

NÍVEIS DE ADSORVENTE EM RAÇÕES CONTAMINADAS POR MICOTOXINAS E QUALIDADE DOS OVOS DE CODORNAS JAPONESAS

Antonio Paulo Nunes de Abreu¹
Aleksandrs Spers²
Rodolfo Claudio Spers³
Edivaldo Antonio Garcia⁴
Daniella Aparecida Berto⁵
Andréa de Britto Molino⁵
Kléber Pelícia⁵
Anderson de Pontes Silva⁵

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos das micotoxinas sobre a qualidade dos ovos, determinar possíveis resíduos destas substâncias nos ovos, estabelecer possível taxa de conversão das toxinas para os ovos e analisar o efeito protetor do adsorvente, em rações para codornas japonesas, foram utilizadas 576 aves (*Coturnix coturnix japonica*) com 15 semanas de idade. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x2x2, sendo três níveis de inclusão de aflatoxinas (0, 1000 e 2000 µg/kg), dois níveis de inclusão de zearalenona (0 e 2000 µg/kg) e dois níveis de inclusão de adsorvente (0 e 0,1%), com três repetições de 16 aves por parcela. O experimento teve duração de 56 dias, compreendendo dois períodos de 28 dias. Foram observados efeitos significativos da aflatoxina ($p < 0,05$) no primeiro período para a gravidade específica, que foi maior com o nível de 2000 µg/kg. Foram constatados efeitos significativos da zearalenona ($p < 0,05$) no primeiro período experimental para Unidade Haugh, a qual foi maior no grupo sem zearalenona, se comparada ao grupo com 2000 µg/kg. A taxa média de conversão de toxinas para os ovos foi de 402,78 : 1 e 315,16 : 1 para 1 e segundo períodos, respectivamente. Com 1000 µg/kg de aflatoxinas, as aves excretaram maior quantidade de toxinas para os ovos. O adsorvente não evitou a transferência de resíduos de toxinas para os ovos.

Palavras-chave: aflatoxinas, gravidade específica, unidade Haugh, zearalenona.

ADSORBENT LEVELS IN DIETS CONTAMINATED WITH MYCOTOXINS AND JAPANESE QUAILS EGG QUALITY

ABSTRACT

In this study, 576 Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) with 15 weeks of age were fed with different diet to evaluate the micotoxins effects on the egg quality indexes, to determine possible micotoxin residues in eggs, to establish possible conversion rate of toxins for the eggs and to analyze the protective effect of the adsorbent. The experimental model used was entirely randomized with factorial 3x2x2, with three levels of aflatoxin inclusion (0, 1000 and 2000 µg/kg), two levels of zearalenone inclusion (0, and 2000 µg/kg) and two levels of adsorbent inclusion (0 and 0.1%). Three replicates of 16 Japanese quails were used in each cage. This study lasted 56 days, comprising two periods of 28 days. There were significant effects of aflatoxins ($p < 0,05$) in the first period to the specific gravity, that was larger with the level of 2000 µg/kg. There were significant effects of zearalenone ($p < 0,05$) in the first experimental period to the Haugh units, that was larger in the group

¹Engenheiro Agrônomo, Bolsista CAPES. apabreu_sp@yahoo.com.br

²Professor Titular da Universidade de São Paulo

³Professor da Universidade de Marília. rcspers@terra.com.br

⁴Professor Adjunto do Departamento de Produção Animal, FMVZ, UNESP/Botucatu. egarcia@fca.unesp.br

⁵Alunos do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, FMVZ, UNESP/Botucatu.

Projeto financiado pela FAPESP

without zearalenone than in the group with the level of 2000 µg/kg. The average rate of toxins conversion for the eggs was 402.78:1 and 315.16:1 in the first and second periods, respectively. Japanese quails excreted larger amount of toxins for the eggs with 1000 µg/kg of aflatoxins. The transference of residues to the eggs wasn't avoided by adsorbent.

