

ANDRÉ VIANA COELHO DE SOUZA

**VALOR NUTRICIONAL DE GRÃOS ATACADOS POR INSETOS OU
CONTAMINADOS POR MICOTOXINAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S729v
2003

Souza, André Viana Coelho de, 1974-

Valor nutricional de grãos atacados por insetos ou contaminados por micotoxinas para frangos de corte / André Viana Coelho de Souza. – Viçosa : UFV, 2003.
142p. : il.

Orientador: Darci Clementino Lopes

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

1. Frango de corte - Nutrição. 2. Frango de corte - Desempenho - Efeito da dieta. 3. Milho - Valor nutritivo. 4. Milho - Doenças e pragas. 5. Milho - Contaminação.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 636.50852

CDD 20.ed. 636.50852

ANDRÉ VIANA COELHO DE SOUZA

**VALOR NUTRICIONAL DE GRÃOS ATACADOS POR INSETOS OU
CONTAMINADOS POR MICOTOXINAS PARA FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Aprovada : 28 de julho de 2003.

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Pesq. Jamílton Pereira dos Santos

Med. Vet. Júlio Maria Ribeiro Pupa

Prof. Darci Clementino Lopes
(Orientador)

À minha esposa Dayse, pelo eterno sorriso

Aos meus pais, Hélio e Salete, verdadeiros campeões nesta vida

Às minhas irmãs, Kátia e Viviane, vocês são muito amadas

À minha espoleta Natália, minha sobrinha mais linda, razão de muitas alegrias. Seu Tio Dedeco te ama!!!

Aos meus sogros Wander e Margarida

Aos meus sobrinhos Rafael, Pedro e Guilherme

À Carol, Karuí, Jumbrega, Tico e Preta

“É um erro capital teorizar antes de ter os dados. Insensivelmente começa-se a distorcer os fatos para adaptá-los às teorias, em vez de fazer com que as teorias se adaptem aos fatos”.

Sherlock Holmes - (*Sir Arthur Conan Doyle*)

“Inventar, deve-se admitir humildemente, não consiste em criar algo do nada, mas sim do caos; em primeiro lugar, deve-se dispor dos materiais; pode-se dar forma à substância negra e informe, mas não se pode fazer aparecer a própria substância. Em tudo o que se refere às descobertas e às invenções, mesmo aquelas que pertencem à imaginação, lembramo-nos continuamente da história do ovo de Colombo. A invenção consiste na capacidade de julgar um objeto e no poder de moldar e arrumar as idéias sugeridas por ele”.

Frankenstein - (*Mary Shelley*)

“Todo grande progresso da ciência resultou de uma nova audácia da imaginação”.

(*John Dewey*)

“Não há nada melhor que despertar o prazer e o amor pelo estudo; caso contrário só se formam bons carregadores de livros”

(*Michel de Montaigne*)

“Não se pode ensinar coisa alguma a alguém; pode-se apenas auxiliar a descobrir por si mesmo”

(*Galileu*)

“A educação não cria o gênio, mas oferece-lhe, por vezes, oportunidade para se revelar”

(*Leoni Kassef*)

“Não tenha medo de errar, contanto que não cometa duas vezes o mesmo erro”

(*Franklin Roosevelt*).

AGRADECIMENTO

À toda minha família, que soube nos seus devidos momentos, acolher e cobrar, para que eu me tornasse a pessoa que sou hoje. O exemplo, aprendi, deve vir de casa, berço dos valores e dos princípios pelos quais me moldei.

Aos pais de minha esposa Dayse, Wander e Margarida, um verdadeiro tesouro de família. Obrigado pelo enorme presente e pela imensa acolhida.

Às minhas famílias adotivas. Como chamar apenas de amigos, pessoas que me faziam sentir tão bem recebido em seus lares, que era, muitas vezes, extensão de minha própria casa. Lourdes e família, Simone e família, Isabella e Ayla, vocês estarão para sempre em meu coração.

Aos meus tios, José, Ely, Lucília e Julieta, que em especial acompanharam de perto minha vida e que sempre me incentivaram e apoiaram.

À todos os meus grandes amigos, aqueles que infelizmente se foram, aqueles que se encontram distantes, e aqueles que estiveram juntos nestes 4 anos de curso. Em especial, à Larry, Luciene, Wolleberg e Fernanda Antunes.

Em especial, agradeço à minha equipe de estagiários, pela seriedade e responsabilidade no cumprimento das tarefas e no incentivo e apoio a realização de muitos experimentos. Agradeço à Leidimara Feregueti Costa, pelo pontapé inicial e pelos constantes incentivos, a Lidson Nery Ramos, José Ricardo Polastri e Silvano Bunzen, pela fidelidade, estando presentes em todos os momentos quando necessário, à Marcelle Santana e Regina Tie Umigi

(indescritíveis), a Tatiana Rocha e Cibele Minafra, pelo apoio nos momentos críticos, e à Sérgio Miranda Pena P³².

Ao Prof. Darci Clementino Lopes, mais que um orientador, um grande amigo. Obrigado pela enorme confiança depositada.

Aos amigos, Alexandre de Oliveira Teixeira, Gérson Fausto Araújo, Eduardo Terra Nogueira, Alessandro Moratto do Amaral, Michella e Adriano Borato, pelo excelente convívio e apoio.

À Süd-Chemie e Biovet, nas pessoas do Sr. Ivan Santos e Aline Reckson, respectivamente, que apoiaram o presente estudo.

Ao Dr. Jamílton Pereira dos Santos, do CNPMS – EMBRAPA Sete-Lagoas – MG, pelas informações e sugestões ao trabalho e pelo preparo dos lotes de milho carunchados e mofados.

Aos Professores Juarez Lopes Donzele e Horácio Santiago Rostagno, pela enorme colaboração e sugestões

Ao Dr. Ricardo Pereira Roberti, Médico Veterinário da PIF-PAF Alimentos Ltda, pela enorme colaboração nas necrópsias do experimento.

À Prof^a Tânia Toledo de Oliveira, ao Prof. Paulo Martins e aos estudantes Leonardo e Hércules, pela enorme colaboração nas análises sorológicas e hematológicas.

Aos amigos de República, em especial (e em ordem cronológica) à Getúlio Fitarone Domingues, Luciano da Silva Cabral, Gisele Andrade de Oliveira, Alessandro Moratto do Amaral, José Luciano de Assis Pereira, André Nunes Lola Torres, Catarina e Vinícius.

Aos amigos, Dalton de Oliveira Fontes, Melissa Izabel Hannas, Darcilene, Uisley, Charles Butteri, Débora Carvalho, Priscila D'Agostinni, Nominando, Geórgia Reginatto, Tatiana, Ciane, Valéria, Marco Aurélio, José Geraldo Vargas, Carlos Alberto Gondin, Flávio Medeiros Vieites, Ademar Rodrigues Neto, Rony Ferreira, José Luís Soares, Roberto Giolo, Rogério, Klaus, Cláudio, Júlio e André Luigi.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em especial ao Instituto de Zootecnia, pelos constantes incentivos e pela excelente formação acadêmica que lá tive. Existem professores que nasceram com mais que a simples inteligência, nasceram com vocação, e estes, infelizmente, pela atual estrutura de ensino, estão cada vez mais raros: Professores Edinaldo da Silva

Bezerra, Cristina Amorim Ribeiro de Lima, Fernando Augusto Curvello, Luiz Carlos, Luiz Fernando, Eliane Milward, Luiz Rodrigues Freire, Pedro Malafaia, José Bonifácio O. X. de Menezes, Carlos Hubinger Tokarnia e Lamartine.

