	3,0
	CA (g/g)	1,56	1,56	1,57	1,55	1,56	1,53	1,56	0,56	2,6

¹ CR = consumo de ração. GP = ganho de peso. CA = conversão alimentar.

² 1 Controle (Areia lavada); 2 - HSCAS 1; 3 - HSCAS 2; 4 - *L. calcareum*; 5 - *S.cerevisiae*; 6 - HSCAS + *S. cerevisiae*..

³ Probabilidade. ⁴Coeficiente de variação.

O nível de contaminação por aflatoxinas B₁ (1,9 ppb), provavelmente, foi relativamente baixo e abaixo do nível de tolerância permitido, de acordo com Mallmann et al. (2011), sendo metabolizada pela ave sem efeitos colaterais. Segundo Ramos e Hernandez (1996) baixas concentrações de micotoxinas são eliminadas pelo sistema hepático da ave sem efeitos no seu desempenho, entretanto, acima de 50 ppb de AFB₁ pode causar efeitos deletérios (Tessari et al., 2004). Aos 42 dias de idade, Giacominni et al. (2006) confirmaram efeito negativo nas características de desempenho de frangos de corte contaminados com aflatoxinas em doses de 3000 ppb.

Com referência as fumonisinas, apesar do nível de contaminação nesse estudo ser superior ao nível de tolerância reportada por Mallmann (2011), os animais não mostraram alterações que indicassem a intoxicação. As aves são mais resistentes a essa micotoxina devido a que existe uma fraca interação entre as fumonisinas e os componentes do sangue, dissociando de forma rápida o complexo formado entre estes, evitando sua ação citotóxica associada diretamente a sínteses dos esfingolipídios, que são importantes na regulação dos diferentes processos celulares (Vudathala et al., 1994). Estudos *in vivo* comprovaram essa tolerância das aves, frangos intoxicados com níveis crescentes de fumonisinas (50, 1300 e 2300 ppb) não apresentaram alterações no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar aos 42 dias de idade (Souza et al., 2011).

Sabendo que o nível de contaminação não foi suficientemente alto para causar uma intoxicação crônica nos animais neste trabalho, os aditivos portanto, não interferiram negativamente nos resultados, confirmando a seguridade desses produtos, ou seja, não houve alteração das propriedades nutricionais da ração (Diaz e Smith, 2005). Resultados semelhantes aos determinados neste estudo foram observados por Magnoli et al. (2011) que evidenciaram em frangos de corte suplementados com bentonita sódica (0,3%) e, contaminados com 5 ppb de

AFB₁, que não houve diferenças no desempenho das aves. Ledoux et al. (1999) por outro lado, observaram em frangos de corte com 20 dias de idade suplementados com 1% de HSCAS na dieta contaminada com 4000 ppb de AFB₁, que o GP, CR foram similares ao grupo controle, sem contaminação.

A parede celular de *S. cerevisiae* tem a capacidade de impedir a aderência dos agentes patógenos à parede intestinal, evitando a absorção desses agentes pelo organismo. Dessa forma esses aditivos podem atuar de duas maneiras, como probióticos e como mecanismo de controle de aflatoxinas. Para que apresente suas características como aditivo anti-micotoxinas recomenda-se uma inclusão partir de 0,1% na ração, reduzindo assim, os efeitos deletérios causados pelas micotoxinas em frangos de corte intoxicados (Aravind et al., 2003; Devegowda e Murthy, 2005; Rossi et al., 2010; 2013). No entanto, os resultados foram similares para todos os grupos.

O uso de *L. calcareum* como AAM está ainda sendo avaliado. Segundo Rosa (2012), dados não publicados, essa alga pode minimizar os efeitos deletérios das micotoxinas e melhorar o desempenho das aves; porém, este resultado não pode ser observado neste estudo.

Não houve diferenças ($P>0,05$) no rendimento de carcaça, cortes nobres e peso relativo dos órgãos dos tratamentos e entre estes e o grupo controle a os 41 dias de idade (Tabela 3). O nível de contaminação do milho usado não gerou uma intoxicação crônica capaz de afetar as variáveis avaliadas. De acordo com Giacominni et al. (2006), a intoxicação com doses altas e prolongadas de aflatoxinas alteram a síntese de ácidos graxos no fígado, evitando o transporte destes até as demais áreas do organismo, ocorrendo uma acentuada infiltração no tecido hepático levando a uma iminente hepatomegalia e conseqüentemente afetar o metabolismo proteico o que possivelmente influenciara no rendimento de carcaça.

Tabela 3 Rendimento de carcaça, cortes e órgãos de frangos de corte aos 41 dias de idade, alimentados com rações contendo diferentes aditivos anti-micotoxinas e milho contaminado.

Tratamentos ¹	Peso relativo (%)						
	Carcaça	Peito	Perna	Dorso	Asa	Fígado	Rins
1	70,79	40,33	29,56	18,86	10,34	2,49	0,71
2	68,65	39,62	28,77	20,76	10,25	2,78	0,62
3	73,18	40,94	28,47	19,46	10,47	2,44	0,71
4	71,21	41,50	28,70	18,81	10,04	2,43	0,64
5	71,53	39,03	29,59	20,18	10,30	2,41	0,59
6	71,17	41,19	29,10	18,82	9,94	2,61	0,64
CV% ²	4,92	5,97	7,13	9,36	8,97	11,73	16,76
P-valor ³	0,25	0,30	0,85	0,17	0,86	0,12	0,30

¹ 1 Controle (Areia lavada); 2 - HSCAS 1; 3 - HSCAS 2; 4- *L. calcareum*; 5 - *S.cerevisiae*; 6 – HSCAS 1 + *S. cerevisiae*(1:3).

² Coeficiente de variação,

³ Probabilidade.

Em estudo realizado por Rossi et al. (2010), foi observado em frangos contaminados com 1000 ppb de AFB₁, e suplementados com 0,1% de *S. cerevisiae*, a redução das alterações macroscópicas causadas pelas aflatoxinas a órgãos e na qualidade da carcaça. Similares observações foram feitas por Santin et al., (2003); Girish e Devegowda (2004) e Rossi et al., (2013). Em galinhas poedeiras, Matur et al. (2010) também observaram que a inclusão entre 0 e 1% de *S. cerevisiae* em rações contaminadas com 0 e 10 ppb de AFB₁, não alterou o peso do fígado e rins. Esses autores atribuíram esse comportamento ao baixo nível de contaminação usado no estudo.