Key words: aflatoxins, Haugh units, specific gravity and zearalenone.

NIVELES DE ADSORBENTE EN EL PIENSO CONTAMINADOS POR MICOTOXINAS Y CALIDAD DE LOS HUEVOS DE CODORNICES JAPONESAS

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los efectos de micotoxinas sobre la calidad de los huevos, determinar posibles residuos de estas sustancias en los huevos, establecer posible tasa de conversión de toxinas para los huevos y analizar el efecto protector del adsorbente, en raciones para codornices japonesas, fueron utilizadas 576 aves (*Coturnix coturnix japonica*) con 15 semanas de edad. Fue utilizado un delineamiento experimental enteramente casualizado, con esquema factorial 3x2x2, siendo tres niveles de inclusión de aflatoxinas (0, 1000 e 2000 µg/kg), dos niveles de inclusión de zearalenona (0 e 2000 µg/kg) y dos niveles de inclusión de adsorbente (0 e 0,1%), con tres repeticiones de 16 aves por parcela. El experimento tuvo duración de 56 días, comprendiendo dos períodos de 28 días. Fueron observados efectos significativos de aflatoxina ($p < 0,05$) en el primer período para la gravedad específica, que fue mayor con el nivel de 2000 µg/kg. Fueron constatados efectos significativos de la zearalenona ($p < 0,05$) en el primer período experimental para La Unidad Haugh, la cual fue mayor en el grupo sin zearalenona, si comparada al grupo con 2000 µg/kg. La tasa promedio de conversión de toxinas para los huevos fue de 402,78 : 1 e 315,16 :1 para el primero y segundo períodos, respectivamente. Con 1000 µg/kg de aflatoxinas, las aves excretaron mayor cantidad de toxinas para los huevos. El adsorbente no evitó la transferencia de residuos de toxinas para los huevos.

Palabras-clave: aflatoxinas, gravedad específica, unidad Haugh, zearalenona.

INTRODUÇÃO

Os metabólitos tóxicos secundários produzidos pelos fungos são chamados de micotoxinas e podem contaminar os grãos ainda no campo, durante o transporte ou em condições inadequadas de armazenamento. Em certas condições, podem se desenvolver naturalmente nos alimentos destinados para o consumo animal ou humano, podendo originar uma ampla variedade de efeitos tóxicos. (OPAS, 1983; PRADO *et al.*, 1995).

Os grãos que fazem parte da dieta das aves são a principal fonte de toxinas para os animais, já que servem de substrato para o crescimento dos fungos, com conseqüente produção de micotoxinas. Entretanto, nem todo alimento atacado por fungos está contaminado por micotoxinas, já que a produção e concentração dessas toxinas é determinada por efeitos combinados das espécies de fungos presentes, temperatura e umidade do grão (SANTIN *et al.*, 2001).

Em experimentos realizados com aflatoxinas marcadas com radioisótopos em várias espécies animais, inclusive aves, observou-se que a maior parte das toxinas e seus produtos de biotransformação têm sua excreção efetuada em 72 a 96 horas após cessar a exposição dos animais a essas substâncias, considerando que o fígado e os rins retêm resíduos por mais tempo (STUBBLEFIELD *et al.*, 1983; OBIOCHA *et al.*, 1986).

Referências em relação à excreção de resíduos de toxinas em ovos de galinha são bastante discrepantes, necessitando de maiores estudos com esses animais (PARK e POLAND, 1986).

