

GLUCOMANANO ESTERIFICADO E SELÊNIO ORGÂNICO EM FRANGOS ALIMENTADOS COM DIETAS COM AFLATOXINAS

ESTERIFIED GLUCOMANNAN AND ORGANIC SELENIUM FOR BROILERS CHICKENS FED DIETS CONTAMINATED WITH AFLATOXINS

Rossi, P.^{1*}; Nunes, J.K.¹; Rutz, F.¹; Reis, J.S.¹; Boursheidt, D.¹; Rocha, A.A.¹; Moraes, P.V.D.¹ e Anciuti, M.A.²

¹Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS. Brasil.

*rossi_patricia@yahoo.com.br

²IF-Sul *Campus* Pelotas. Visconde da Graça. Pelotas, RS. Brasil.

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Fígado. Histopatologia. Micotoxinas. Prebiótico.

ADDITIONAL KEYWORDS

Histopathology. Liver. Mycotoxins. Prebiotic.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do adsorvente de micotoxinas a base de glucomanano esterificado e do selênio orgânico adicionados à dieta a base de milho e soja contaminada com aflatoxinas sobre o desempenho, rendimento de carcaça e dos cortes e avaliação macroscópica de órgãos viscerais de frangos de corte. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos, 7 repetições, e 28 aves por tratamento, totalizando 784 aves. As aves alimentadas com dietas contaminadas com aflatoxinas suplementadas com adsorvente a base de glucomanano esterificado e selênio orgânico demonstraram maior ganho de peso, menor peso relativo do fígado e menor incidência de lesões macroscópicas na moela e proventrículo ($p < 0,05$). A avaliação visual das lesões macroscópicas do fígado utilizando uma escala subjetiva (score) demonstra uma tendência de menor incidência de lesões macroscópicas quando se utilizou o adsorvente a base de glucomanano esterificado e selênio orgânico quando comparado com a dieta contaminada com aflatoxinas. Dietas contaminadas com aflatoxina afeta negativamente desempenho, características de carcaça, e lesões macroscópicas em frangos de corte. Entretanto a suplementação de glucomanano esterificado em combinação com o selênio orgânico em dietas contaminadas com aflatoxinas maximiza o desempenho produtivo de frangos de corte e minimiza a incidência de lesões macroscópicas.

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of sterified glucomannan adsorbent of mycotoxin and organic selenium add to corn-soy diets contaminated with aflatoxins on growth performance, carcass and cuts yield, and macroscopic lesions on visceral organs of broilers. A total of 784 broilers were subjected to a completely randomized block design, including 4 treatments and 7 replicate with 28 birds each treatment. Birds fed diets with aflatoxins and supplemented with glucomannan in combination with organic selenium, showed better weight gain and less macroscopic lesion. The use of glucomannan improved feed intake. Feed conversion, mortality, carcass yield and relative organ weight (except the liver) were not influenced by dietary treatments. These results indicate that diets with aflatoxins affect adversely growth performance, carcass characteristics and macroscopic lesion of broilers. However, the supplementation with sterified glucomannan in combination with organic selenium in diets with aflatoxins improves growth performance and decrease macroscopic lesion.

INTRODUÇÃO

Um balanço adequado entre antioxidantes e pró-oxidantes no organismo geral e especificamente nas células é responsável por regular várias vias metabólicas impor-

Recibido: 28-10-10. Aceptado: 12-9-12.

Arch. Zootec. 62 (237): 33-43. 2013.

tantes para a manutenção da imunocompetência, crescimento, desenvolvimento e proteção contra condições de estresse associados com a produção comercial avícola (Surai e Dvorska, 2001). Esse balanço pode ser regulado por antioxidantes da dieta, incluindo vitamina E (Surai *et al.*, 1999), carotenóides (Surai e Speake, 1998; Surai *et al.*, 2001) e selênio (Surai, 2000). Por outro lado, fatores como estresse nutricional têm impacto negativo nesse balanço de antioxidantes e pró-oxidantes. Nesse aspecto, as micotoxinas são consideradas o mais importante fator estressante, além de, estimularem a peroxidação lipídica resultando no comprometimento do sistema antioxidante (Surai e Dvorska, 2005). Na maioria dos casos a peroxidação lipídica nos tecidos causado pelas micotoxinas é associado com diminuição da concentração de antioxidantes naturais (Coffin e Combs, 1981; Schaeffer *et al.*, 1988; Hoehler e Marquardt, 1996; Dvorska e Surai, 2001; Surai e Dvorska, 2005).

Para se contrapor à ação oxidativa, o organismo dispõe de substâncias antioxidantes (vitamina E, selênio) e sistemas enzimáticos e antioxidativos (catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD), glutathiona reduzida e oxidada (GSH e GSSG), glutathiona peroxidase (GSH-Px), glutathiona redutase (GSHR), peroxidase (Px), xantina oxidase (XOD), glicose-6-fosfato desidrogenase), os quais atuam neutralizando os peróxidos, evitando oxidações indesejáveis nos seres vivos (Vieira, 1995).