Por outro lado, Kermanshani et al. (2007) estudaram rações que continham três níveis de AFB₁ (0, 500 e 1000 ppb) e HSCAS, em doses de 0, 0,5 e 1%, evidenciando os efeitos negativos causados pelas micotoxinas nos órgãos dos frangos, entretanto, a partir da inclusão de 0,5% do aditivo, esse efeito foi reduzido.

CONCLUSÃO

O uso de aditivos anti-micotoxinas em níveis de contaminação do milho como usados neste estudo não influenciam nas características de desempenho, rendimento de carcaça, cortes nobres e peso relativo de fígado e rins nas fases avaliadas.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Núcleo de Estudo em Ciência e Tecnologia Avícola (NECTA), Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio na realização deste projeto.

REFERÊNCIAS

ARAVIND, K.L.; PATIL, V.S.; DEVEGOWDA, G. et al. Efficacy of esterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers. *Poultry Science.*, n.85, p. 871-876, 2003.

BERTECHINI, A.G. *Nutrição de monogástricos*. 2 ed. UFLA, Lavras, 2012.

CHANGS.B. et al. Aflatoxin B₂: Chemical Identity and Biological Activity, *Science* 29, Vol. 142 no. 3596, 1963.

CHOWDHURY, S. R.; SMITH, T. K. Effects of feeding blends of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on performance and metabolism of laying hens. *Poult.Sci.* n.83 p.1849–185, 2004.

DEVEGOWDA, G.; MURTHY, T.N.K. Mycotoxins: theirs effects in poultry and some practical solutions. In: E.D. Diaz (Ed.). *The mycotoxin blue book*. Nottingham University Press. Nottingham. pp. 25-56, 2005

DIAZ D E.; SMITH T K. Agentes secuestrantes de micotoxinas: Herramientas practicas para su neutralizacion practicas em: Smith, Diaz y Swamy. *El Libro Azul de las Micotoxinas*, Nottingham University Press, pag 345-362, 2005.

FANDOHAN, P.; ZOUMENOU, D. J.; HOUNHOUIGAN, W. et al. Fate of aflatoxins and fumonisins during the processing of maize into food products in Benin. *Int. J. Food Microbiol.*N.98, p.249–259, 2005.

FERREIRA, D.F. *Sistema para análise de variância para dados balanceados – SISVAR 5.3*. Lavras: UFLA, 2010. Software.

FRANCISCATO C.; LOPES S.T.; SANTURIO J. M. et al. Concentrações séricas de minerais e funções hepática e renal de frangos intoxicados com aflatoxina e tratados com montmorilonita sódica, *Pesq. agropec, Brasília*, v.41, n.11, p.1573-1577, nov. 2006.

GIACOMINI, L.; FICK, F.A.; DILKIN, P. et al. Desempenho e plumagem de frangos de corte intoxicados por aflatoxinas. *Ciência Rural.*, v. 36, n.1, P.234-239, 2006.

GIMENO, A.; MARTINS, M.L. Micotoxinas y micotxicosis en animales y humanos. Special Nutrients, Inc. USA (Ed.3). 2011 pag 92.

GIRISH, C.K.; DEVEGOWDA, G. Evaluation of modified glucomannan (mycosorb®) and hidrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the individual and combined toxicity of aflatoxin and T-2 toxin broiler in Proceedings of the Australian Poultry Science Symposium, vol. 16, pp. 126–129, Sydney, Australia, 2004.

HASHMI, I.; PASHA, T. N.; JABBAR, M. A. et al. 2006. Study of adsorption potential of yeast sludge against aflatoxins in broiler chicks. J. Anim. Pl. Sci. n.16, p.12–14, 2006.

KERMANSHAHI, H.; AKBARI, M.R.; MALEKI, M. et al. Effect of Prolonged Low Level Inclusion of Aflatoxin B₁ into Diet on Performance, Nutrient Digestibility, Histopathology and Blood Enzymes of Broiler Chickens . Journal of Animal and Veterinary Advances, n. 6, p.686-692, 2007.

LEDOUX, D.R.; G.E. ROTTINGHAUS, A.J.; BERMUDEZ, E. et al. Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poult. Sci.*, 78: 204–210, 1999.

LOPES, N. M. Suplementação de vacas leiteiras com farinha de algas (*Lithothamnium calcareum*). 2012. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MAGNOLI, A. P.; MONGE, M.P.; MIAZZO, R.D. et al. Effect of low levels of aflatoxin B₁ on performance, biochemical parameters, and Aflatoxin B₁ in broiler liver tissues in the presence of monensin and sodium bentonite. *Jour PoultSci*, n.90 p.48-58, 2011.

MALLMANN. Laboratorio de Análises Micotoxicológicas- Universidade Federal de Santamaria, Santa Maria, RS, brasil, Tabelas de resultados, 2011.

MATUR, E.; ERGUL, E.; AKYAZI, I. et al. The effects of *Saccharomyces cerevisiae* extract on the weight of some organs, liver, and pancreatic digestive enzyme activity in breeder hens fed diets contaminated with aflatoxinas. *Poultry Science*. N.89 p.2213–2220, 2010.

MELO, M.M.; NASCIMENTO, E.F.; OLIVEIRA, N,J,F. Intoxicação de bovinos por aflatoxina B1 presente em polpa cítrica: relato de um surto, Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. vol.51 n.6 Belo Horizonte Dec. 1999.

MOGIN, P. 1981. Recent Advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. Proc Nutr Soc. 50, 285-294.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003, Roma, 2004, disponível em: <http://www.fao.org/es/>, acesso em 30 Nov 2011.

RAMOS, A. J.; HERNANDEZ, E. In situ absorption of aflatoxins in rat small intestine. Mycopathologia, n.134, p.27-30, 1996

ROSSI, P.; NUNES, J.K.; RUTZ, F. et al. Glucomanano esterificado e selênio orgânico em frangos alimentados com dietas com aflatoxinas. Arch. Zootec. n. 62 (237), p.33-43. 2013.

ROSSI, P.; RUTZ, F.; LIMA, G.J.M.M. et al. Efeito do adsorvente a base de glucomanano esterificado no desempenho e caracterização visceral de frangos de corte. Rev Bras Agrocência, n.16, p. 91-100, 2010.