Alguns estudos foram desenvolvidos no sentido de detectar a excreção de resíduos de aflatoxinas em ovos, sendo que os trabalhos realizados com ovos de codornas são escassos. Oliveira (2001) trabalhando com codornas japonesas, coletou ovos para análises dos tratamentos, que receberam 25, 50 e 100 µg/kg de aflatoxina nos primeiros 90 dias de experimento, observou a excreção de resíduos nas amostras de todos os grupos que foram alimentados com as toxinas e obteve

a taxa média de conversão de toxinas para os ovos de 1.875:1.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adição de adsorventes em rações contaminadas com micotoxinas sobre a qualidade dos ovos, determinar possíveis resíduos de micotoxinas nos ovos, estabelecer possível taxa de conversão das toxinas para os ovos e analisar o efeito protetor do adsorvente de micotoxinas em rações para codornas japonesas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações do setor de Avicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/USP, em Pirassununga/SP. Foram utilizadas 576 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), com 15 semanas de idade. As aves foram alojadas em um galpão, composto por 36 gaiolas metálicas comerciais, sobrepostas em três andares, com as medidas de 1,00 x 0,34 x 0,19 m, possuindo quatro compartimentos. Todas as gaiolas possuíam comedouros lineares de chapa galvanizada e bebedouros tipo nipple. Em cada gaiola foram alojadas 16 codornas, distribuídas em 12 grupos experimentais com 3 repetições cada, totalizando 48 aves por grupo. O experimento teve início após as aves atingirem o pico de produção às 15 semanas de idade. Durante todo o experimento foi utilizado um programa de luz de 17 horas diárias.

A ração basal utilizada na preparação das dietas experimentais foi formulada à base de milho e farelo de soja, de acordo com Garcia (2001) e continha 2800 Kcal/EM/kg; 20% Proteína Bruta; 3,5% Cálcio; 0,6% Fósforo; 0,7% Metionina+Cistina e 1,1% Lisina.

Os tratamentos utilizados no experimento foram: T1 (controle), T2 (controle + 0,1% adsorvente), T3 (2000 ug de zearalenona /kg de ração), T4 (2000 ug de zearalenona /kg de ração + 0,1% adsorvente), T5 (1000 ug de aflatoxinas /kg de ração), T6 (1000 ug de aflatoxinas /kg de ração + 0,1% adsorvente), T7 (1000 ug de aflatoxinas /kg de ração + 2000 ug de zearalenona /kg de ração), T8 (1000 ug de aflatoxinas /kg de ração + 2000 ug de zearalenona /kg de ração + 0,1% adsorvente), T9 (2000 ug de aflatoxinas /kg de ração), T10 (2000 ug de aflatoxinas /kg de ração + 0,1% adsorvente), T11 (2000 ug de aflatoxinas /kg de ração + 2000 ug de zearalenona /kg de ração), T12 (2000 ug de aflatoxinas /kg de ração + 2000 ug de zearalenona /kg de ração + 0,1% adsorvente).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com esquema fatorial 3x2x2, possuindo três níveis de inclusão de aflatoxinas (0, 1000 e 2000 µg/kg), dois níveis de inclusão de zearalenona (0 e 2000 µg/kg) e dois níveis de inclusão de adsorvente (0 e 0,1%), com seis ovos como número de repetições por tratamento.

A análise da qualidade dos ovos produzidos foi efetuada ao final de cada período estudado. Foram utilizados dois ovos por repetição, totalizando seis ovos por tratamento para análise da qualidade interna e externa dos mesmos. As variáveis analisadas foram: gravidade específica, Unidade Haugh e percentagem da casca.

A determinação de resíduos de micotoxinas nos ovos foi efetuada de acordo com o método oficial descrito pela AOAC 978.15 (2000) em cromatografia, em camada delgada (CCD).

O limite de detecção do método de análise em ovos é de 1,0 µg/kg para aflatoxinas e para zearalenona o limite é de 50 µg/kg; a porcentagem de recuperação para aflatoxina B₁ é de 96% e para zearalenona de 90%.

Foi coletada uma amostra de ovos para a realização das análises de resíduos de micotoxinas, no início do experimento e no final do primeiro e segundo períodos. Na coleta inicial não foram encontrados resíduos de toxinas nos ovos de nenhum tratamento.