Ao amigo Antônio Rodrigues, pelo incentivo e apoio nos trabalhos de campo em Ponte Nova.

Aos diretores da Poli Nutri Alimentos Ltda, pela enorme confiança depositada, e, em especial ao Dr. Júlio Flávio Neves, pela colaboração na correção dos Abstracts.

Aos amigos da Poli-Nutri Alimentos Ltda, em especial aos colegas de Departamento : Sérgio Carrer, Ricardo, Kleber, Ana Paula, Oswaldo, Felipe, Vágner, Rildo, Fernanda e Leandro.

À todos aqueles que, por ignorância ou por desafeto, tornaram o percurso mais difícil, pois vencer com desafios e obstáculos torna a conquista mais valorosa.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela acolhida, em particular aos funcionários, Celeste, Monteiro, Wellington, Márcia, Cleone, Mauro, José Lino, Dedeco, Adriano e Elísio.

Ao CNPq e EMBRAPA, pelo financiamento da pesquisa.

À Mogiana Alimentos S/A, em especial aos funcionários do LAB-TEC, pelo treinamento laboratorial fornecido e às análises realizadas.

Aos demais colegas de curso que por imensa falha minha certamente estarei esquecendo.

BIOGRAFIA

ANDRÉ VIANA COELHO DE SOUZA, filho de Hélio Alberto Coelho de Souza e Maria Rita Salete Coelho de Souza, nasceu na cidade do Rio de Janeiro-RJ no dia 23 de julho de 1974.

Ingressou em março de 1992, no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, graduando-se em Outubro de 1996.

Em outubro de 1996, após concurso, foi contratado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro para lecionar como Professor Substituto do Departamento de Produção Animal do Instituto de Zootecnia para lecionar nas disciplinas Caprinocultura, Produção Animal II e Manejo de Animais Domésticos.

Em março de 1997, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, realizando seus estudos nas áreas de Nutrição de Não Ruminantes e Análise de Alimentos, submetendo-se à defesa de tese e exame final no dia 17 de março de 1999.

Em março de 1999, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, realizando seus estudos nas áreas de Nutrição de Não Ruminantes, Análise de Alimentos e Ensino Superior, submetendo-se à defesa de tese e exame final no dia 28 de Julho de 2003.

Em outubro de 2002 foi contratado pela empresa Poli-Nutri Alimentos Ltda. como Gerente Técnico de Formulação e Nutrição do estado do Paraná e como responsável pela área de pesquisa nacional da empresa.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Perdas de grãos na cultura do milho.....	4
2.2. Perdas ocasionadas pelo ataque de insetos.....	6
2.3. Perda do valor nutritivo do milho devido ao carunchamento.....	10
2.4. Combate à insetos e fungos.....	15
2.5. Micotoxinas.....	18
2.5.1. Aflatoxinas.....	22
2.5.1.1. Absorção e metabolismo de aflatoxinas nas aves.....	22
2.5.2. Ácido ciclopiazônico.....	26
2.5.3. Tricotecenos.....	26
2.5.4. Ochratoxina A e Citrinina.....	28
2.5.5. Zearelenona.....	29
2.5.6. Fumonisinias.....	29
2.5.7. Ergotaminas.....	31
2.5.8. Formas de controle de micotoxinas em alimentos.....	31
2.6. Valores energéticos dos grãos.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
ARTIGO 1	
COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES ENERGÉTICOS DETERMINADOS POR DUAS METODOLOGIAS DO MILHO EM DIFERENTES NÍVEIS DE INFESTAÇÃO POR CARUNCHOS	46
RESUMO.....	46
SUMMARY.....	46

INTRODUÇÃO	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

ARTIGO 2

EFEITO DO NÍVEL DE CARUNCHAMENTO DO MILHO SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE	63
RESUMO.....	63
SUMMARY	63
INTRODUÇÃO	64
MATERIAL E MÉTODOS.....	65
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

ARTIGO 3

AVALIAÇÃO DE ADSORVENTES COMERCIAIS E DA SUPLEN- TAÇÃO COM DL-METIONINA EM DIETAS CONTENDO MILHO ATACADO POR INSETOS E FUNGOS SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE.....	79
RESUMO.....	79
SUMMARY	79
INTRODUÇÃO	80
MATERIAL E MÉTODOS.....	81
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	85
CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

ARTIGO 4

VALORES ENERGÉTICOS DE DIETAS CONTAMINADAS POR MICOTOXINAS DETERMINADOS POR ENSAIOS COM DIFERENTES PERÍODOS DE ADAPTAÇÃO.....	92
RESUMO.....	92
SUMMARY	92
INTRODUÇÃO	93
MATERIAL E MÉTODOS.....	95
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
CONCLUSÕES	103
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

ARTIGO 5**AVALIAÇÃO DE ADSORVENTES COMERCIAIS SOBRE O DESEMPENHO, PESO DE ÓRGÃOS E PARÂMETROS PLASMÁTICOS DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTAMINADAS POR MICOTOXINAS.....****106**

RESUMO..... 106

SUMMARY 106

INTRODUÇÃO 107

MATERIAL E MÉTODOS..... 108

RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 113

CONCLUSÕES 127

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 127

3. RESUMO E CONCLUSÕES 130**APÊNDICES 133****APÊNDICE A 134****APÊNDICE B 139**

RESUMO

SOUZA, André Viana Coelho de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2003. **Valor nutricional de grãos atacados por insetos ou contaminados por micotoxinas para frangos de corte.** Orientador: Darci Clementino Lopes. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Horácio Santiago Rostagno.