SANTIN, A.; PAULILLO, A.C.; KRABBE, E.L. et al. Low level of aflatoxin in broiler at experimental conditions. Use of cell wall yeast as adsorbent of aflatoxin. Archives of veterinary science. Vol.8, n.2, 2003.

SOUZA, Y.L.S.; LITZ, F.H.; FAGUNDES N.S. et al. Milho contaminado com fumonisina e o desempenho de frangos de corte, v Anais do Prêmio Lamas – 2011.

SWAMY, H.V.L.N.; SMITH, T.K.; COTTER, P.F. et al. Effects of feeding blends of grains naturally contaminated with Fusarium mycotoxins on production and metabolism in broilers. Poultry Sci, n.81, p.966-975, 2002.

TESSARI, E. N. C. Efeitos da administração de aflatoxina B1 e fumonisina B1 sobre frangos de corte. 2004. 134p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área Qualidade e Produtividade Animal) Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2004.

VUDATHALA, D. K.; PRELUSKY, D. B.; AYROUD, M. et al. Pharmacokinetic fate and pathological effects of ^{14}C - fumonisin B1 in laying hens. *Nat. Toxins*, n. 2, p. 81–88, 1994.

WU, F.; MUNKVOLD, G. Mycotoxins in ethanol co-products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, n.56, p. 3900-3911, 2008.

(VERSÃO PRELIMINAR DO ARTIGO)

ARTIGO 2 **Efeito do uso de aditivos anti-micotoxinas na ração sobre o desempenho e qualidade nutricional da dieta de frangos de corte de 13 a 20 dias de idade**

Artigo redigido conforme normas da Revista Poultry Science

**EFEITO DO USO DE ADITIVOS ANTI-MICOTOXINAS NA RAÇÃO
SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE NUTRICIONAL DA DIETA
DE FRANGOS DE CORTE DE 13 A 20 DIAS DE IDADE**

González, N.F.G.; Bertechini, A.G. et al.

RESUMO A presença de micotoxinas em grãos destinados ao preparo de rações é um dos principais fatores que reduzem a produtividade avícola. Portanto, o uso de aditivos anti-micotoxinas (AAM) constitui uma importante ferramenta para minimizar o impacto sanitário e econômico que estes metabólitos causam na indústria avícola. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de cinco AAM em duas rações para frango de corte, formuladas com milho naturalmente contaminado com aflatoxinas B₁ (AFB₁) e fumonisinas B₁ e B₂ (FB₁-FB₂), sobre o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, da matéria seca e energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio; peso relativo dos órgãos (fígado e rins) e histologia hepática aos 20 dias de idade. Um total de 288 frangos de corte com treze dias de idade foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, disposto num esquema fatorial 6 x 2 sendo cinco rações igualmente formuladas com inclusão de 0,2% de AAM (1 - HSCAS1; 2 - HSCAS2; 3 - *L. calcareum*; 4 - *S. cerevisiae* e 5 HSCAS1 + *S. cerevisiae*), mais uma ração controle sem AAM (areia lavada como material inerte), usando milho com dos níveis de contaminação (NC), sendo NC baixo contendo 0 ppb de AFB₁ + 125 ppb FB₁ e NC alto contendo 1 ppb de AFB₁ + 169 ppb de FB₁ + 125 ppb de fumonisinas B₂ (FB₂), classificado de acordo com o nível de tolerância da fase de criação, assim mesmo o nível de inclusão dos aditivos seguiu a recomendação do fabricante. Os resultados mostraram que a inclusão de 0,2% do AAM composto por HSCAS + *S. cerevisiae* em rações contendo níveis de contaminação como os apresentados neste estudo podem ser usados em frangos de corte sem afetar o consumo de ração, ganho de peso e peso relativo do fígado na fase de 13 a 20 dias de idade. Assim mesmo observa-se que o uso do *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo anti-micotoxinas influencia negativamente a EMAn das rações, porém, o mesmo aditivo melhorou o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta.

Palavras-chave: aflatoxinas, aluminossilicato de cálcio e sódio, fumonisina, *Lithothamnium calcareum*, *Saccharomyces cerevisiae*.

INTRODUÇÃO

As micotoxinas são substâncias tóxicas resultantes do metabolismo secundário de diversas cepas de fungos filamentosos. Esses metabólitos são estruturalmente diversos, com capacidade de contaminar os grãos usados na alimentação humana e animal, afetando a saúde dos animais e levando a grandes perdas econômicas na indústria avícola (Aravind et al., 2003; Wu et al., 2008). Algumas condições de temperatura, umidade e estocagem dos grãos influenciam a proliferação dos fungos produtores destes metabólitos (Mallmann et al., 2007; Gimeno e Martins, 2011).

As micotoxinas de maior importância na avicultura são as aflatoxinas e as fumonisinas. As aflatoxinas são metabólitos dos fungos *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, apresentam alta atividade hepatotóxica e, frequentemente, afetam as aves (Gimeno e Martins, 2011). A família das fumonisinas B₁ e B₂ (FB₁ e FB₂), metabólitos dos fungos *Fusarium verticillioides* e *Fusarium proliferatum*, apresentam alta atividade citotóxica, inibindo a biossíntese de fosfolipídios (Lino et al., 2004; Wu et al., 2008). De acordo com Mallmann (2011), o nível de tolerância das aves varia com a idade sendo na fase inicial de 0,0 ppb para aflatoxinas e 100 ppb para fumonisinas.

Estima-se que 25% da oferta mundial de grãos estejam contaminadas com micotoxinas segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2004). Portanto, para minimizar o efeito negativo que estes metabólitos causam no organismo das aves, existem os aditivos de micotoxinas (AAM) substâncias de alto peso molecular, que possuem a capacidade de se-ligar as micotoxinas presentes no alimento, evitando sua dissociação no trato digestório do animal. Desta maneira, o complexo toxina-adsorvente é eliminado nas excretas (CAST, 2003; Diaz e Smith, 2005; Gimeno e Martins, 2011). Alguns AAM de origem orgânica como

os obtidos a partir da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* possuem benefícios como probióticos, além de agir como redutor dos efeitos adversos causados pelas aflatoxinas e fumonisinas (Chowdhury e Smith, 2004). Existem também AAM de origem inorgânica, como os aluminossilicatos de sódio e cálcio HSCAS e *Lithothamnium calcareum* (farinha de algas).