Durante o período experimental (1-56 dias) foram coletados no início e a cada 28 dias, cinco ovos de cada repetição, totalizando 15 ovos por tratamento, resultando em média 150g de ovos, para se obter uma amostra.

No laboratório, os ovos contidos em uma mesma amostra sofreram homogeneização da clara + gema em um bécker, onde foi feita a retirada de uma amostra analítica de 100g.

Os valores de conversão de aflatoxina B₁ ingerida, para aflatoxinas residuais nos ovos, foram obtidos à partir da divisão dos níveis de aflatoxina B₁ na ração (1000 ou 2000 µg/kg) dos grupos experimentais, pelas concentrações médias de resíduos encontrados nos ovos durante o experimento, para cada tratamento.

A análise estatística dos resultados foi realizada de acordo com os procedimentos estabelecidos na *General Linear Model do SAS*[®] (SAS Institute, 2000). Para a comparação entre os pares de médias, foi utilizado o teste de Tukey, sendo adotado como nível de rejeição, alfa igual a 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios de qualidade de ovos no primeiro e segundo períodos avaliados são apresentados na Tabela 1. Não foram observadas interações significativas entre os fatores estudados, para gravidade específica e Unidades Haugh. Também não foram verificados efeitos dos níveis de adsorvente sobre as características avaliadas em ambos os períodos.

Para a gravidade específica, foi observada diferença estatística significativa no primeiro período, com maiores valores para o grupo alimentado com 2000 µg/kg de aflatoxinas e também para o grupo alimentado com 2000 µg/kg de zearalenona. Para o segundo período do experimento não houve efeito significativo dos tratamentos sobre esta característica. Normalmente as micotoxinas não interferem nos parâmetros de qualidade de ovos. Washburn *et al.* (1985) não observaram diferenças estatísticas na gravidade específica de ovos de galinhas que receberam dietas com 5.000 µg/kg.

Para a Unidade Haugh houve efeito significativo de tratamento no primeiro período, com maior valor para o grupo alimentado sem zearalenona. Para o segundo período experimental não foi observada diferença estatística. Resultados isolados da aflatoxina não foram observados sobre a unidade Haugh. Entretanto, Sawhney *et al.* (1973) trabalhando com codornas japonesas recebendo alimentação contaminada com aflatoxinas em níveis de 2000 a 6000 µg/kg, constataram redução da altura do albúmen e da gema, além de perda da integridade das estruturas internas do ovo. Oliveira (2001) não encontrou diferenças estatísticas nas Unidades Haugh dos ovos de codornas alimentadas com 25, 50 e 100 µg/kg de aflatoxina.

Não se constatou efeito significativo de tratamento, para percentagem de casca no primeiro período, porém ocorreu interação significativa entre aflatoxina e zearalenona para esta variável no segundo período. Os resultados do desdobramento da interação entre aflatoxinas e zearalenona podem ser observados na Tabela 2.

Os resultados da interação entre aflatoxinas e zearalenona para a porcentagem de casca, apresentaram diferença estatística significativa somente para os níveis de zearalenona com 1000 µg/kg de aflatoxinas, com maior valor para o tratamento que recebeu 2000 µg/kg de zearalenona. Os resultados do presente estudo, no segundo período do experimento, concordam com os encontrados por Washburn *et al.* (1985), que alimentaram galinhas com ração contendo 5.000 µg/kg de aflatoxina, obtendo aumento na porcentagem de casca para esse nível. Oliveira (2001), alimentando codornas japonesas com rações contendo de 0 a 100 µg/kg de aflatoxina, observou aumento na porcentagem de casca nos ovos das codornas alimentadas com rações contendo 50 e 100 µg/kg.

Nos dois períodos experimentais foram encontrados resíduos de aflatoxina B₁, apenas para os tratamentos 6, 7, 8 e 10, e os resultados da análise de resíduos de toxinas em ovos, podem ser observados na Tabela 3.