O selênio é um componente da enzima antioxidante, glutathiona peroxidase, a qual desenvolve importante papel no metabolismo oxidativo das células, protegendo-a da ação deletéria causada pelos radicais livres produzidos durante as reações metabólicas do organismo. Dietas suplementadas com selênio protegem as membranas celulares e seus conteúdos contra danos oxidativos, diferenciando neste aspecto, a ação do Se da vitamina E (Hoekstra, 1974).

O uso de selênio pré-contaminação evi-

ta a ação biológica da aflatoxina B1 (AFB1), inibindo a união da AFB1 com o DNA, bloqueando assim a inibição da síntese proteica (Shi *et al.*, 1994; Surai, 2000; Leeson, 2001). A utilização de selênio a uma concentração de 2,5 mg/kg demonstrou prevenir os efeitos da aflatoxicose melhorando a resposta imune através do aumento de heterófilos e monócitos, o nível de proteínas séricas e diminuindo a alteração histopatológica da bursa de Fabricius (Marin *et al.*, 2003).

Além das modificações nutricionais para atenuar o efeito das micotoxinas têm se utilizado materiais específicos que adsorvem as micotoxinas na alimentação animal (Morales *et al.*, 2004; Swamy, 2005; Devegowda e Murthy, 2005). Os adsorventes são baseados na habilidade ligarem-se as micotoxinas, onde as toxinas passam através do trato gastrointestinal sem ser absorvidas. Ambos adsorventes, inorgânicos e orgânicos têm sido estudados no controle da biodisponibilidade das micotoxinas (Dawson *et al.*, 2006).

Recentemente, novos produtos a base da parede celular de leveduras têm surgido no mercado (Morales *et al.*, 2004). O potencial deste tipo de material foi demonstrado por volta de 1990 em aves, quando pesquisadores utilizaram cultura de levedura (*Yea-Sacc*¹⁰²⁶) em dietas contaminadas com aflatoxina e observaram melhora significativa no ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte (Stanley *et al.*, 1993).

Os produtos derivados da parede celular de levedura, GME, têm mostrado uma redução nos efeitos tóxicos das micotoxinas presentes nas dietas das aves (Smith *et al.*, 2000). Esse produto apresenta várias características que o torna um eficiente adsorvente para a inclusão na alimentação animal (Swamy, 2005).

Essas preparações orgânicas são utilizadas para adsorver micotoxinas a baixas concentrações, desta forma, sua inclusão pode ter um efeito mínimo na densidade nutricional das dietas. Em adição, esses

NEUTRALIZAÇÃO DE AFLATOXINAS EM FRANGOS COM GLUCOMANANO E SELÊNIO

adsorventes podem não influenciar a concentração de micronutrientes que estão tipicamente presentes na dieta em maior concentração que as micotoxinas. Além disso, adsorve uma grande variedade de micotoxinas, é estável em diferentes pH, adsorve alta e baixa concentração de micotoxinas, adsorve micotoxinas rapidamente e é capaz de prover respostas *in vivo* (Swamy, 2005). Estudos realizados por Smith *et al.* (2006) sugerem que os adsorventes orgânicos preparados da parede celular da *Saccharomyces cerevisiae* podem ter um papel importante para controlar a toxicidade das micotoxinas na alimentação das aves.

A adição de 1 kg/t de glucomananos modificados melhorou ($p < 0,05$) o ganho de peso, consumo de ração, títulos de anticorpos, peso do timo e bursa sugerindo ação contra aflatoxinas e toxina T-2. Ainda no mesmo estudo, a adição de 10 kg/t de alumínio silicatos hidratados de sódio e cálcio (HSCAS) promoveu melhora contra os efeitos das aflatoxina e pouco contra a toxina T-2, demonstrando ser eficiente para aflatoxina e não para a toxina T-2 (Girish e Devegowda, 2004).

Poucos são os trabalhos na literatura avaliando os efeitos dos glucomananos esterificados em combinação com o selênio orgânico em dietas contaminadas com micotoxinas. Segundo Dvorska e Surai (2001) a suplementação de glucomananos modificados em dietas contaminadas com toxina T-2 ajudou a manter a nível sistêmico de antioxidantes e impediu a peroxidação lipídica hepática em codornas em crescimento, enquanto a suplementação de zeolita pode não ser benéfica. A suplementação de glucomanano modificado em combinação com selênio orgânico em dietas contaminadas com alta dose de toxinas T-2 (8,1 ppm) para frangos de corte preveniu os danos causados ao sistema antioxidante e peroxidação lipídica no fígado. Entretanto, quando foi utilizado glucomanano sozinho, este foi capaz de prevenir parcialmente os danos causados pela toxina T-2 (Dvorska *et al.*, 2007).

Tendo em vista poucos trabalhos na literatura avaliando os efeitos da associação de adsorventes de micotoxinas com antioxidantes, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de um adsorvente de micotoxinas a base de glucomanano esterificado (GME) em combinação com o selênio orgânico (SeO) adicionados à dietas à base de milho e soja contaminados com aflatoxinas (AF) produzidas em laboratório sobre o desempenho, características de carcaças e lesões macroscópica de órgãos de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no aviário experimental da Universidade Federal de Pelotas, localizada no município de Capão do Leão, RS, no período de 01/12/2006 a 20/01/2007. Foram utilizados 784 frangos de corte fêmeas de um dia de idade, da linhagem Cobb. Os animais receberam água e ração à vontade.