Cinco experimentos, com frangos de corte da linhagem ROSS, foram conduzidos com o objetivo de estudar o efeito do nível de carunchamento do milho e a contaminação de dietas com micotoxinas sobre os valores de EMAn e dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, e, de avaliar o seu impacto sobre o desempenho (peso, consumo de ração, conversão alimentar e incidência de refugos), parâmetros plasmáticos, rendimento de carcaça e de cortes, peso relativo e incidência de lesões em órgãos. O primeiro experimento envolveu 900 aves, de 1 a 26 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial 5x2 (5 níveis de carunchamento do milho e 2 períodos de adaptação às dietas) com 6 repetições contendo 6 aves por gaiola cada. Observou-se redução de 20,69 Kcal/kg na EMAn das dietas, para cada aumento de 10% no nível de carunchamento do milho. Não observou-se diferenças causadas pelos diferentes tempos de adaptação às dietas usadas. No segundo experimento, 400 pintos de um dia foram distribuídos em boxes, em um delineamento inteiramente casualizado

com um arranjo fatorial 5X2 (5 níveis de carunchamento do milho e 2 sexos) com 4 repetições de 10 aves cada. Observou-se que para cada aumento de 10% no nível de carunchamento do milho, houve redução de 7,75 g no peso vivo, aumento de 7,06 g de consumo de ração e 0,023 unidades no índice de conversão alimentar das aves no período de 1 a 21 dias de idade. Já no período de 1 a 42 dias de idade, observou-se redução de 17,72 g de peso, aumento de 75,52 g no consumo de ração, 0,052 unidades no índice de conversão alimentar e 0,037 g/dL de proteínas plasmáticas totais no soro sanguíneo das aves, não se verificando efeito do nível de carunchamento sobre o volume globular médio do sangue, concentração sérica de albumina, rendimento de carcaça e de cortes e peso relativo dos órgãos. O terceiro experimento avaliou a suplementação de DL-metionina e a inclusão de adsorventes comerciais em dietas contendo milho 45% carunchado e levemente contaminado por aflatoxinas, utilizando-se 480 pintos de um dia, da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizados com um arranjo fatorial 6X2 (6 tratamentos e 2 sexos) onde foi utilizado milho 2% carunchado (testemunha), milho 45% carunchado e milho 45% carunchado com suplementação de DL-metionina ou com um dos três adsorventes de micotoxinas testados. Não observou-se diferenças no desempenho, aos 21 dias, entretanto, aos 42 dias, observou-se redução, em valores absolutos, no peso das aves e na concentração sérica de albumina e aumento no índice de conversão alimentar com a utilização de milho 45% carunchado, tendo sido, a suplementação com DL-metionina eficiente em recuperar estas perdas. Não observou-se alterações no peso relativo dos órgãos, rendimento de carcaça e de cortes e valores de proteínas plasmáticas totais e volume globular médio do sangue das aves aos 42 dias de idade. O quarto experimento envolveu 900 pintos de um dia, da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial 5x2 (5 níveis de micotoxinas e 2 períodos de adaptação às dietas) para avaliação de EMAn de dietas. Não observou-se diferenças nos valores de EMAn das dietas, em função da contaminação destas por micotoxinas ou do tempo de adaptação às dietas usados nos ensaios biológicos. O quinto experimento envolveu 1800 pintos de um dia, da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado disposto em um arranjo fatorial 5x4 (5 níveis de micotoxinas e 4 tratamentos)

com 6 repetições contendo 15 aves cada. Os 4 tratamentos foram: 3 adsorventes comerciais e uma testemunha (sem uso de adsorventes). Não observou-se diferenças significativas no peso, consumo de ração e conversão alimentar, aos 21 e 42 dias de idade. Entretanto, observou-se em números absolutos, maior incidência de refugos nos níveis mais elevados de contaminação por micotoxinas. Observou-se ainda, aumento significativo no peso do fígado, pâncreas e Bolsa de Fabrícus, aumento na incidência de pontos de necrose no fígado, na incidência de coccidiose e na concentração da enzima gama glutamil transferase plasmática, aos 42 dias, com a elevação dos níveis de micotoxinas nas dietas. Reduções significativas foram observadas na concentração de proteínas plasmáticas totais e de albumina plasmática. Não foram observadas alterações nas concentrações de transaminases no plasma (alanina amino transferase e aspartato amino transferase), minerais (cálcio, ferro, fósforo e magnésio), creatinina, triglicerídeos e colesterol e no peso relativo do baço, intestino e coração. Conclui-se que a utilização de milho carunchado em dietas de frangos de corte, provoca redução no desempenho das aves, por reduzir o valor energético e o teor de aminoácidos sulfurados do milho, e que a suplementação com DL-metionina é eficaz para reduzir a perda de peso e aumentar a eficiência alimentar. A utilização de dietas contendo micotoxinas, provoca alterações metabólicas nas aves, aumenta a incidência de lesões em órgãos e de animais refugos. A utilização de adsorventes comerciais foram pouco eficientes em evitar este quadro. Sugere-se ainda que o real limite de segurança de contaminação por aflatoxinas para dietas de frangos de corte seja superior a 20 ppb.

ABSTRACT

SOUZA, André Viana Coelho de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2003. **Nutritive value of grains contaminated with mycotoxins or infected with insects for broilers.** Adviser: Darci Clementino Lopes. Committee Members: Juarez Lopes Donzele and Horácio Santiago Rostagno.

Five experiments were carried out to study the effects of the insect damaging level of corn and diets contamination with mycotoxins on the AMEn, nutrient digestibility coefficient values and to evaluate their impact on the overall performance of broiler chickens. Bodyweight gain, feed intake, feed conversion ratio and the incidence of poor performing birds were verified . Also some blood plasma parameters and carcass yield, relative viscera weight and incidence of internal organ lesions were evaluated. Experiment 1 - 900 birds were reared from 1 to 26 days of age, and assigned into an entirely randomized design with a factorial arrangement 5x2 (5 insects damaging levels on corn and 2 adaptation periods to the diets) with 6 replications and 6 birds for each experimental unit. A reduction of 20,69 kcal AMEn/kg of diets was observed, for each 10% increase in the insect damaging level. No difference were found as an effect by diets different adaptation periods. Experiment 2 - 400 day-old male broiler chickens were used in a completely randomized design with a factorial arrangement 5X2 (5 levels of insects damaging level of the corn and 2 sexes)

with 4 replicates of 10 birds each. It was observed that the increasing of 10% on insect damaging level of corn decreased 7.75 g on live bodyweight and increased 7.06 g on feed intake and 0.023 units in the feed conversion ratio for birds from 1 to 21 days of age. At 42 days of age, the increasing of 10% on insect damaging level of corn reduced 17.72 g for the bodyweight gain, and increased 75.52 g in the feed intake and 0,052 units in the feed conversion ratio. A reduction of 0.037 g/dL of total blood plasma proteins of the birds was observed for each increasing of 10% on insect damaging level of corn. No differences were observed on the average globular volume of blood, blood albumin concentration. The carcass yield and relative viscera weight were also not affected by the treatments. Experiment 3 – It was conducted to evaluate the effects of DL-methionine supplementation and the addition of commercial adsorbants in diets with 45% insect damaged corn and contaminated by aflatoxins. 480 day-old ROSS broiler chicks were distributed in an entirely randomized design with a factorial arrangement 6X2 (6 treatments and 2 sexes). T1 – was the 2% insect damaged corn (control); T2 – 45% insect damaged corn; T3 – 45% insect damaged corn plus DL-methionine supplementation. The T4 to T6 were same T3 plus one of the three mycotoxins adsorbants. No differences were observed for performance from 1 until 21 days of age, however, at 42 days of age it was observed a reduction in absolute values of birds bodyweight and blood plasma protein concentrations, and an increase on feed conversion ratio in T3 (45% insect damaged corn). The DL-methionine supplementation (T4) was efficient in restoring the performance of birds. There were no changes neither for the relative viscera weight, carcass yield and total blood plasma protein concentration values nor for the blood average globular volume at 42 days of age. Experiment 4 – 900 day-old baby chicks, were assigned into a completely randomized design in a factorial arrangement 5x2 (5 levels of mycotoxins and 2 diets adaptation periods) in order to measure diets AMEn. No differences for AMEn content were observed due to mycotoxin contamination or for diets adaptation periods. Experiment 5 - 1800 day-old male baby chicks, were assigned into a completely randomized design in a factorial arrangement 5x4 (5 mycotoxin levels of and 4 treatments) and 6 replicates containing 15 birds each. T1; T2; T3 had commercial adsorbants added and T4 had none, (control treatment). It was not found