TABELA 1. Resultados médios da qualidade de ovos no primeiro e segundo períodos experimentais, segundo os níveis de inclusão de aflatoxinas, zearalenona e adsorvente na ração.

1-28 DIAS			
	GE (mg/cm³)	UH	CA (%)
Aflatoxinas (µg/kg)			
0	1,0703 B	81,56	8,04
1000	1,0708 B	82,58	8,15
2000	1,0768 A	82,77	8,33
Zearalenona (µg/kg)			
0	1,0709 B	83,60 A	8,07
2000	1,0744 A	81,01 B	8,27
Adsorvente (%)			
0	1,0723	82,16	8,14
0,1	1,0730	82,45	8,21
CV (%)	0,6601	6,17	10,75
28-56 DIAS			
Aflatoxinas (µg/kg)			
0	1,0705	83,42	8,48
1000	1,0713	84,06	8,58
2000	1,0730	85,19	8,99
Zearalenona (µg/kg)			
0	1,0713	84,45	8,62
2000	1,0719	84,00	8,75
Adsorvente (%)			
0	1,0713	83,96	8,73
0,1	1,0719	84,49	8,64
CV (%)	0,5156	4,82	9,77

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05).

¹ Gravidade específica (GE), Unidade Haugh (UH) e percentagem de casca (CA)

TABELA 2. Desdobramento da interação entre os níveis de aflatoxinas e zearalenona para percentagem de casca no segundo período experimental (28-56 dias).

Zearalenona (ug/kg)	Aflatoxinas (ug/kg)		
	0	1000	2000
	Casca (%)		
0	8,75	8,16 B	8,94
2000	8,21	8,99 A	9,04

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste F (P < 0.05).

TABELA 3. Resultados das análises de resíduos de micotoxinas em ovos no final do primeiro e segundo períodos do experimento com codornas japonesas em postura.

Período	Tratamentos	AFB ₁ (µg/kg)	Zeara (µg/kg)
1-28 dias	T6 (1000 µg/kg afla + 0,1% ads)	3,9	Traços
	T7 (1000 u/kg afla + 2000 µg/kg zeara)	4,2	Traços
	T8 (1000 µg/kg afla+2000 µg/kg zeara+0,1% ads)	3,9	Traços
	T10 (2000 µg/kg afla + 0,1% ads)	3,6	Traços
28-56 dias	T6 (1000 µg/kg afla + 0,1% ads)	4,3	Traços
	T7 (1000 u/kg afla + 2000 µg/kg zeara)	4,1	Traços
	T8 (1000 µg/kg afla+2000 µg/kg zeara+0,1% ads)	3,8	Traços
	T10 (2000 µg/kg afla + 0,1% ads)	5,2	Traços

Aflatoxina B₁ (AFB₁) e Zearalenona (Zeara).

Para zearalenona foram encontrados apenas traços, pois os valores obtidos foram estimados a partir de inferência, mas não apresentam confiabilidade por se encontrarem abaixo do limite de detecção do método para esta micotoxina.

Para 1000 µg/kg de aflatoxina na ração tem-se $(3,9+4,2+3,9)/3 = 4,0$ µg/kg; para 2000 µg/kg de aflatoxina na ração tem-se 3,6 µg/kg, para o primeiro período. No segundo período, para 1000 µg/kg de aflatoxina na ração tem-se $(4,3+4,1+3,8)/3 = 4,07$ µg/kg; para 2000 µg/kg de aflatoxina na ração tem-se 5,2 µg/kg. Para as outras aflatoxinas (B₂; G₁; G₂) e zearalenona não foram encontrados resíduos nos ovos.