Os tratamentos foram constituídos por 4 tipos de dietas, onde: T1: Dieta basal (DB) + 1 ppm aflatoxinas (AF); T2: DB + 0,1 ppm de selênio orgânico (SeO) + 1 ppm AF; T3: DB + 1,0 kg/t glucomanano esterificado (GME) + 1 ppm AF; T4: DB + 1,0 kg/t GME + 0,1 ppm SeO + 1 ppm AF.

As dietas experimentais foram formuladas dentro de esquema de 3 fases: pré-inicial 1-12 dias; inicial 12-28 dias; crescimento/terminação 29-35 dias de acordo a atender as exigências encontradas no manual da linhagem. A composição da dieta basal era constituída de milho, farelo de soja, fontes vitamínicas e minerais (**tabela I**).

As aflatoxinas foram produzidas no LAMIC, de acordo com a metodologia desenvolvida no laboratório, conforme certificado do INMETRO e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através de fermentação de arroz parbolizado com uma cepa purificada do *Aspergillus parasiticus*. O pó de arroz fermentado contendo aflatoxinas foi acrescido a ração

das aves, após uma mistura prévia com farelo de milho; em seguida, foi misturado aos demais componentes da dieta em misturador horizontal na proporção de 1mg kg⁻¹ da dieta.

Foram avaliados consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) e mortalidade aos 7, 14, 21, 28 e 35 dias de idade e o acumulado. Aos 35 dias de idade foram sacrificadas todas as aves para avaliação do rendimento de carcaça e dos cortes e avaliação visceral. A determinação do rendimento de carcaça e das suas partes foi adaptada de Mendes (1990), onde o rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate [% rendimento de carcaça= (peso carcaça *100/peso vivo)] e o rendimento das partes, em função do peso da carcaça e viscerada, sem penas, mas com pés, cabeça e pescoço [%rendimento de partes= (peso da parte *100/peso carcaça)]. Para peso vivo antes do abate, as aves estavam em jejum de 12 horas. Para rendimento de carcaça, as carcaças eram pesadas inteiras sem penas e sem complementos (pés, pescoço, cabeça e vísceras comestíveis).

Para a avaliação visceral foram utilizados fígado, moela e proventrículo, baço e coração que foram pesados para obtenção do peso relativo das vísceras (%), que consiste na divisão do peso das vísceras pelo peso vivo do animal, multiplicando-se o resultado por 100 (Oliveira *et al.*, 2004).

A avaliação de lesão macroscópica foi realizada no fígado, baço e moela e proventrículo. Para baço e moela, foi avaliado apenas presença ou ausência de lesão macroscópica. Nos fígados além da avaliação da presença e ausência de lesão macroscópica, foi atribuído um escore de 1 a 3, sendo que, o escore 1: normal, escore 2: moderado; e escore 3: severa. Esse escore era baseado na cor do fígado, sendo a variação de vermelho tijolo a amarelo mostarda e presença de hemorragias, petéquias e/ou edema (Mallman, comunicação pessoal).

As aves foram distribuídas em um delineamento em blocos ao acaso de acordo com o peso inicial das aves, constituído de 4 tratamentos, com 7 repetições de 28 aves por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas através de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, através do programa estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais recebendo dieta contaminada com aflatoxinas (AF) apresentaram ganho de peso (GP) inferior ($p < 0,05$) aos que receberam suplementação de 1 kg/t de GME ou 1 kg/t de GME mais 0,1 ppm de SeO (tabela II). Esses resultados estão de acordo com Smith *et al.* (2001), Swamy *et al.* (2002), Aravind *et al.* (2003), Devegowda e Murthy (2005), Rossi *et al.* (2010), que observaram que a suplementação de glucomanos da parede celular de leveduras melhorou o ganho de peso dos animais recebendo dietas contaminadas com micotoxinas. A utilização de 0,1 ppm de SeO em dietas contaminadas com AF apresentou ganho de peso inferior quando comparado com dietas contaminadas com AF suplementadas com 1 kg/t de GME ou 1 kg/t de GME mais 0,1 ppm de SeO. Esse resultado não está de acordo com o encontrado na literatura por Brucato *et al.* (1986) onde a utilização do selênio protegeu contra os efeitos oxidativos causados pela aflatoxina. Supõe-se que este resultado contraditório pode ter ocorrido em função da dose, tipo de aflatoxina e tempo de exposição dos animais.

As aves recebendo dietas contaminadas com AF tiveram ganho de peso superior quando suplementadas com 1 kg/t de GME ou 1 kg/t de GME mais 0,1 ppm de SeO comparada com aves recebendo dietas contaminadas com AF ou apenas suplementadas com apenas SeO ($p < 0,05$).