any significant differences on Bodyweight gain, feed consumption and feed conversion ratio either at 21 or 42 days of age. However, the absolute numbers, showed a much higher incidence of poor performing birds as the mycotoxin contamination levels also increased. There was still a significant increase on weight of liver, pancreas, Bursa, and an increased incidence of necrotic points on the liver. Coccidiosis lesions were also detected. Mycotoxins contaminations of the diet lead to an increase of γ - Glutamyl Transferase. Significant reductions were observed for total plasma protein and albumin concentration. Alterations on the blood transaminase concentrations (alanine amino transferase and aspartate amino transferase) were not detected, as well the minerals (calcium, iron, phosphorus and magnesium), creatinine, tryglicerides and in the relative spleen intestine and heart weights. It could be concluded that the use of insect damaged corn did cause reduction of birds performance by reducing the energy value and its sulphur amino acid content of corn. DL-methionine supplementation could be efficient to reduce the bodyweight losses and to increase the feed conversion ratio. Mycotoxins contaminated diets might induce metabolic parameters alterations, increasing the incidence of visceral injuries and augment of poor performing birds.

1. INTRODUÇÃO

O milho é o ingrediente mais importante na alimentação de aves e suínos, pois sua inclusão média de, aproximadamente, 65 a 70% nas rações, contribui com cerca de 65% de energia metabolizável e 25% da proteína bruta destas. Como ingrediente de rações para aves e suínos, apresenta alta palatabilidade e seu amido é altamente digestível. Rico em xantofilas, confere à gema do ovo e à pele do frango, boa pigmentação, o que melhora sua atratividade visual. É o cereal que apresenta o maior teor de ácido linoléico. Apresenta baixo teor de fibra bruta e não apresenta fatores antinutricionais. Entretanto, pela ausência de fitases endógenas, o fósforo é quase indisponível e seu perfil de aminoácidos é desbalanceado, com excesso de leucina e deficiências de lisina e triptofano, em relação às exigências nutricionais de aves e suínos (BARBARINO JR., 2001).

Apesar de sua conservação exigir tecnologias simples, muitas vezes são encontrados lotes fora dos padrões mínimos de qualidade. Grãos ardidos, brotados, carunchados e mofados, muitas vezes ultrapassam limites de tolerância, principalmente, quando há desorganização no planejamento da colheita, secagem, armazenagem e distribuição dos grãos.

Quando os limites de tolerância estabelecidos por lei são excedidos, o milho é considerado abaixo do padrão, desde que apresente bom estado de conservação. Lotes de milho que apresentam estado de conservação inadequado, aspecto generalizado de mofo e/ou fermentação, contaminação com

sementes de outras plantas, odor estranho ou que possa ser prejudicial à utilização normal do produto, deveriam ser desclassificados para comercialização. Muitas vezes estes lotes são misturados a lotes de qualidade superior ou ainda vendidos no mercado, quando há desabastecimento, para pequenos e médios produtores de aves e suínos que possuem baixo poder de negociação.

A contaminação fúngica dos grãos ocasiona perda no seu valor nutricional. Aproximadamente, 25% do milho produzido no Brasil está contaminado com aflatoxinas, principalmente na região sul do país. Deste montante, estima-se que 15% estejam contaminados com níveis superiores a 20 ppb, suficientes para prejudicar de forma significativa, o desempenho de aves e suínos (SANTÚRIO, 1996).

KRABBE et al. (1995b) observaram diferenças significativas nos valores de EMAn, que chegaram a, aproximadamente, 800 Kcal/kg de matéria seca, entre milhos armazenados com 12 e 18% de umidade atacados por fungos e concluíram que os animais alimentados com o milho atacado por fungos tiveram um menor aproveitamento da fração energética dos grãos, provavelmente por algum comprometimento do sistema digestivo.

Castro et al. (1983), citados por ROSTAGNO (1993) utilizaram galinhas poedeiras para avaliação do efeito do armazenamento do milho, com presença de carunchos e verificaram redução no teor de metionina, sem haver, contudo, redução na digestibilidade desta e do triptofano. Apesar dos valores de EMAn não diferirem estatisticamente, foram encontradas diferenças de 122 Kcal/kg de matéria seca, entre os milhos normal e carunchado.

Tafari et al. (1987), citados por ROSTAGNO (1993) avaliaram o milho Opaco-2, recém-colhido e armazenado por um período de um ano, com a presença de carunchos e verificaram que o carunchamento dos grãos resultou em diminuição dos teores de metionina e do total de aminoácidos e da digestibilidade da lisina.

STRINGHINI et al. (2000) avaliando os efeitos do uso de milho de qualidade nutricional reduzida pela ação de insetos e fungos, utilizado nas dietas iniciais de frangos de corte, e, de seus efeitos sobre o desempenho das aves, não observaram efeitos negativos sobre o ganho de peso e conversão alimentar, entretanto, verificaram um aumento na ocorrência de problemas de pernas

e lesões hepáticas nas aves que receberam dieta contendo milho infestado por insetos e fungos.

Face a pequena disponibilidade de informações na literatura a respeito do valor nutricional de lotes de milhos atacados por insetos, ou contaminados por micotoxinas, objetivou-se no presente estudo avaliar o valor nutricional de lotes de milho atacados por carunchos e lotes de milho contaminados por micotoxinas, por meio de ensaios de metabolismo e ensaios de crescimento.

Os artigos a seguir foram formatados com base nas normas do periódico “Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia”, com algumas adaptações seguidas pelas normas vigentes da Universidade Federal de Viçosa.

A utilização de textos, dados, imagens, etc., desta tese, para fins de divulgação comercial de produtos, ainda que enfocados sob o ponto de vista técnico-científico, só pode ser realizada com o consentimento do autor, estando os infratores sujeitos às penalidades da lei.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Perdas de grãos na cultura do milho

A cultura do milho, ocupa em todo o território nacional, cerca de 12 milhões de hectares, com uma produção estimada de 30 a 35 milhões de toneladas, concentrada nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que respondem por cerca de 98% da produção nacional. Embora, seja uma cultura amplamente difundida e apropriada ao uso de alta tecnologia e com potencial para produzir acima de 16 t/ha, no Brasil, ainda predomina o uso de tecnologia de baixo investimento, o que tem mantido a produtividade média nacional em torno de 2,5t/ha (SANTOS & MANTOVANI, 1997; IBGE, 2003).