Os dados referentes à excreção de resíduos de aflatoxinas em ovos de codornas são bastante escassos. Bintvihok *et al.* (1993) forneceram rações para codornas contendo aflatoxina B₁ nos níveis de 50 a 200 µg/kg, por um período de 12 semanas, e observaram a toxina nos ovos em concentrações abaixo de 0,01 µg/kg. Os autores utilizaram o método de imunoensaio (ELISA) para a análise de aflatoxina B₁ nos ovos, não sendo relatada a ocorrência de outros metabólitos da toxina. Oliveira (2001) realizou estudo com codornas fornecendo rações contaminadas por aflatoxina B₁ nos níveis de 25, 50 e 100 µg/kg durante 168 dias, coletando os ovos para análises nos primeiros 90 dias. O autor observou a excreção de resíduos em amostras de todos os grupos alimentados com aflatoxina B₁.

Os resultados publicados em relação à excreção de resíduos de aflatoxinas em ovos de galinhas, apresentam valores bastante discrepantes. Park e Poland (1986) obtiveram a taxa de conversão de 2.200:1 (aflatoxina B₁ na ração: aflatoxina B₁ residual nos ovos), mas em pesquisas de Jacob e Wiseman (1974) rações fornecidas com aflatoxina B₁ nas concentrações de 100, 200 e 400 µg/kg, no período de 15 dias, tiveram como resposta os níveis de 0,2 a 3,3 µg/kg da toxina nos ovos. Por outro lado, Löttsch e Leistner (1976) alimentaram poedeiras brancas com toxinas nas concentrações de 3.000 a 10.000 µg/kg de aflatoxina B₁, por um período de 56 dias, e obtiveram níveis detectáveis de resíduos nos ovos de 0,02 a 0,23 µg/kg.

Em experimento realizado por Trucksess *et al.* (1983) os autores alimentaram 18 galinhas poedeiras com ração contaminada por aflatoxina B₁ na concentração de 8.000 µg/kg, por um período de sete dias, sendo encontradas concentrações de aflatoxina B₁ nos ovos variando de 0,02 a 0,38 µg/kg. Wolzak *et al.* (1985) conduziram experimento com galinhas poedeiras alimentadas com ração contendo 3.310 µg/kg de aflatoxina B₁, por um período de 28 dias, e verificaram resíduos de aflatoxina B₁ nas concentrações de 0,01 a 0,10 µg/kg. Oliveira *et al.* (2000) estudaram durante 60 dias a excreção de aflatoxina B₁ em poedeiras alimentadas com rações contaminadas com 100; 300 e 500 µg/kg, e observaram resíduos somente no grupo que recebeu rações com 500 µg/kg, variando a concentração de aflatoxina B₁ nos ovos de 0,05 a 0,16 µg/kg, apresentando a média de 0,10 µg/kg.

Na Tabela 4 pode-se observar os valores de conversão de aflatoxina B₁ ingerida, para aflatoxinas residuais nos ovos, obtidos a partir da divisão dos níveis de aflatoxina B₁ na ração (1000

ou 2000 µg/kg) dos grupos experimentais, pelas concentrações médias de resíduos encontrados nos ovos, durante o primeiro e segundo períodos.

TABELA 4. Valores da taxa de conversão de resíduos de aflatoxina B₁ nas amostras de ovos de codornas japonesas, de acordo com o nível de aflatoxinas na ração para o primeiro e segundo períodos experimentais.

Períodos	Aflatoxina B ₁ na ração (ug/kg)	AFs ovos (Valor:1) ^a	
		AFB ₁ (ug/kg)	Zeara (ug/kg)
1º (1-28 dias)	1000	250,00	Traços
	2000	555,56	Nd*
Média		402,78	
2º (28-56 dias)	1000	245,70	Traços
	2000	384,62	Nd*
Média		315,16	

Aflatoxinas (AFs), aflatoxinas B₁ (AFB₁), Zeara (zearalenona).^a Valores se referem à concentração de aflatoxinas na ração dividido pelas concentrações médias das aflatoxinas respectivas nos ovos, descritos na Tabela 3. *Nd: Não detectado.