As aves que receberam dietas contaminadas com AF apresentaram menor consumo de ração ($p < 0,05$) comparado com

NEUTRALIZAÇÃO DE AFLATOXINAS EM FRANGOS COM GLUCOMANANO E SELÊNIO

Tabela 1. Composição das dietas experimentais. (Composition of experimental diets).

	Pré-inicial				Inicial				Crescimento/terminação			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Milho grão 8/740 (kg)	553,9	553,9	553,9	553,9	579,0	579,0	579,0	579,0	623,0	623,0	623,0	623,0
Farelo de soja 46/80 (kg)	377,0	377,0	377,0	377,0	351,0	351,0	351,0	351,0	300,0	300,0	300,0	300,0
Calcário 36 % (kg)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-	-	-
Sal (kg)	6,5	6,5	6,5	6,5	4,3	4,3	4,3	4,3	3,9	3,9	3,9	3,9
Óleo de soja (kg)	20,2	20,2	20,2	20,2	23,1	23,1	23,1	23,1	31,1	31,1	31,1	31,1
Núcleo-inicial (Brastec®) (kg)	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	-	-	-	-
Núcleo-crescimento (Brastec®) (kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	4,0	4,0	4,0
Caulim (kg)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Aflatoxina (ppm)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Glucomanano esterificado (GME) (kg/t)	-	-	1,0	1,0	-	-	1,0	1,0	-	-	1,0	1,0
Selênio orgânico (ppm)	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	0,1
Total (kg)	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Composição calculada	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Energia metabolizável (kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100
Proteína bruta (%)	22	22	22	22	21	21	21	21	19	19	19	19
Cálcio (%)	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	0,900	0,900	0,900	0,900
Fósforo disponível (%)	0,460	0,460	0,460	0,460	0,456	0,456	0,456	0,456	0,411	0,411	0,411	0,411
Sódio total	0,287	0,287	0,287	0,287	0,201	0,201	0,201	0,201	0,184	0,184	0,184	0,184
Aminoácidos sulfurados totais (%)	0,884	0,884	0,884	0,884	0,858	0,858	0,858	0,858	0,761	0,761	0,761	0,761
Metionina total (%)	0,523	0,523	0,523	0,523	0,510	0,510	0,510	0,510	0,439	0,439	0,439	0,439
Lisina total (%)	1,275	1,275	1,275	1,275	1,204	1,204	1,204	1,204	1,042	1,042	1,042	1,042
Cistina total (%)	0,359	0,359	0,359	0,359	0,346	0,346	0,346	0,346	0,319	0,319	0,319	0,319
Gordura bruta (%)	4,611	4,611	4,611	4,611	4,957	4,957	4,957	4,957	5,834	5,834	5,834	5,834
Fibra bruta (%)	3,576	3,576	3,576	3,576	3,462	3,462	3,462	3,462	3,229	3,229	3,229	3,229

Tabela II. Ganho de peso (g) de frangos de corte suplementados com glucomanano esterificado em combinação com selênio orgânico em dietas contaminadas com aflatoxinas. (Body weight gain (g) of broiler chicken supplemented with sterified glucomannan plus organic selenium in diets contaminated with aflatoxins).

Tratamentos	1-7 dias	7-14 dias	14-21 dias	21-28 dias	28-35 dias	1-35 dias
T1. DB + AF	141,7	214,4	288,5	323,3	389,4 ^b	1357,2 ^b
T2. T1+ SeO	136,8	222,7	284,1	341,9	379,1 ^b	1364,7 ^b
T3. T1+ GME	143,4	222,1	298,4	375,8	438,6 ^a	1478,4 ^a
T4. T1+ GME + SeO	143,3	215,2	331,1	274,4	525,2 ^a	1489,2 ^a
valor P	ns	ns	ns	ns	0,0414	0,0174
CV (%)	6,4	7,1	16,2	20,3	22,8	6,5

DB= Dieta basal; AF= Aflatoxinas; SeO= Selênio orgânico; GME= Glucomanano esterificado.

aqueles que receberam dieta contaminada com AF e suplementadas com 1 kg/t de GME ou o GME e SeO em associação (**tabela III**). Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Rossi *et al.* (2010) onde dietas contaminadas com AF diminuí o consumo de ração das aves. Brucato *et al.* (1986), também observaram que dietas suplementadas com selênio amenizaram o efeito da aflatoxina e melhorou o consumo de ração. No presente estudo, este efeito benéfico do selênio (Se) foi observado somente quando na presença de GME. O resultado está de acordo com Swamy *et al.* (2002); Aravind *et al.* (2003); Girish e

Devegowda (2004) que observaram que o efeito benéfico do Se esse efeito foi potencializado quando se utilizou o glucomanano (GME).

Dos 14 aos 21 dias de idade das aves houve uma diminuição do consumo de ração para os animais que receberam contaminadas com AF em comparação com os demais tratamentos. Esse resultado era esperado visto que a AF diminuí o CR.

Não houve efeito dos tratamentos sobre a conversão alimentar (**table IV**). Contudo, houve uma tendência numérica de melhora na CA quando se adicionou GME, SeO e GME + SeO. Esse resultado está de acordo

Tabela III. Consumo de ração (g) de frangos de corte suplementados com glucomanano esterificado em combinação com selênio orgânico em dietas contaminadas com aflatoxinas. (Feed consumption (g) of broiler chicken supplemented with sterified glucomannan plus organic selenium in diets contaminated with aflatoxins).