Juntamente com os esforços para aumento da produtividade da cultura do milho, devem ser tomadas ações para que se evitem a perda dos grãos. A perda de grãos na cultura do milho pode ocorrer em três fases distintas: pré-colheita, colheita e pós-colheita.

A pré-colheita compreende o período que vai da maturação fisiológica, caracterizada pelo surgimento da “camada preta” (grão com cerca de 32% de umidade) até a colheita. O que se perde ou se deixa de colher, devido ao conjunto de fatores que influenciam no período da sementeira à maturação fisiológica, está estimado em 11% da produção total de milho brasileira (SANTOS & MANTOVANI, 1997).

Quando o produtor não dispõe de infra-estrutura de secagem artificial, normalmente, tem que esperar o milho secar naturalmente no campo. Se houver atraso na colheita, as perdas de grãos poderão ser maiores. Vários fatores contribuem para isto, como insetos (gorgulhos e traças), pássaros, chuvas, ventos, infestação por fungos, roedores, etc. A ocorrência de chuva na pré-colheita, com a conseqüente penetração de água na espiga, é a principal causa de perdas, podendo esta, ser minimizada com a utilização de cultivares em que predominam espigas decumbentes (espigas que se deitam, virando a ponta para baixo, logo após a maturação fisiológica, minimizando a entrada de água de chuva).

SANTOS & MANTOVANI (1997) trabalhando em condições de Sete Lagoas-MG, região de cerrado, onde predominam invernos sem chuva e baixa umidade relativa, verificaram que o atraso em até quatro meses na colheita, não aumentou as perdas causadas por insetos ou por água de chuva e pássaros. Houve, entretanto, uma tendência de haver maiores danos no milho colhido e armazenado mais cedo, quando não tratado.

Segundo, SANTOS (1992), na região Centro-Oeste e nas áreas de cerrado de Minas Gerais, onde normalmente não chove no período que antecede a colheita, o produto colhido é de excelente qualidade e as perdas no período da pré-colheita são pequenas, podendo chegar a 3%. Na região Sudeste e no Paraná essas perdas podem chegar a 4%, e em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, onde normalmente chove no período da colheita e a umidade relativa é muito alta, as perdas na pré-colheita podem chegar a 5%. Em média há uma perda de 4% da produção nacional no período da pré-colheita.

A colheita do milho, no Brasil, ainda é realizada em grande parte, manualmente (54,3%) o que contribui para reduzir as perdas nesta fase. Estima-se que as perdas da produção total de grãos no processo de colheita manual estejam em torno de 0,81% (SANTOS et al., 1994).

A colheita mecânica do milho atinge cerca de 45,7% da produção e, em geral, ocorrem perdas totais que variam de 8 a 10%.

Quanto às perdas na fase pós-colheita, estas podem ser divididas em duas fases distintas : o transporte e o armazenamento.

Os dados são escassos com relação às perdas durante o transporte e variam muito em função das estradas, do veículo transportador, da distância, etc. Em um trabalho realizado em Santa Catarina, que considerou apenas o transporte da lavoura até a primeira recepção, tanto quando o milho era armazenado em paiol, na propriedade rural, quanto em silo ou armazém na cidade, o índice de perdas encontrado foi pequeno, em torno de 0,5% da produção total (SANTOS & MANTOVANI, 1997).

Estima-se que os custos relativos às operações de transporte, pré limpeza e secagem, oneram o custo de produção em 7 a 11%.

Quanto ao armazenamento, cabe ressaltar que quando da correta armazenagem, não há melhoria na qualidade dos grãos. O objetivo desta operação está em mantê-la. Há ainda que se considerar que o armazenamento pode ser realizado a granel em silos, em graneleiros, em sacarias e em paiol. Nas três primeiras modalidades de armazenagem, as perdas de peso são relativamente pequenas (em torno de 2%) (SANTOS et al., 1994), pois nestas, têm-se adotado tecnologia adequada no combate às pragas e na prevenção de ocorrência de fungos. Porém, no armazenamento do milho em espiga, utilizando-se de estruturas rústicas, como os paióis de madeira, as perdas de peso causadas por insetos e roedores, têm atingido uma média anual de aproximadamente, 7% da produção total de milho.

2.2. Perdas ocasionadas pelo ataque de insetos

São várias as espécies de insetos que se alimentam dos grãos de milho. CARVALHO (1978) cita que as principais pragas que atacam o milho armazenado são o *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY, 1855) também conhecido como caruncho ou gorgulho do milho e *Sitotroga cerealella* (OLIVER, 1819) também conhecido como traça dos cereais.

Os insetos se alimentam dos grãos, o que resulta em grandes perdas, as quais podem ser consideradas sob diferentes aspectos. Uma das principais conseqüências do ataque de insetos é a perda de peso dos grãos. De acordo com um levantamento feito por amostragem em milho armazenado em espigas, em Minas Gerais, verificou-se que entre a colheita (maio/junho) e os meses de agosto, novembro e março do ano seguinte, o índice de danos (grãos

carunchados) causados pelos insetos, ao milho estocado em paiol, atingiu 17,3%, 36,4% e 44,5%, respectivamente. A esses índices de carunchamento, corresponderam reduções no peso de 3,1%, 10,4% e 14,3% (SANTOS et al., 1983). No Espírito Santo, observou-se um dano de 36% (SANTOS et al., 1988) e no Paraná de 36,5%, no período entre a colheita e o armazenamento por seis a sete meses; em São Paulo, de 36,2%, em Santa Catarina, de 29,8% e no Rio Grande do Sul, de 36,2% (SANTOS, 1992).

RODRIGUES (1976) e HALL (1971) encontraram perdas de peso de 30% em consequência do ataque de insetos. CAMPOS & BITRAN (1975), pesquisando milho ensacado e sujeito a condições de armazém, encontraram após seis meses de estocagem, perda de peso de 32,12%, com 95% dos grãos danificados.

Para cada unidade percentual de dano (isto é, grãos danificados pelo caruncho ou pela traça), há um correspondente de perda de peso. Assim, Santos & Oliveira (1991), citados por SANTOS & MANTOVANI (1997), desenvolveram um estudo visando estabelecer um método para estimar o percentual de redução de peso em um lote de grãos, tendo-se como base o percentual de grãos atacados por insetos. O ajustamento dos dados a um modelo de regressão linear resultou na equação de $Y = - 0,82 + 0,284X$, com coeficiente de determinação (R^2), acima de 90%, em que "X" representa a porcentagem de grãos atacados ou carunchados (grãos com orifício de emergência) e "Y", a porcentagem de perda em peso do lote de grãos.