Os HSCAS tem a capacidade de atrair compostos positivamente carregados (Ramos e Hernandez, 1997). De modo geral, os AAM apresentam benefícios neutralizando a ação de micotoxinas, porém em estudos *in vitro* Benetoli et al. (2007) avaliaram diferentes metodologias para determinar a interação dos aminoácidos com argilas descobrindo que estas tem grande afinidade por alguns aminoácidos, principalmente pela cisteína, sendo que esta interação ocorreu possivelmente pelo grupo sulfidril do aminoácido. Da mesma forma, Dimas e Cássia (2006), avaliando a adsorção entre os minerais e os aminoácidos, observaram que as argilas adsorvem muito mais aminoácidos com grupos R carregados do que não carregados, podendo influenciar na sua absorção.

De acordo com Carre et al. (1990), o teor de fibra encontrado na célula integra do *S. cerevisiae* pode atuar como agente diluidor da energia metabolizável da dieta. Do mesmo modo, Lopes et al. (2011), observaram em pintos de corte criados de um a oito dias em gaiolas metabólicas com dieta suplementada com *S. cerevisiae*, que a inclusão de níveis acima de 2,0% deste aditivo melhora o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta das aves, porém, apresenta um efeito adverso influenciando negativamente o coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta das rações.

A alga *L. calcareum* possui características como fonte de cálcio (LOPES, 2012). Porém, apesar de não existir relatos consistentes sobre o uso dessa alga como AAM, Rosa (2012) observou, em frangos de corte desafiados com 1000

ppb de AFB₁ e suplementados com 0,2% de *L. calcareum*, redução dos efeitos adversos causados pelas micotoxinas presentes nas rações.

O uso de aditivos anti-micotoxinas na indústria avícola é uma forte alternativa para reduzir os prejuízos causados pelas micotoxinas. No entanto sua interação com outros compostos da ração ainda não está esclarecida. Frente ao exposto objetivou-se com essa pesquisa avaliar o efeito da adição de cinco aditivos anti-micotoxinas em rações formuladas com milho contaminado naturalmente, sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes, peso relativo de fígado e rins e lesões histopatológicas no fígado de frangos de corte na fase de 13 a 20 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Desenho experimental, tratamentos e dietas

O experimento foi conduzido no setor de avicultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), com 288 pintos de um dia Cobb-500, criados sobre cama de maravalha, em galpão convencional e alimentado com uma ração basal contendo milho livre de micotoxinas até os treze dias de idade quando foram transferidos às gaiolas metabólicas para iniciar o período experimental de 13 a 20 dias. Os procedimentos experimentais adotados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFLA (protocolo nº 049/12).

Aos 13 dias de idade, as aves foram pesadas individualmente ($0,380 \pm 0,014$ kg), separadas por faixas de peso e transferidas para gaiolas metabólicas (dimensões de 50 x 50 x 50 cm), em uma sala de metabolismo sendo a unidade experimental composta por quatro aves. A sala dispunha de controle de iluminação e temperatura, sendo cada gaiola metabólica provida de um bebedouro tipo pressão, um comedouro tipo calha e uma bandeja coletora de excretas forrada com plástico para facilitar a coleta de excretas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2, correspondendo a cinco AAM (1- aluminossilicato de cálcio e sódio (HSCAS1); 2 - HSCAS2; 3 *L.calcareum*; 4 – *S. cerevisiae* e 5- HSCAS + *S. cerevisiae* (1/3)), mais uma ração controle sem AAM, em rações com dois níveis de contaminação (NC) de milho (NC baixo contendo 0 ppb de AFB1 + 125 ppb FB1 e NC alto contendo 1 ppb de AFB1 + 169 ppb de FB1 + 125 ppb de FB2), classificado de acordo com o nível de tolerância da fase de criação, e duas dietas controle (sem adição de AAM, sendo uma considerada controle positivo (NC baixo) e outra controle negativo (NC alto)). O nível de inclusão de 0,2% dos aditivos seguiu a recomendação do fabricante e as dietas foram formuladas seguindo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011) (Tabela 1). As rações experimentais e a água foram fornecidas a vontade durante os sete dias de experimento, sendo quatro dias de adaptação às dietas, seguidos de três dias de coleta total de excretas.

Variáveis avaliadas

Medidas zootécnicas: As rações oferecidas e as sobras foram pesadas aos 13°, 17° e 20° dias de idade, para posteriores cálculos de consumo de ração no período total e no período de coleta. Para os cálculos de ganho de peso, pesaram-se as aves ao 13° e 20° dias de idade e, por diferença, determinou-se o ganho de peso do período experimental. A conversão alimentar foi calculada dividindo o consumo de ração pelo ganho de peso no período avaliado.

Tabela 1 Composição percentual e nutricional das dietas experimentais para frangos de corte.

Ingrediente (%)	Ração Basal
Milho	56,77
Farelo de soja	36,20
Óleo de soja	2,71
Fosfato bicálcico	1,46
Calcário calcítico	1,29
Sal común	0,48
Premix vitamínico ¹	0,10
Premix mineral ²	0,05
DL- Metionina, 99%	0,31
L-Lisina HCL, 78%	0,23
L- Treonina, 98%	0,07
Cloreto de colina, 60%	0,04
Salinomicina, 12%	0,05
Bacitracina de Zn, 15%	0,025
Aditivos Anti -Micotoxina % ³	0,20
Total	100
EMA (kcal/kg)	3000
Proteína Bruta (%)	21,2
Lisina digestível (%)	1,22
Metionina + Cistina Dig (%)	0,88
Treonina digestível (%)	0,79
Cálcio (%)	0,84
Fosforo disponível (%)	0,42
Sódio (%)	0,21
Balanço eletrolítico (mEq/kg) ⁴	295

¹ Enriquecimento por kg de ração: Vit. A -9,000 UI, Vit D – 25000 UI, Vit E – 20 mg, Vit K – 2,5 mg, Niacina – 25 mg, Acido fólico – 0,8 mg, Acido pantotênico – 12 mg, Biotina – 60 µg, Vit B1 – 1,5 mg, Vit B2 – 6 mg, Vit B6 – 3,0 mg, Vit B 12 – 12 µg, e Selênio – 0,25 µg.