Tratamentos	1-7 dias	7-14 dias	14-21 dias	21-28 dias	28-35 dias	1-35 dias
T1. DB + AF	170,93	262,88	554,5 ^b	615,67	891,06	2561,6 ^b
T2. T1+ SeO	177,65	284,27	640,3 ^a	695,20	878,65	2792,8 ^{ab}
T3. T1+ GME	174,18	279,13	673,0 ^a	742,75	950,69	2869,8 ^a
T4. T1+ GME + SeO	188,70	285,33	700,7 ^a	737,95	942,71	2918,2 ^a
valor P	ns	ns	0,0095	ns	ns	0,0199
CV (%)	7,1	10,1	12,0	13,9	9,2	7,5

DB= Dieta basal; AF= Aflatoxinas; SeO= Selênio orgânico; GME= Glucomanano esterificado.

NEUTRALIZAÇÃO DE AFLATOXINAS EM FRANGOS COM GLUCOMANANO E SELÊNIO

Tabela IV. Conversão alimentar de frangos de corte suplementados com glucomanano esterificado em combinação com selênio orgânico em dietas contaminadas com aflatoxinas. (Feed efficiency of broiler chicken supplemented with sterified glucomannan plus organic selenium in diets contaminated with aflatoxins).

Tratamentos	1-7 dias	7-14 dias	14-21 dias	21-28 dias	28-35 dias	1-35 dias
T1. DB + AF	1,25	1,32	2,22	2,05	2,16	2,06
T2. T1+ SeO	1,25	1,18	1,97	1,81	2,26	1,88
T3. T1+ GME	1,21	1,25	2,16	2,02	2,10	1,93
T4. T1+ GME + SeO	1,31	1,32	2,15	2,34	1,88	1,96
valor P	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	7,24	8,51	15,95	19,4	16,91	9,91

DB= Dieta basal; AF= Aflatoxinas; SeO= Selênio orgânico; GME= Glucomanano esterificado.

com os resultados observados por Girish e Devegowda (2004), que utilizaram glucomananos adicionados a dietas contaminadas com aflatoxinas e T-2 e constataram melhora na conversão alimentar. Estes dados sugerem que a avaliação da conversão alimentar deve ser feita com muita cautela quando o experimento envolve aflatoxinas.

A mortalidade não foi influenciada ($p>0,05$) pelas dietas experimentais (tabela V). Porém, a mortalidade foi numericamente reduzida (50 %) quando se utilizou SeO, GME e ou GME em associação com SeO comparado com dietas contaminadas com AF sem nenhuma suplementação. Acredita-

se que a utilização do selênio e do glucomanano tenham promovido um efeito protetor contra a aflatoxina diminuindo desta forma a mortalidade.

Os rendimentos de carcaça (RC), de peito e de coxa e sobrecoxa não foram influenciados ($p>0,05$) pelas dietas experimentais (tabela VI). Porém, pode-se observar que aves recebendo dietas suplementadas com GME e GME + SeO apresentaram RC maior que aves não suplementadas.

O peso relativo do fígado reduziu significativamente quando dietas contaminadas com AF foram suplementadas com GME e GME e SeO em associação. Contudo

Tabela V. Mortalidade (%) de frangos de corte alimentados suplementados com glucomanano esterificado em combinação com selênio orgânico em dietas contaminadas com aflatoxinas. (Mortality (%) of broiler chicken supplemented with sterified glucomannan plus organic selenium in diets contaminated with aflatoxins).

Tratamentos	1-7 dias	7-14 dias	14-21 dias	21-28 dias	28-35 dias	1-35 dias
T1. DB + AF	0,00	0,28	0,42	0,28	1,28	8,72
T2. T1+ SeO	0,00	0,28	0,00	0,14	0,85	4,68
T3. T1+ GME	0,28	0,00	0,14	0,00	0,71	4,17
T4. T1+ GME + SeO	0,14	0,00	0,14	0,14	0,71	4,25
valor P	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	329,5	292,49	194,99	272,55	127,37	107,34

DB= Dieta basal; AF= Aflatoxinas; SeO= Selênio orgânico; GME= Glucomanano esterificado.

Tabela VI. Rendimento de carcaça e dos cortes de frango suplementados com glucomanano esterificado em combinação com selênio orgânico em dietas contaminadas com aflatoxinas. (Carcass and parts yield of broiler chicken supplemented with sterified glucomannan plus organic selenium in diets contaminated with aflatoxins).

Tratamentos	carcaça	peito	coxa+ sobrecosta
T1. DB + AF	78,60	21,51	11,96
T2. T1+ SeO	79,31	20,58	12,04
T3. T1+ GME	81,11	21,01	12,41
T4. T1+ GME + SeO	79,93	21,41	12,05
valor P	ns	ns	ns
CV (%)	6,95	22,05	5,3

DB= Dieta basal; AF= Aflatoxinas; SeO= Selênio orgânico; GME= Glucomanano esterificado.

o mesmo não foi observado para peso relativo do baço, coração e moela+proventrículo (**tabela VII**).