Ocorre também a perda do poder germinativo e vigor da semente. O ataque dos insetos inicia-se próximo à região do embrião, onde o ovo é depositado. Do ovo, nascem as larvas que completam seu desenvolvimento dentro da semente. Todas as fases de desenvolvimento do caruncho (gorgulho) do milho causaram redução significativa na germinação, sendo a redução em função da idade do inseto no interior da semente (SANTOS et al., 1990). A simples presença do ovo, depositado no interior da semente, causou significativa perda, reduzindo a germinação de 95% (testemunha) para 82%, ou seja, uma redução de 13%. Um lote de sementes cujos insetos em seu interior estavam na fase de larva de primeiro instar (5 a 10 dias) teve uma redução de 23% na germinação, enquanto as larvas de segundo instar (11 a 16 dias) provocaram uma redução de 30%, larvas de terceiro instar (17 a 22) dias),

32%, larvas de quarto instar (23 a 28 dias), 60%, pupa/adulto (29 a 34 dias) em 70%, pupa/adulto (35 a 40 e 41 a 46 dias), 94 e 93%, respectivamente. A redução da germinação de plantas normais foi acompanhada por aumento na porcentagem de sementes não germinadas, o que indica que o caruncho causou danos substanciais a partes vitais do embrião. Em todos os tratamentos, principalmente quando havia sementes já com orifício de emergência dos insetos adultos, houve intenso aparecimento de fungos nas sementes durante os testes de germinação, o que pode ter contribuído para a redução do poder germinativo (SANTOS et al., 1990).

O ataque do caruncho ao grão expõe o mesmo ao ataque por fungos, que são propagados por esporos, que têm nos insetos um dos principais agentes disseminadores. Os fungos que atacam os grãos principalmente antes da colheita, como *Fusarium* e *Helminthosporium*, são chamados fungos de campo e requerem grãos com alto teor de umidade (maior que 20%) para se multiplicarem. Os fungos que atacam os grãos principalmente no armazenamento, como o *Aspergillus* e o *Penicillium*, contaminam os grãos após a colheita e têm a capacidade de se desenvolverem em grãos com teor de umidade mais baixo (13 a 13,5%) e temperaturas mais elevadas (acima de 25 °C) (SANTOS & MANTOVANI, 1997).

Os principais fatores que afetam a atividade dos fungos nos grãos armazenados são, a umidade, temperatura, taxa de oxigênio, danos mecânicos, impurezas e ataques de insetos. Segundo, SANTOS & MANTOVANI (1997) a infestação de insetos provoca danos ao tegumento dos grãos, produz gás carbônico (CO₂) e água (H₂O), contribuindo para o aumento do teor de umidade, que, por sua vez, aumenta a respiração dos grãos e, conseqüentemente, a temperatura, facilitando a multiplicação dos fungos.

AGRAWAL (1957), em trigo, e, MATIOLI & ALMEIDA (1979), em milho, verificaram aumentos significativos no teor de umidade e contaminação por fungos, em grãos atacados por carunchos. De tal forma, pode-se considerar que o ataque de insetos aos grãos constitui, conseqüentemente, também um problema de fungos.

Pesquisas realizadas na Embrapa Milho e Sorgo demonstram que o combate aos insetos é fundamental para a eficácia de fungicidas. Na ausência do inseticida, os insetos danificam os grãos e expõem as partes internas,

facilitando o desenvolvimento de fungos, a despeito de os grãos ou sementes terem sido tratados com fungicidas (SANTOS & MANTOVANI, 1997).

Os fungos, por sua vez, podem ser produtores de micotoxinas, como aflatoxinas, ochratoxinas, fumonisinas e zearelenonas. As micotoxinas, de um modo geral, são causadoras de diminuição na resposta imune de animais, distúrbios digestivos com redução na digestibilidade de gorduras e proteínas, distúrbios reprodutivos, câncer, lesões patológicas em diversos órgãos, etc. (SANTÚRIO, 1997).

STRINGHINI et al. (2000) detectaram a presença de aflatoxina B₁ e G₁ em milho 20% carunchado que apresentou 15,3 ppb de aflatoxina B₁, porém não observaram a presença de aflatoxinas nos níveis de 0 e 40% de carunchamento.

A presença de insetos vivos ou mortos, ou partes de seu corpo como, patas, asas e escamas, excreções, massas fúngicas, etc., constituem contaminantes excedendo com frequência os limites de tolerância, tornando os grãos ou seus produtos, impróprios para o consumo humano e até mesmo animal, alterando o odor e sabor dos grãos e seus derivados (SANTOS & MANTOVANI, 1997).

O ataque de insetos pode ainda penalizar o lote de grãos de milho quanto a sua classificação, conforme Portaria do Ministério da Agricultura. O milho, segundo a sua qualidade, é classificado em Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3. Um lote de grãos de milho, que pelas suas características não se enquadrar nos tipos acima citados, será classificado como Abaixo do Padrão (AP), desde que apresente bom estado de conservação. Existe ainda os lotes desclassificados que apresentam aspecto generalizado de mofo ou fermentação, mau estado de conservação, sementes de mamona, fedegoso ou outras que possam ser prejudiciais à utilização normal do produto, etc. De acordo com a sua classificação, o lote pode sofrer um alto deságio no preço sendo comum a prática de misturar lotes de qualidade inferior em lotes de qualidade superior ou destinar os lotes de qualidade inferior a alimentação animal. A identificação de grãos atacados ou danificados por fungos é o passo inicial e mais importante na compra e recebimento do produto. A presença de poucos grãos de milho com aparência de danificada por fungo é indício de que o lote inteiro, ou parte dele, apresentou problemas durante a maturação, colheita, secagem ou

armazenamento e suporta a necessidade de melhor avaliação do lote, que se inicia com uma amostragem mais completa e análise mais criteriosa (BARBARINO JR., 2001).

As especificações para padronização, classificação e comercialização interna do milho são regulamentadas pelas Portarias Ministeriais n. 845/76, de 11/96, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Para a comercialização externa do milho, as especificações são regulamentadas pela Resolução n. 173, de 1989, do Conselho Nacional do Comércio Exterior (CONCEX).

O milho sob a forma de grãos, destinado à comercialização interna e externa, é classificado em grupos, classes e tipos, segundo sua consistência, coloração e qualidade, respectivamente. O milho, segundo sua consistência, é ordenado em 4 grupos: duro, mole, semiduro e misturado. Segundo sua coloração, é classificado em: amarelo, branco e mesclado, sendo que na última classe é necessário especificar a porcentagem de mistura das demais classes. Predomina, no Brasil, a comercialização do milho semiduro amarelo.

Com relação a sua qualidade, o milho pode ser classificado em 3 tipos: Tipo 1, Tipo 2 e Tipo 3, segundo as porcentagens de matéria estranha, impurezas, fragmentos, grãos ardidos e brotados e total de grãos avariados.

2.3. Perda do valor nutritivo do milho devido ao carunchamento

O grão de milho pode ser dividido em três partes: pericarpo, endosperma e embrião. A composição bromatológica do grão de milho varia de acordo com o tipo de semente, tipo de solo, quantidade e qualidade de fertilizantes e condições climáticas (EARLE et al., 1956).