² Enriquecimento de Minerais por kg de ração: Ferro - 50 mg, cobre – 8 mg, Zinco – 50 mg, Manganês – 80 mg, Iodo – 1, g, Cobalto – 1,0 mg.

³ Areia lavada (utilizada como material inerte nos grupos controle), AAM utilizados 1 - HSCAS 1; 2 - HSCAS 2; 3- *L.calcareum*; 4 - *S. cerevisiae*; 5 - HSCAS + *S. cerevisiae* (1:30)

⁵Balanço eletrolítico calculado segundo a equação de Mogin (1981).

Digestibilidade de nutrientes: Realizou-se coleta total de excretas ao 18°, 19° e 20° dia de idade das aves, no período da tarde, de modo que as excretas de uma mesma unidade experimental foram reunidas em sacos plásticos identificados e armazenadas em *freezer* até o último dia. As amostras foram pesadas, homogeneizadas e pré-secas em estufa a 55°C por 72 horas e posteriormente foram moídas e armazenadas a temperatura ambiente até a realização das análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e energia bruta (EB) (Silva e Queiroz, 2002). A energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foi calculada utilizando a equação: [(energia bruta ingerida – (energia bruta excretada - 8,22* BN) / matéria seca ingerida (g)] e para os cálculos dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e proteína bruta (CDAPB) utilizou-se a equação: [(g de nutriente ingerido (em MS) – g de nutriente excretado (em MS)) / g de nutriente ingerido (em MS)] x 100.

Peso relativo dos órgãos e histopatologia: Aos 20 dias de idade, após a pesagem, uma ave de cada parcela foi selecionada pelo peso médio, sendo posteriormente abatida e eviscerada para a extração e pesagem dos órgãos. O peso relativo desses órgãos (fígado e rins) foi determinado em relação ao peso vivo da ave [(peso órgão / peso vivo ave) x 100]. Após a pesagem dos órgãos foram extraídas amostras de tecido hepático de aproximadamente um cm de diâmetro, as quais foram fixadas em formalina 10% por 24 horas, e posteriormente introduzida em uma solução de álcool etílico a 70% até o dia do processamento. Posteriormente, os tecidos foram desidratados em gradiente alcoólico crescente (70, 90 e 100%) e diafanizadas em xilol e incluídas em parafina (ponto de fusão 56 a 58°C). Após este processo foram realizados cortes de 4 a 5 µm de espessura dispostos em laminas histológicas e secas em estufa a 37°C (Bancroft et al., 2008).

Para avaliar o tecido hepático no microscópio de luz, os cortes foram parafinados e reidratados seguindo métodos histológicos de rotina e posteriormente submetidos à coloração de hematoxilina e eosina (H-E). Todas as lâminas foram avaliadas utilizando o microscópio óptico de luz (Olympus, Japão) e para as avaliações do tecido utilizou-se como base os seguintes escores: 0: estrutura histológica normal; 1: hiperplasia folicular do epitélio do conduto biliar em algumas áreas portais; 2: hiperplasia folicular do epitélio do conduto biliar na maioria das áreas portais e hiperplasia de aproximadamente a metade do lóbulo; 3: hiperplasia do conduto biliar envolvendo todo o lóbulo hepático (Yang et al., 2012).

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), através do programa computacional SISVAR 5.3 (Ferreira, 2010) e, quando significativa, adotou-se o teste de comparação de médias Student-Newman-Keuls (SNK); Para avaliar os escores de lesão usou-se o teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação ($P > 0,05$), entre o NC do milho e os AAM sobre o ganho de peso e conversão alimentar no período de 13 a 20 dias. (Tabela 2) concordando com Mallmann (2011) que afirma que as aves são sensíveis a níveis de aflatoxinas e fumonisinas a partir de 1 ppb e 100 ppb respectivamente. O que possivelmente ocorreu neste estudo, Porém, os resultados observados neste estudo não coincidem com os reportados por Gowda et al. (2008), em que esses autores verificaram que as alterações de desempenho causadas pelas AFB₁ podem ser observadas somente a partir de intoxicações com 1000 ppb dessa micotoxina na fase de 1 a 21 dias de idade das aves.

Tabela 2 Desempenho de frangos de corte, no período de 13 a 20 dias de idade, alimentados com rações contendo diferentes aditivos antimicotoxinas e dois níveis de contaminação (alto e baixo).

AAM	Consumo de ração (g)		Ganho de peso (g)		Conversão alimentar (g/g)	
	NC ¹ Baixo	NC Alto	NC Baixo	NC Alto	NC Baixo	NC Alto
Controles	726ab	707c	514b	471c	1,41ab	1,50b
HSCAS1	738ab	742ab	510b	525ab	1,45b	1,41ab
HSCAS2	737ab	746ab	491b	506b	1,50b	1,47b
<i>L. calcareum</i>	712b	726bc	493b	494b	1,45b	1,47b
<i>S. cerevisiae</i>	727ab	717bc	499b	500b	1,46b	1,43b
HSCAS1 + <i>S.cerevisiae</i>	762a	770a	550a	544a	1,39a	1,40a
CV(%)	3,06		2,85		3,62	
P- valor						
AAM ²	0,01		0,01		0,01	
NC	0,86		0,40		0,39	
AAM*NC	0,45		0,01		0,05	

¹ NC Nível de contaminação do milho :baixo (Aflatoxina B₁ (AFB₁) 0PPB e Fumonisina B₁ (FB₁)- 125ppb) e alto (AFB₁ - 1ppb; FB₁ - 169ppb e FB₂ - 125 ppb;

² AAM: Aditivos anti-micotoxinas

^{abc} Médias com letras diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste de Studen-Newman-Keuls (SNK), (P≤0,05).

O desempenho foi influenciado ($P < 0,05$) pelo tipo de AAM usado nas dietas, evidenciando no AAM com composição básica de HSCAS + *S. cerevisiae*, melhor ganho de peso e conversão alimentar na fase dos 13 a 20 dias de idade, sendo que também o consumo de ração foi maior. Esses resultados podem ser atribuídos ao mecanismo de ação dos derivados da parede de levedura (*S. cerevisiae*), pois, são macromoléculas que contém blocos de glicose unidos através de ligações que podem agir no organismo estimulando o sistema imune e, conseqüentemente, melhoram a produtividade dos animais (Padua et al., 2000); podem também agir como probióticos e AAM ao mesmo tempo (Aravind et al., 2003).