O peso relativo do fígado apresentou uma diminuição significativa quando foram adicionados GME e GME + SeO na dieta contaminadas com AF, demonstrando que tanto o SeO e/ou GME protegem o animal dos efeitos causados pelas micotoxinas no

seu metabolismo. Estes resultados estão de acordo com os observados por Girish e Devegowda (2006) onde a utilização de glucomanano restaurou o peso dos órgãos em dietas contaminadas com aflatoxinas ou diminuiu o peso do fígado (Aravind *et al.*, 2003). Essa diminuição no peso relativo dos órgãos demonstra um efeito positivo do produto no controle das micotoxinas, sendo o ideal quando o valor é aproximadamente 2,0 % para fígado. Caso este valor seja superior a 2,0 % é um indicativo da presença de micotoxinas.

As lesões macroscópicas de moela e proventrículo apresentou uma diminuição significativa quando adicionou GME ou GME + SeO na dieta de aves contaminadas com AF quando comparado com dietas contaminadas com AF (**tabela VIII**). Houve uma redução significativa na lesão macroscópica de moela e proventrículo quando foi comparada a utilização de GME e SeO em dietas contendo milho fungado.

A avaliação visual dos fígados através de escore foi significativa para o escore 1 ($p < 0,05$), demonstrando que a adição de GME e do GME + SeO na dieta contendo aflatoxinas melhora o aspecto visual dos fígados, conseqüentemente a lesão causada pelas micotoxinas. Essa redução pode ser melhor visualizada na **figura 1**, que

Tabela VII. Peso relativo (%) de órgãos de frangos de corte suplementados com glucomanano esterificado em combinação com selênio orgânico em dietas contaminadas com aflatoxinas. (Relative organs weight (%) of broiler chicken supplemented with sterified glucomannan plus organic selenium in diets contaminated with aflatoxins).

Tratamentos	Fígado	Baço	Coração	Moela+proventrículo
T1. DB + AF	3,13a	0,1198	0,5087	3,67
T2. T1+ SeO	3,24a	0,1214	0,5084	3,55
T3. T1+ GME	2,59b	0,1031	0,4668	3,42
T4. T1+ GME + SeO	2,52c	0,0978	0,5106	3,37
valor P	0,0016	ns	ns	ns
CV (%)	12,82	17,25	14,23	9,03

DB= Dieta basal; AF= Aflatoxinas; SeO= Selênio orgânico; GME= Glucomanano esterificado.

NEUTRALIZAÇÃO DE AFLATOXINAS EM FRANGOS COM GLUCOMANANO E SELÊNIO

Tabela VIII. Percentagem dos órgãos com lesões em frangos de corte (35 dias de idade) suplementados com glucomanano esterificado em combinação com selênio orgânico em dietas contaminadas com aflatoxinas. (Percent of organs with macroscopic lesions in broiler chicken supplemented with sterified glucomannan plus organic selenium in diets contaminated with aflatoxins).

Tratamentos	Baço	Moela+ proventrículo	Fígado
T1. DB + AF	40,65	39,08 ^a	95,24
T2. T1+ SeO	37,67	34,47 ^b	100,00
T3. T1+ GME	30,58	20,58 ^c	97,61
T4. T1+ GME + SeO	28,64	22,37 ^c	100
valor P	ns	0,0260	ns
CV (%)	60,22	45,89	6,07

DB= Dieta basal; AF= Aflatoxinas; SeO= Selênio orgânico; GME= Glucomanano esterificado.

apresenta a percentagem de lesão macroscópica dos fígados aos 35 dias de idade. Observa-se que a adição de GME e do SeO sozinhos ou em associação promovem uma redução na incidência de lesões macroscópicas do fígado avaliado através dos escores, sendo que, há um aumento do escore 1 e diminuição dos escores 2 e 3. Esses resultados foram semelhantes aos observados por (Stanley, 1998; Dvorska e Surai, 2001). Supõe-se que esta melhora no aspecto visual do fígado pode ser associada com o efeito antioxidante do selênio, visto que, quanto maiores os níveis de Se, maior a proteção contra os efeitos deletérios das micotoxinas nas células e consequentemente menor lesão celular. Com relação ao GME, acredita-se que este foi capaz de ligar-se as micotoxinas, diminuindo os efeitos negativos desta com relação a danos celulares e consequentemente contribui de for-