Entre os componentes do grão de milho, tem-se o endosperma, que representa 83% do grão e é constituído de 86,4% de amido, 9,4% de proteína, 0,8% de lipídeos, 0,6% de açúcares, 0,3% de cinzas e 0,6% de fibra. O embrião que representa 11,5% do grão, contém 8,2% de amido, 18,8% de proteína, 34,5% de lipídeos, 10,8% de açúcares, 10,1% de cinzas e 0,5% de fibra. O pericarpo representa 5,5% do grão e contém 7,3% de amido, 3,7% de proteína, 1,0% de lipídeos, 0,3% de açúcares, 0,8% de cinzas e 8,5% de fibra (ESMINGER & OLENTINE, 1978).

Os grânulos de amido do endosperma são compostos de 98 a 99% de amido (contendo 25% de amilose e 75% de amilopectina, aproximadamente, com aumento da proporção de amilose com a maturação do grão), 0,3 a 0,6% de proteína e 0,1 a 0,6% de lipídeos.

As proteínas do milho são divididas em albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas 1, 2 e 3. As proteínas se distribuem em todas as partes do grão, porém, a maior quantidade está no endosperma (75%), embora, a concentração da proteína no germe seja, aproximadamente, o dobro da do endosperma. Nessa porção do grão, as proteínas se distribuem na matriz do endosperma e em corpúsculos protéicos contendo principalmente zeína. Nos mutantes de Opaco-2, quase não se observam corpúsculos protéicos em virtude desses cultivares produzirem níveis muito baixos de zeína (SGARBIERI, 1996).

As albuminas e globulinas possuem função estrutural e enzimática, além de funcionarem como hidrocolóides, promovendo a absorção e retenção de água durante a germinação das sementes (SGARBIERI, 1996).

No milho comum predomina a zeína, que é uma prolamina e representa cerca de 50% de toda a proteína dos grãos de milho comum, constituindo parte das proteínas de reserva para a germinação das sementes, além de ser um componente estrutural do endosperma, que pela sua estrutura e composição forma pontes de hidrogênio e ligações dissulfeto intermoleculares (SGARBIERI, 1996).

A zeína é caracterizada por níveis baixos de lisina e triptofano e alto teor de prolina, leucina, alanina e glutamina, que perfazem cerca de 70% do total de aminoácidos da proteína. Como, cerca de 50% dos aminoácidos totais dos grãos provém da zeína, seu desequilíbrio aminoacídico se reflete na composição global das proteínas do milho, diminuindo seu valor nutritivo. Portanto, a diminuição da fração zeína no grão é uma das formas mais eficientes de se elevar o valor nutritivo da proteína do milho, já que o simples aumento do teor de proteína total é acompanhado de um aumento proporcional do teor de zeína, diminuindo a proporção das demais frações protéicas dos grãos (SGARBIERI, 1996).

As glutelinas encontradas, principalmente, no germe ou embrião, possuem teores mais elevados de lisina e triptofano quando comparada à zeína,

sendo esta uma característica favorável desta proteína, porém possuem valores menores de metionina e cisteína (SGARBIERI, 1996).

A composição em aminoácidos essenciais do germe e do endosperma dos grãos de milho pode ser encontrada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição em aminoácidos essenciais do germe e do endosperma do milho comum. (Adaptado de SGARBIERI, 1996)

Aminoácido	Germe	Endosperma
	(g/100 g proteína)	
Lisina	6,1	2,0
Histidina	2,9	2,8
Treonina	3,9	3,5
Valina	5,3	4,7
Cisteína	1,0	1,8
Metionina	1,7	2,8
Isoleucina	3,1	3,8
Leucina	6,5	14,3
Tirosina	2,9	5,3
Triptofano	1,3	0,5

Fonte : Adaptado de SGARBIERI, 1996

MATIOLI & ALMEIDA (1979) verificaram que nos graus de infestação considerados baixo e médio (5 a 10 casais de insetos por frasco com 500 grãos de milho), em determinado intervalo de tempo, o teor de lipídeos nos grãos aumentou em relação ao tratamento testemunha. Este fato pode ser explicado pelo maior consumo do endosperma em relação ao embrião. Entretanto, no maior grau de infestação (20 casais de insetos por frasco com 500 grãos de milho) o teor de lipídeos decresceu em relação aos outros tratamentos, sendo isto, explicado pela insuficiente disponibilidade do endosperma para a alimentação dos insetos, obrigando as larvas a se alimentarem do embrião. Como resultado, obteve-se maior redução no teor de lipídeos na composição química final do grão.

Quanto ao teor protéico, verifica-se que ele aumenta nos grãos armazenados infestados pelos insetos, em função do grau de infestação (IRABAGON, 1959; LOPES et al., 1988; VILELA et al., 1988). Esse resultado é devido ao maior consumo do endosperma, que tem menor teor de proteína em

relação ao embrião e, ainda, a adição de componentes nitrogenados da excreção dos insetos e das formas jovens de insetos (KHARE et al., 1974).

SINGH & McCAIN (1963) verificaram que o teor de carboidratos do milho estava altamente correlacionado com o número e peso dos insetos que o infestava, enquanto a proteína e os lipídeos não apresentaram correlações. Observaram ainda, que o açúcar e o amido foram os mais importantes componentes da alimentação dos insetos e, portanto, a redução nos seus teores é grande. A preferência dos insetos pelos carboidratos, especialmente, o amido resulta em perda considerável do valor energético dos grãos.

VILELA et al. (1988) observaram alterações do valor nutritivo do milho em função do ataque de insetos durante o armazenamento em paiol. No período de um ano e a intervalo de quatro meses, amostras de grãos foram obtidas de milho armazenado em diferentes regiões de Minas Gerais. Observou-se que os teores de carboidratos solúveis decresceram de 73,30% para 29,25%, em 12 meses de armazenamento. No mesmo período, a digestibilidade "in vitro" da matéria orgânica do grão de milho passou de 78,74% para 33,30%. Pelas análises químicas, entretanto, os teores de proteína bruta e de lipídeos aumentaram, provavelmente, devido a preferência dos insetos por se alimentarem do endosperma, em vez do embrião, que é mais rico em proteína e óleo.

LOPES et al. (1988) observaram perda de peso e aumento da densidade no milho com a elevação do nível de carunchamento e mudanças na composição química, observando aumento no nível de proteína bruta e fibra bruta e redução da energia bruta do milho. Não se observou diferença no nível de matéria seca. Mudanças no perfil de aminoácidos também foram observadas. Entre os aminoácidos essenciais, lisina, metionina e cistina não apresentaram alterações. A isoleucina reduziu e houve um ligeiro aumento de histidina, arginina, valina e treonina com o aumento no nível de carunchamento. Leucina e fenilalanina foram os únicos aminoácidos essenciais a crescerem com mais intensidade. Os aminoácidos não essenciais aos suínos (ácido aspártico, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina e tirosina) aumentaram com o aumento do nível de carunchamento do milho.

O valor nutritivo de um lote de grãos infestados por carunchos pode ser determinado *in vivo*, por ensaios de digestibilidade e de crescimento, ou

in vitro, através da avaliação da digestibilidade da proteína e de análises químicas.