Avaliando o efeito anti-micotoxinas dos aditivos de origem orgânica, Nunes et al. (2010) observaram que polímero extraído da parede celular de leveduras proporcionaram melhores ganhos de peso e conversão alimentar em aves consumindo dietas com nível de contaminação entre 0 e 13000 ppb, e suplementadas com 2% deste polímero. Semelhantes observações foram feitas por Kamalzadeh et al. (2009) que, ao avaliarem o efeito da inclusão de 0,5 e 1% de β -glucanos sobre o consumo de ração e ganho de peso de aves no período de 1 a 41 dias, consumindo dietas contendo níveis de contaminação de AFB₁ (184 ppb), concluíram que a inclusão do β -glucanos a partir de 1% reduz os efeitos adversos causados pelas aflatoxinas nas variáveis de desempenho avaliadas.

Houve interação ($P > 0,05$), entre o NC do milho e os AAM sobre a EMAn no período de 13 a 20, observando valores de EMAn, maiores nos tratamentos que consumiram ração contendo milho com NC baixo (Tabela 3), isso devido possivelmente a qualidade do milho, pois o crescimento do fungo dentro do grão pode reduzir o seu valor energético e conseqüentemente, reduzir de 4 a 5% o valor de energia metabolizável para as aves (Zaviezo et al., 2012).

Tabela 3 Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), proteína bruta (CDAPB) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) de rações contendo aditivos anti-micotoxinas e dois níveis de contaminação na fase de 13 a 20 dias de idade.

AAM	CDAMS (%)		EMAn kcal/kg		CDAPB (%)	
	NC ¹ baixo	NC Alto	NC baixo	NC Alto	NC baixo	NC Alto
Controles	72,26	71,46	3498a	3363a	59,07	58,87b
HSCAS1	72,99	72,47	3444a	3449a	63,17	61,69ab
HSCAS2	72,14	71,69	3477a	3372ab	63,70	58,45b
<i>L. calcareum</i>	72,97	72,19	3373b	3328bc	63,25	60,01ab
<i>S. cerevisiae</i>	71,45	70,58	3303c	3251c	60,23	64,87a
HSCAS1 + <i>S.cerevisiae</i>	70,96	71,70	3294c	3306bc	60,55	61,51ab
CV%	2,14		1,59		5,3	
P- valor						
AAM ²	0,06		0,01		0,1	
NC	0,23		0,01		0,33	
AAM*NC	0,78		0,02		0,01	

¹ NC Nível de contaminação do milho :baixo (Aflatoxina B₁ (AFB₁) 0PPB e Fumonisina B₁ (FB₁)- 125ppb) e alto (AFB₁ - 1ppb; FB₁ - 169ppb e FB₂ - 125 ppb);

² AAM: Aditivos anti-micotoxinas

^{abc} Médias com letras diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste de Studen-Newman-Keuls (SNK), (P≤0,05).

A pesar de existir interação o tipo de AAM de forma independente influenciaram ($P < 0,05$), nos valores de EMAn, observando-se menores valores de kcal/kg nos grupos que receberam *L. calcareum*, *S. cerevisiae* e o aditivo composto por HSCAS + *S. cerevisiae*, que nos demais tratamentos, De acordo com Carré et al. (1990) e Lopez et al. (2011), a fração fibrosa da parede celular do *S. cerevisiae* pode atuar como agente diluidor de energia reduzindo a digestibilidade energética das rações, o que possivelmente ocorreu neste estudo.

Houve interação ($P < 0,05$) entre o NC e o AAM para o CDAPB. Os frangos alimentados com milho considerado com alta contaminação de micotoxina apresentaram diferenças ($P < 0,05$) no aproveitamento da proteína da ração com o uso dos diferentes AAM onde o composto por *S. cerevisiae*, proporcionou um aproveitamento da proteína da ração superior ao grupo controle. As micotoxinas biotransformadas tem a capacidade de se ligar ao DNA e RNA prejudicando a síntese proteica e consequentemente a digestibilidade desse nutriente (Santurio et al., 2000), porém, as variações dos padrões digestivos das aves alimentadas com rações contaminadas com micotoxinas têm sido pouco exploradas, sugerindo que as aves são tolerantes a níveis baixos de AFB₁ (Rocha, 2009).

Observações feitas por Lopes (2012), que testaram diferentes níveis de contaminação de fumonisinas (125, 509, 677, 589 e 625 ppb) com quatro tipos de AAM e um grupo controle, apontam que os níveis de micotoxinas não alteram o aproveitamento proteico em frangos de corte no período de 22 a 33 dias de idade. O mesmo estudo indicou que os aditivos anti-micotoxinas usados não influenciaram a digestibilidade dos nutrientes, diferentemente dos dados obtidos na presente pesquisa.

O grupo de frangos alimentados com rações contendo nível de contaminação alto e suplementadas com o AAM composto por *S. cerevisiae*, apresentou maior CDAPB e menor EMAn, possivelmente pelo efeito probiótico

do aditivo, que permitiu melhor aproveitamento da proteína pelos animais (Devegowda et al., 1998). Segundo Leesson e Summers (2001) citado por NERY et al., (2007) este aproveitamento proteico influencia no balanço de nitrogênio e conseqüentemente na EMAn, o que possivelmente ocorreu com esse AAM.

Por outro lado, o grupo que recebeu o HSCAS 2, apresentou digestibilidade de proteína inferior ao grupo com AAM *S. cerevisiae*. Segundo Benetoli et al. (2007), existe uma grande afinidade entre os HSCAS (argilas) e alguns aminoácidos (principalmente a cisteína) minimizando a disponibilidade destes no organismo, similares afirmações tiveram Dimas e Cássia (2006). Estes autores observaram que as argilas possuem a capacidade de atrair fortemente os aminoácidos com grupos R carregados positivamente (lisina, Arginina e histidina) e negativamente (ácido aspártico e ácido glutâmico) No entanto, novas pesquisas tornam-se necessárias para esclarecer este possível sequestro de nutrientes por parte desse tipo de AAM.