Os valores médios da taxa de conversão residual encontrados neste experimento foram de 402,78 : 1 e de 315,16 : 1, para o primeiro e segundo períodos, respectivamente, bastante próximo ao encontrado por Jacob e Wiseman (1974) para ovos de galinhas (325 : 1). Porém inferior ao nível encontrado por Oliveira (2001) em ovos de codornas (1.875 : 1). No entanto, as taxas encontradas para codornas mostraram-se bastante inferiores aos valores reportados em outros trabalhos efetuados para ovos de galinhas, tais como o de Löttsch e Leistner (1976) Trucksess *et al.* (1983) e Wolzac *et al.* (1985), cujas taxas de conversão foram 125.000 : 1; 40.000 : 1; e 66.200 : 1, respectivamente. Park e Pohland (1986) e Oliveira *et al.* (2000), trabalhando com ovos de galinhas, também encontraram níveis superiores a este experimento com codornas (2.200 : 1 e 5.000 : 1, respectivamente). A comparação com estes dados indica que os ovos de codornas são mais susceptíveis a conter resíduos de aflatoxina B₁ em relação aos de galinhas, nos níveis estudados administrando-se a toxina na ração. Por este experimento pode-se perceber que o nível de 1000 µg/kg de aflatoxinas apresentou menor taxa de conversão, com 250,00 : 1 e 245,70 : 1, para o primeiro e segundo períodos, respectivamente, se comparado ao nível de 2000 µg/kg de aflatoxinas, que apresentou taxas de 555,56 : 1 e 384,62 : 1, para o primeiro e segundo períodos, respectivamente. Com nível de 1000 µg/kg de aflatoxinas as codornas apresentaram maior quantidade de toxina nos ovos.

De acordo com a taxa média de conversão encontrada pode-se calcular aproximadamente quantos ovos seriam necessários para colocar em risco a saúde do homem. Aproximando-se a taxa de conversão de 402,78 : 1 para 400 : 1, encontrada no primeiro período, tem-se uma relação estabelecendo que para cada 400 µg/kg de contaminação por aflatoxinas na ração tem-se 1 µg/kg de aflatoxina residual no ovo. Supondo-se que as codornas fossem alimentadas com uma ração contaminada por 2000 µg/kg de aflatoxinas, seriam necessários apenas quatro ovos para que se atingisse o limite máximo permitido pela legislação vigente para alimentos para consumo humano que é de 20 µg/kg de aflatoxina B₁. Acima desse limite a saúde do homem pode ser prejudicada. Analogamente para o segundo período, aproximando-se a taxa de conversão média encontrada de 315,16 : 1 para 300 : 1 e alimentando as codornas com 1.500 µg/kg de aflatoxinas nas rações, atingiria-se com quatro ovos o limite de segurança de consumo humano para aflatoxinas (FONSECA, 2003).

CONCLUSÕES

O adsorvente não apresentou efeito positivo sobre a qualidade dos ovos e não conseguiu evitar a transferência de toxinas para os ovos.

O nível de transferência de toxinas para os ovos representou risco potencial à saúde humana.