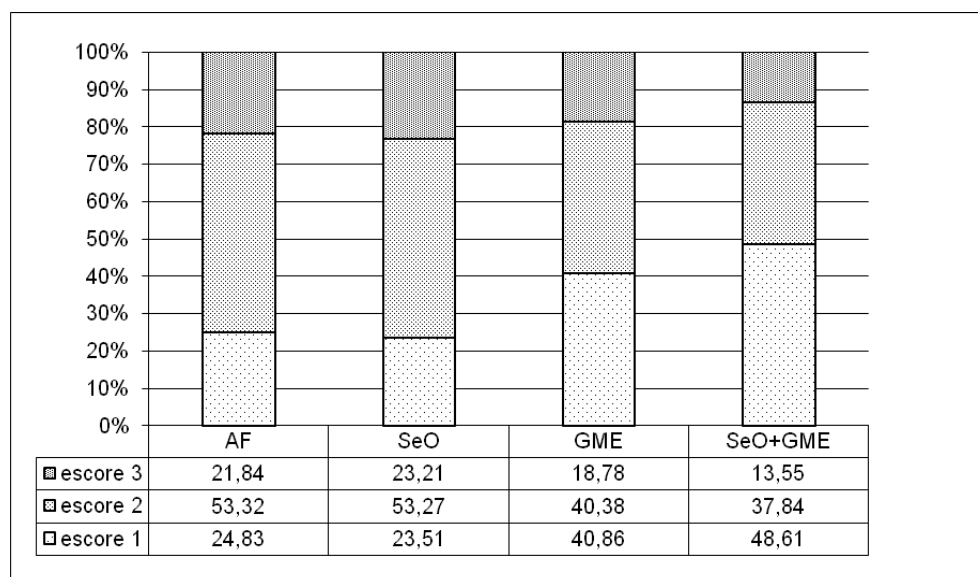


Figura 1. Percentagem de lesão macroscópica no fígado de frangos de corte aos 35 dias de idade suplementados com glucomanano esterificado (GME) em combinação com selênio orgânico (SeO) em dietas contaminadas com aflatoxina (AF). (Percent of macroscopic lesion in liver of broiler chicken at 35 days supplemented with sterified glucomannan (GME) plus organic selenium (SeO) in diets contaminated with aflatoxins(AF)).

ma indireta para menor quantidade de lesões nos órgãos.

CONCLUSÕES

A suplementação de glucomanano esterificado em associação com selênio orgânico maximiza o desempenho de frangos

de corte quando recebem dietas contaminadas com aflatoxinas. Além disso, a combinação do GME + SeO reduziu as lesões macroscópicas causadas por aflatoxinas no fígado, tornando-se uma ferramenta para o metabolismo e o mecanismo de detoxificação das aflatoxinas.

BIBLIOGRAFIA

- 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. *Poultry Sci.*, 85: 871-876.
- Brucato, M.; Sundlof, S.F.; Bell, J.U. and Edds, G.T. 1986. Aflatoxin B1 toxicosis in dairy calves pretreated with selenium-vitamin E. *Am J Vet Res*, 47: 179-183.
- Coffin, J.L. and Combs Jr., G.F. 1981. Impaired vitamin E status of chicks fed T-2 toxin. *Poultry Sci*, 60: 385-392.
- Dawson, K.A.; Evans, J. and Kudupoje, M. 2006. Understanding the adsorption characteristics of yeast cell wall preparations associated with mycotoxin binding. In: *Biotechnology in the Feed Industry*, 22. Nottingham. Proceedings of Alltech's 22nd Annual Symposium. Nottingham University Press. Nottingham. pp.169-181.
- Devegowda, G. and Murthy, T.N.K. 2005. Mycotoxins: their effects in poultry and some practical solutions. In: E.D. Diaz (Ed.). *The mycotoxin blue book*. Nottingham University Press. Nottingham. pp. 25-56.
- Dvorska, J.E. and Surai, P.F. 2001. Effects of T-2 toxin, zeolite and mycosorb on antioxidant systems of growing quail. *Asian Austral J Anim*, 14: 1752-1757.
- Dvorska, J.E.; Pappas, A.C.; Karadas, F.; Speake, B.K. and Surai, P.F. 2007. Protective effect of modified glucomannans and organic selenium against antioxidant depletion in the chicken liver due to T-2 toxin-contaminated feed consumption. *Comp Biochem Phys*, 145: 582-587.
- Girish, C.K. and Devegowda, G. 2004. Efficacy of modified glucomannan (Mycosorb) and clay (HSCAS) to alleviate the individual and combined toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in broilers. In: *World's Poultry Congress*, 22. Austrália. Proceedings of XXII World's Poultry Congress. Istanbul. Austrália. pp. 591.
- Girish, C.K. and Devegowda, G. 2006. 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. *Asian Aust J Anim*, 19: 877-883.
- Hoehler, D. and Marquardt, R.R. 1996. Influence of vitamins E and C on the toxic effects of aflatoxin A and T-2 toxin in chicks. *Poultry Sci*, 75: 1508-1515.
- Hoekstra, W.G. 1974. Biochemical role of selenium. Trace elements metabolism in animals. Baltimore. pp. 61-67.
- Leeson, R. 2001. Selenium. In: R. Leeson, S. Summers (Eds.). *Poultry nutrition*. Universities Book. Canada. pp. 399-408.
- Marin, P.F.; Rivera, S.; Finol, G. and Mavárez, Y. 2003. Aflatoxina B1, selênio y *Saccharomyces cerevisiae* em la respuesta inmune de pollos de engorde em el estado Zulia. *Rev Cient*, 13: 360-370.
- Mendes, A.A. 1990. Efeito de fatores genéticos, nutricionais e de ambiente sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho. São Paulo. pp. 103.
- Morales, A.R.G.; Martínez, R.R.; Ordóñez, J.B. y González, E.A. 2004. Capacidad de adsorción *in vitro* de ocratoxina A de secuestrantes de micotoxinas comercializados en Mexico. *Vet Mex*, 35: 351-358.
- Oliveira, C.A.F.; Butkeraitis, P.; Romaninho, J.F.; Guerra, J.L.; Correa, B. e Reis, T.A. 2004. Alteracoes hepáticas em codornas japonesas