Não houve interação ($P>0,05$) entre o NC e o AAM sobre o peso relativo de fígado, rins e dos graus de lesão hepática aos 20 dias de idade. De forma independente o NC do milho e o AAM usado, não influenciaram ($P>0,05$) no peso relativo dos rins (Tabela 4), devido possivelmente ao nível de contaminação. Apesar das aves na fase inicial serem mais sensíveis à contaminação com micotoxinas, estudos comprovam que, a toxicidade de fumonisinas entre 0, 20000, 50000 e 80000 ppb na fase de crescimento não influenciam no peso relativo dos órgãos (Souza et al., 2011).

Tabela 4 Peso relativo (%) do fígado e rins, grau de lesão hepática em frangos de corte, alimentados com rações contendo diferentes aditivos anti-micotoxinas e dois níveis de contaminação do milho (alto e baixo).

AAM	Fígado		Rins		Grau de lesão hepática	
	NC ¹ Baixo	NC Alto	NC Baixo	NC Alto	NC Baixo	NC Alto
Controles	3,28a	3,33	1,04	1,08	1,67	1,83
HSCAS1	2,74b	3,04	0,92	1,02	0,83	1,33
HSCAS2	3,22a	3,30	1,07	1,06	1,00	1,67
<i>L. calcareum</i>	3,11ab	3,05	0,96	0,97	1,33	1,67
<i>S. cerevisiae</i>	2,97ab	3,45	0,93	1,13	1,00	1,33
HSCAS1 + <i>S.cerevisiae</i>	2,89ab	3,10	1,00	0,96	0,83	1,33
CV%	8,69		5,47			
P- valor						
AAM	0,01		0,10		0,69	
NC ²	0,01		0,06		NS	
AAM*NC	0,20		0,10		NS	

¹ NC Nível de contaminação do milho :baixo (Aflatoxina B₁ (AFB₁) 0PPB e Fumonisina B₁ (FB₁)- 125ppb) e alto (AFB₁ - 1ppb; FB₁ - 169ppb e FB₂ - 125 ppb;

² AAM: Aditivos anti-micotoxinas

^{abc} Médias com letras diferentes na mesma coluna são diferentes pelo teste de Studen-Newman-Keuls (SNK), (P≤0,05).

O grau de lesão hepática não foi influenciada ($P>0,05$) pelo NC e AAM usados no presente trabalho. Para o peso relativo do fígado não houve interação ($P>0,05$) entre NC e AAM. As rações com alto nível de contaminação de milho proporcionaram maior peso no fígado ($P<0,05$); Mallmann (2011) determinou que o nível de tolerância das aves as aflatoxinas na fase inicial de vida é de 0 ppb, pois nessa fase os animais não tem o sistema imune totalmente funcional tornando as aves mais sensíveis as micotoxinas, permitindo assim, que estas inibam a sínteses hepática das proteínas e lipídeos, induzindo a formação de fígado gorduroso e conseqüentemente aumento no peso relativo do mesmo (Mallmann et al., 2008; Yang et al., 2012).

O tipo de AAM influenciou ($p<0,05$) no peso relativo do fígado, estudos demonstram que o uso de *S. cerevisiae* em frangos de corte desafiados experimentalmente com 1000 ppb de aflatoxinas contribui a detoxificação hepática das aves (Rossi et al., 2013). Previamente, Stanley et al. (1993) tinham observado que a inclusão da *S. cerevisiae* a partir de 0,5% pode ser adicionada a dietas com níveis de contaminação de aflatoxinas entre 0 e 5000 ppb, reduzindo seus efeitos deletérios no fígado.

Por outro lado, Míazo et al. (2000) utilizaram 1% de HSCAS em dietas para frangos de corte contendo 2500 ppb de AFB₁ e observaram que a adição do AAM reduziu os efeitos adversos causados pela micotoxina a nível hepático. Esta observação concorda com as relatadas por Ledoux et al., (1999), Ortatatli e Oguz, (2001) e com o observado neste trabalho, onde o peso relativo do fígado dos grupos controles foi maior que os demais grupos de aves que receberam 0,2% de AAM nas rações.

Os graus de lesão hepática não foram influenciados ($P>0,05$) pelo nível de contaminação e pelo tipo de AAM usado neste estudo encontrando-se em todos os tecidos avaliados o grau de lesão 1 (hiperplasia folicular do epitélio do

conduto biliar em algumas áreas portais), considerado grau de lesão leve, devido possivelmente ao nível de contaminação e o período de exposição das aves à micotoxinas, (Stringhini et al., 2000; Yang et al., 2012). Portanto, estes fatores não foram determinantes para o desenvolvimento de lesões que afetassem a integridade hepática das aves, como ocorreu nas aves avaliadas neste estudo.

CONCLUSÕES

A inclusão de 0,2% de aditivo anti-micotoxinas composto por HSCAS + *S. cerevisiae* em rações contendo níveis de contaminação como os apresentados neste estudo podem ser usados em frangos de corte sem afetar o desempenho das aves e peso relativo do fígado na fase de 13 a 20 dias de idade.

O uso do *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo anti-micotoxinas influenciaram negativamente na EMAn das rações, porém, o mesmo aditivo melhorou o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Núcleo de Estudo em Ciência e Tecnologia Avícola (NECTA), Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio na realização deste projeto.

REFERÊNCIAS

- Aravind, K.L., Patil, V.S., Devegowda, G., Umakantha, B. and Ganpule, S.P. 2003. Efficacy of Esterified Glucomannan to Counteract Mycotoxicosis in Naturally Contaminated Feed on Performance and Serum Biochemical and Hematological Parameters in Broilers. *Journal Poultry Science*, v.82 n.4, p.571–576.
- Bancroft, J. D., Stevens, A., Turner, D. R. 2008. *Theory and practice of histological techniques*: Churchill Livingstone New York, 2008.
- Benetoli, L.O., Cláudio M. D and Souza, K. 2007. Estudo da Interação de Aminoácidos com Argilas: Implicações para a Origem da Vida. 30a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química 2007.
- Carre, B., Derouet, L and Leclercq, B. 1990. The Digestibility of Cell-Wall Polysaccharides from Wheat (Bran or Whole Grain), Soybean Meal, and White Lupin Meal in Cockerels, Muscovy Ducks, and Rats. *Poultry Science.*, vol. 69 n. 4, p.623-633.
- Chowdhury, S.R and Smith, T.K. 2004. Effects of feeding blends of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on performance and metabolism of laying hens. *Poultry Science*, v.83, n.11, p.1849-1856.
- Council for agricultural science and technology (CAST). 2003. *Mycotoxins: Risks in plant, animal, and humans systems*. Ames, Iowa, USA.
- Devegowda, G; Raju, M and Swamy, N. 1998. Mycotoxins: Novel solutions for their counteraction. *Feedstuffs* 70(50):12–16.
- Diaz, D. E and Smith, T. K. 2005. Agentes secuestrantes de micotoxinas: Herramientas practicas para su neutralizacion practicas in: Smith, Diaz e Swamy. *El Libro Azul de las Micotoxinas*, Nottingham University Press, pag 345-362.
- Dimas A. M. and Cássia Thais B. V. 2006. Adsorção de aminoácidos sobre minerais e a origem da vida. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 29, n. 4.
- Ferreira, D.F. 2010. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, nov.