REFERÊNCIAS

- [AOAC] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods 978.15 , Aflatoxin B₁ in eggs, 2000.
- BINTVIHOK, A.; THIENGININ, S.; PATCHIMASIRI, T.; THUMMABOOD, S.; SHOYA, S.; OGURA, Y.; KUMAGAI, S.; DOI, K.; INKANINUN, P.; POOMVISES, P. Toxic effects of dietary aflatoxin and its residues in tissues and eggs in laying quails. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE WORLD ASSOCIATION OF VETERINARY FOOD HYGIENISTS, 11, Bangkok, 1993. **Proceedings...** p. 299-307.
- FONSECA, H. **Legislação sobre micotoxinas**. Capturado em 22 mai. 2003. On line. Disponível na Internet <http://www.micotoxinas.com.br/legisla.html>.
- GARCIA, E.A **Níveis nutricionais e métodos de muda forçada em codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*)**. Botucatu, 2001.111p. (Tese de Livre Docência em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.
- JACOB, W. C.; WISEMAN, H. G. The transmission of aflatoxin B₁ into eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 53, p. 1743-1745, 1974.
- LÖTZSCH, R.; LEISTNER, L. Aflatoxin-Rückstände in Hühnereiern und Eiprodukten. **Fleischwirtschaft**, v. 12, p. 1777-1785, 1976.
- OBIOCHA, W.I.; STAHR, H. M.; KRAFT, A. A. Distribution and effects of aflatoxin in chicken tissues after feeding radiolabeled (¹⁴C) aflatoxin B₁. **Journal of Food Protection**, v. 49, p. 799-805, 1986.
- OLIVEIRA, C. A. F.; KOBASHIGAWA, E.; REIS, T. A.; MESTIERI, L.; ALBUQUERQUE, R.; CORREA, B. Aflatoxin B₁ residues in eggs of laying hens fed a diet containing different levels of the mycotoxin. **Food Additives and Contaminants**, Londres, v. 17, p. 459-462, 2000.
- OLIVEIRA, C. A. F. **Efeito da intoxicação prolongada por aflatoxina B₁ em codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*)**. São Paulo, 2001. 101 p. (Tese de Livre Docência em Zootecnia). Curso de Pós-graduação em zootecnia, Faculdade de Engenharia de Alimentos e Zootecnia. Universidade de São Paulo.
- [OPAS] ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **Micotoxinas**. Washington, 1983. p.125-135. (Critérios de Salud ambiental, 11).
- PARK, D. L.; POHLAND, A. E. A rationale for the control of aflatoxin in animal feeds. In: STEYN, P. S.; VLEGGAR, R. (Ed.). **Mycotoxins and Phycotoxins**, Amsterdam: Elsevier, 1986. p. 473-482.
- PRADO, G.; VIEIRA, M. B. C. M.; SANTOS, J. P.; OLIVEIRA, M. S. Ocorrência de micotoxinas em milho pós-colheita e armazenado do Estado de Minas Gerais, safra 1991. **Higiene Alimentar**. Campinas, v.9, n.35, p.24-27, 1995.
- SANTIN, E.; MAIORKA, A.; ZANELLA, I.; MAGON, L. Micotoxinas do *Fusarium spp* na avicultura comercial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 185-190, 2001.
- SAS Institute.SAS[®] **User's guide: statistics**, versão 8 ed., Cary, 2000.

SAWHNEY, D. S.; VADEHRA, D. V. ; BAKER, R. C. Aflatoxicosis in the laying japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Poultry Science**, Champaign v. 52, p. 465-473, 1973.

STUBBLEFIELD, R. D.; PIER, A. C.; RICHARD, J. L.; SHOWELL, O. L. Fate of aflatoxins in tissues, fluids and excrements from cows dosed with aflatoxin B₁. **American Journal Veterinary Research**, v. 44, p. 1750-1752, 1983.

TRUCKESESS, M. W.; STOLOFF, L.; YOUNG, K.; WYATT, R. D.; MILLER, B. L. Aflatoxicol and aflatoxins B₁ and M₁ in eggs and tissues of laying hens, consuming aflatoxin-contaminated feed. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, p. 2176-2182, 1983.

WASHBURN, K. W.; WYATT, R. D.; POTTS, P. L. & LANZE, G. M. Effects and mechanism of aflatoxin variation in shell strength. **Poultry Science**, Champaign v. 64, p. 1302-1305, 1985.

WOLZAK, A.; PEARSON, A. M.; COLEMAN, T. H.; PESTKA, J. J.; GRAY, J. I. Aflatoxin deposition and clearance in the eggs of laying hens. **Food and Chemical Toxicology**, v. 23, p. 1057-1061, 1985.

Recebido em:25/02/2008

Aceito em: 04/06/2008