NEUTRALIZAÇÃO DE AFLATOXINAS EM FRANGOS COM GLUCOMANANO E SELÊNIO

- submetidas à intoxicação prolongada por aflatoxinas B1. *Cienc Rural*, 34: 213-217.
- Rossi, P.; Rutz, F.; Lima, G.J.M.M.; Nunes, J.K.; Anciutti, M.A.; Moraes, P.V.D.; Silva, J.G.C.; Silveira, M.H.D. e Maier, J.C. 2010. Efeito do adsorvente a base de glucomanano esterificado no desempenho e caracterização visceral de frangos de corte. *Rev Bras Agrociência*, 16: 91-100.
- Schaeffer, J.L.; Tyczkowski, J.K.; Riviere, J.E. and Hamilton, P.B. 1988. Aflatoxin-impaired ability to accumulate oxycarotenoid pigments during esterification in young chickens. *Poultry Sci*, 67: 619-625.
- Shi, C.; Chua, S.; Lee, H. and Ong, C. 1994. Inhibition of aflatoxin B1-DNA binding and adduct formation by selenium in rats. *Cancer Lett*, 82: 203-208.
- Smith, T.K.; Modirsanei, M. and MacDonald, E.J. 2000. The use of binding agents and amino acids supplements for dietary treatment of *Fusarium mycotoxicoses*. In: Biotechnology in the Feed Industry, 16. Proceedings of Alltech's 16th Annual Symposium. Nottingham University Press. Nottingham. pp. 383-390.
- Smith, T.K.; MacDonald, E.J. and Haladi, S. 2001. Mycosorb: Growth and neurological response of pigs given fusariotoxin contaminated diets. In: Biotechnology in the Feed Industry, 17, Lexington. Poster ... Alltech. Lexington.
- Smith, T.K.; Chowdhury, S.R. and Swamy, H.V.L.N. 2006. Comparative aspects of *Fusarium mycotoxicoses* in broiler chickens, laying hens and turkey and the efficacy of polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent: GME. In: Biotechnology in the Feed Industry, 22. Nottingham. Proceedings of Alltech's 22nd Annual Symposium. Nottingham University Press. Nottingham. pp. 103-109.
- Stanley, V.G.; Ojo, R.; Woldesenbet, S.; Hutchinson, H.D. and Kubena, L.F. 1993. The use of *Saccharomyces cerevisiae* to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks. *Poultry Sci*, 72: 1867-1872.
- Stanley, G.V.; Chukwu, H. and Thompson, D. 1998. Single and combined effects of organic selenium (Se-yeast) and vitamin E on ascites reduction in broilers. In: Poultry Science Association Conference. abst. 111. Georgia.
- Surai, P.F. and Speake, B.K. 1998. Distribution of carotenoids from the yolk to the tissues of the chick embryo. *J Nutr Biochem*, 9: 645-651.
- Surai, P.F.; Noble, R.C. and Speake, B.K. 1999. Relationship between vitamin E content and susceptibility to lipid peroxidation in tissues of the newly hatched chick. *Brit Poultry Sci*, 40: 406-410.
- Surai, P.F. 2000. Effect of the selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *Brit Poultry Sci*, 41: 235-243.
- Surai, P.F. and Dvorska, J.E. 2001. Is inorganic selenium better for animals than inorganic sources? Two different scenarios in stress conditions. *Feed Mix*, 9: 8-10.
- Surai, P.F.; Speake, B.K. and Sparks, N.H.C. 2001. Antioxidant properties and discrimination in embryonic tissues. *Poultry Sci*, 38: 117-145.
- Surai, P.F. and Dvorska, J.E. 2005. Effects of mycotoxin on antioxidant status and immunity. In: E.D. Diaz (Ed.). The mycotoxin blue book, Nottingham University Press. Nottingham. pp. 93-138.
- Swamy, H.V.L.N.; Smith, T.K.; Cotter, P.F.; Boermans, H.J. and Sefton, A.E. 2002. Effects of feeding blends of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on production and metabolism in broilers. *Poultry Sci*, 81: 966-975.
- Swamy, H.V.L.N. 2005. Mycotoxicoses in poultry: in the overview from the Asia-Pacific region. In: Biotechnology in the feed industry, 21. Proceedings of Alltech's 21st Annual Symposium. Nottingham University Press. Nottingham. pp. 75-89.
- Vieira, E.C. 1995. Nutrição. In: Química fisiológica. 2^a ed. Atheneu. São Paulo. pp. 243-313.