Gimeno, A and Martins M.L. 2011. Micotoxinas y micotoxicosis en animales y humanos. SpecialNutrients, Inc. USA (Ed.3). pag 92.

Kamalzadeh, A., Hosseini, A., Moradi, S. 2009. Effects of Yeast Glucomannan on Performance of Broiler Chickens. International journal of agriculture e biology issn, 1814-9596 08-176/RNP/2009/11-1-49-53.

Ledoux, D.R., G.E. Rottinghaus, A.J., Bermudez and Alonso-Debolt, M. 1999. Efficacy of hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poult. Sci.*, 78: 204-210

Lino, C. M., Silva, L. J. G and Pena, A. S. 2004 Fumonisin: presença em alimentos, implicações na saúde e aspectos legislativos. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. v.99, ed.552, p. 181-192.

Lopes, C.C. Bôa-Viagem, R and da Silva, V.A. 2011. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar, *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 33, n. 1, p. 33-40.

Lopes, N. M. 2012. Suplementação de vacas leiteiras com farinha de algas (*Lithothamnium calcareum*). 2012. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Lopez, E.C, Uso de adsorventes para frangos de corte, universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2012.

Mallmann, C. A., Dilkin, P., Giacomini, L. Z., Rauber, R. H and Pereira, C. E. 2007. Micotoxinas en ingredientes para Alimento Balanceado de Aves, UFSM, Brasil, XX Congreso Latinoamericano de Avicultura Brasil 2007.

Mallmann. 2011. Tabelas de resultados, LAMIC- Laboratorio de Analises Micotoxicologicas- Universidade Federal de Santamaria, Santa Maria, RS, brasil, Disponível em : <http://www.lamic.ufsm.br/legislacao.html>. Acessado em: 20, jun.

Miazzo, R., C. A. Rosa, E. C. D. Q. Carvalho, C., Magnoli, S. M., Chiacchiera, G., Palacio, M., Saenz, A and Kikot, E. 2000. Efficacy of synthetic zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks. *Poult. Sci.* 79:1-6.

Mogin, P. 1981. Recent Advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. *Proc Nutr Soc.* 50, 285-294

Nery, L.R., Albino, L.F.T and Rostagno, H.S. 2007. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.5, p.1354-1358.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003, Roma, 2004.

Ortatatli, M and Oguz, H. 2001. Ameliorative effects of dietary clinoptilolite on pathological changes in broiler chickens during aflatoxicosis. Research in Veterinary Science 71, 59–66.

Padua, Eloísa A., Oliveira, Admar C., Sgarbieri and Valdemiro, C. 2000. Importância da parede celular de levedura (*Saccharomyces* sp.) como fonte de fibra na alimentação. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 20, n. 2, Aug.

Ramos, A.J., and E. Hernandez. 1997. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feedstuffs. A review. Anim. FeedSci. Technol. 65:197-206.

Rocha F.R.T. 2009. Glucomanano esterificado em rações para frangos contendo milho ou sorgo experimentalmente contaminadas por frangos ou com aflatoxinas B1. 2009, 101 f, tese (Doutorado em cienci animal), Escola de veterinaria, universidade federal de Goias, Goias.

Rossi, P., Nunes, J.K., Rutz, F., Reis, J.S., Boursheidt, D., Rocha, A.A., Moraes, P.V.D and Anciuti, M.A. 2013. Glucomanano esterificado e selênio orgânico em frangos alimentados com dietas com aflatoxinas, Arch. Zootec. 62 (237): 33-43. 2013.

Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO.

Santurio J.M. 2000. micotoxinas e micotoxicosis na avicultura, revista brasileira de ciencia avicola, Campinas SP, v2, n 1, p. 1-12.

Silva, D.J. 1990. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

Souza, Y.L.S., Litz, F.H., Fagundes, N.S., Fernandes, E.A., 2011. Milho contaminado com fumonisina e o desempenho de frangos de corte. In: Conferencia Apinco de ciência e tecnologia Avícola. 2011. Santos, SP. Anais, Santos, 2011.

Stanley, V.G., Ojo, R., Woldesenbet, S and Hutchinson D. H. 1993. The Use of *Saccharomyces cerevisiae* to Suppress the Effects of Aflatoxicosis in Broiler Chicks. *Poultry Science*, n.72 p.1867-1872.

Stringhini, J.H., Mogyca, N.S and Andrade, M.A. 2000, Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.1, p.191-198.

Weibking, T.S., Ledoux, D.R., Bermudez, A.J., Turk, J.R., Rottinghaus, G.E and Wang, E. 1993. Effects of feeding *Fusarium moniliforme* culture material containing known levels of fumonisin B1 on the young broiler chick. *Poultry Science*, n. 72, p. 456-466.

Wu, F., and Munkvold, G., 2008. Mycotoxins in ethanol co-products: modeling economic impacts on the livestock industry and management strategies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 3900-3911

Yang, F. Bai, K. Zhang, S. Bai, X. Peng, X. Ding, Y. Li, J. Zhang, and L. Zhao. 2012. Effects of feeding corn naturally contaminated with aflatoxin B1 and B2 on hepatic functions of broilers, *Poultry Science* 91 :2792-2801.

Zaviezo, D. Consideraciones técnicas Sobre la problemática de micotoxinas en aves, *Special Nutrients*, Julio 2012. Disponible em: http://avimex.dyndns.org/new/content/es/cursos_files/2012/Consideraciones%20tecnicas.pdf

(VERSÃO PRELIMINAR DO ARTIGO)