Em um teste de alimentação com uma variedade de ratos albinos, IRABAGON (1959) distribuiu lotes de dez ratos a quatro dietas diferentes. Essas dietas continham 20% de complexo protéico e vitamínico e 80% de fubá de milho com diferentes padrões de qualidade, medida pela variação da redução do peso em função do ataque de carunchos. O milho que fez parte da dieta 1 era integral, ou seja, totalmente isento de danos de insetos e, por isso, com 0% de perda de peso. As dietas 2, 3 e 4 possuíam o milho com 2,5%, 6,8% e 25,9% de perda de peso, respectivamente. O consumo médio de dieta, em um período de 25 dias, foram de 73,70; 70,33; 62,50 e 46,71g para as dietas 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Acompanhando os dados de consumo de dieta, o ganho de peso dos animais também foi menor para as dietas que tinham milho de pior qualidade. O ganho de peso foi de 4,58; 3,283; 1,887 e -1,442 g para as dietas 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Tomando-se a dieta 1 como 100% de ganho de peso, as dietas 2, 3 e 4 apresentaram 71, 41 e -31% de ganho de peso comparadas à dieta testemunha. Os dados indicam que grãos infestados proporcionaram uma dieta menos aceitável do que a preparada com grãos isentos de ataque de insetos.

LOPES et al. (1990;1991) trabalhando com o método de coleta total de fezes, em suínos em fase de crescimento e terminação, não observaram diferença estatística quanto à matéria seca digestível e nitrogênio absorvido. Entretanto, o nitrogênio retido em relação ao ingerido, a energia digestível e a metabolizável reduziram-se devido à elevação do nível de carunchamento. Esta redução ocorrida no coeficiente de digestibilidade do nitrogênio pode ser atribuída ao fato de que o carunchamento do milho tenha produzido uma proteína diferente, formada principalmente por aminoácidos não essenciais, que durante a digestão enzimática, sofrem o processo de deaminação com liberação de nitrogênio na urina, ou pela produção de quitina, um carboidrato estrutural de animais que contém radicais aminas e, presumivelmente, possui baixa digestibilidade.

Entretanto, LEANDRO et al. (1993) não observaram diferenças estatisticamente significativas quanto ao ganho de peso, conversão alimentar, e a relação corporal entre os pesos das aves e peso do fígado, pâncreas e Bolsa

de Fabrícus, para frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento (0, 20% e 40%) nas fases de 1 a 28 dias e 29 a 49 dias de idade.

SOUZA (1999) observou, em suínos, uma redução no valor de energia metabolizável de grãos, com o aumento no teor de grãos atacados por insetos. Encontrou ainda, redução nos valores de aminoácidos sulfurados, elevação nos teores de proteína bruta, fibra bruta e extrato etéreo.

O ataque de grãos por fungos, usualmente, causa degradação de nutrientes e está associado à perdas energéticas (BARBARINO JR., 2001).

O conteúdo lipídico de grãos pode ser classificado em duas categorias: lipídeos armazenados (usualmente, triglicerídeos neutros) e lipídeos funcionais (glicolipídeos, fosfolipídeos, esteróis, éster de esteróis) presentes em membranas, organelas subcelulares e outras estruturas compartimentadas. Em más condições de armazenagem, a degradação de lipídeos ocorre: lipases e lipoxigenases atuam aumentando a concentração de ácidos graxos livres. As lipoxigenases oxidam ácidos graxos poliinsaturados e seus ésteres para hidroperóxidos, que por sua vez, são degradados a aldeídos, cetonas e outros compostos. Quando o teor de ácidos graxos livres aumenta, o sabor e odor dos ácidos graxos torna a semente rançosa e há queda nos valores de EMAn do ingrediente.

Proteínas são quebradas liberando aminoácidos livres que podem então, serem degradados liberando amônia, e há formação de enzimas específicas (poligalacturonase, fosforilases, aldolases, etc. por exemplo, indicando aumento do metabolismo no grão resultando em perda de peso e nutrientes) e redução da concentração de outras em ataque por fungos a grãos (AGARWAL & SINCLAIR, 1996).

2.4. Combate à insetos e fungos

Embora, seja praticamente impossível evitar a presença de insetos nos armazéns e fábricas de rações, medidas simples de limpeza das instalações, equipamentos e arredores contribuem eficazmente para a redução de focos de infestação. Em primeiro lugar, a limpeza diária de detritos que possam servir de alimento para os insetos no chão, tomando-se o cuidado prévio de localizar os

pontos críticos de acúmulo dos mesmos, deve ser uma rotina do armazém ou da fábrica de ração. Muitas vezes, cantos de difícil acesso são negligenciados por funcionários mais apressados, portanto, uma fiscalização surpresa das atividades de limpeza devem ser efetuadas pelo responsável do armazém ou da fábrica de ração. Reparar pequenos buracos no piso ou paredes que possam armazenar restos de detritos, contribuem para a redução de focos de infestação dentro da construção. Danos a sacaria no momento de executar operações de carregamento devem ser evitados. O uso de esteiras no ambiente da fábrica reduz bastante estes inconvenientes. O descarte de sacarias em mal estado de conservação deve ser também um dos objetivos de um programa de combate a insetos.

Por fim, a limpeza de equipamentos e arredores das instalações devem ter uma periodicidade definida, objetivando minimizar ao máximo, a existência de focos de infestação de insetos. Inseticidas como, Malathion devem ser usados preventivamente ao longo de todo o ano e um período de limpeza completa de pisos, paredes e tetos durante uma época onde o armazém ou a fábrica de ração se encontrem vazios, pode ser necessário.

Entretanto, todas as medidas de limpeza seriam incapazes de impedir a proliferação de insetos em grãos armazenados, pois dificilmente armazena-se grãos isentos de insetos ou suas larvas, e, evitar a entrada de insetos dentro do ambiente do armazém é praticamente impossível. Assim, a utilização de produtos químicos (inseticidas), faz-se necessário em períodos de armazenamentos longos.

Esses produtos químicos são também definidos como agrotóxicos e possuem limites expressos por lei, pois possuem efeitos deletérios ao organismo animal, sendo este fato o principal limite de sua utilização. Com o crescimento da consciência ecológica, a redução da poluição ambiental, as novas barreiras comerciais entre países e a pressão por métodos “ecológicos” de controle de insetos, a utilização de inseticidas vem sendo mais fiscalizada.

A observação do período de carência é também outro aspecto importante a ser observado. Com as constantes variações de preço no mercado, muitas vezes, lotes de grãos que não cumpriram o período de carência, são comercializados. Como a maior utilização dos mesmos é na indústria de rações, pesquisas por resíduos de inseticidas são pouco comuns, mas podem

ser a explicação para inúmeros casos de queda de desempenho em granjas de aves ou suínos sem explicação aparente.

Os inseticidas atuam basicamente por três modos: asfixia, contato e ingestão. Normalmente, são utilizados os asfixiantes (expurgo) e posteriormente, polvilha-se a sacaria com inseticidas de contato para evitar reinfestações.

Dentre os inseticidas asfixiantes temos o ácido cianídrico (pouco usado no Brasil por sua extrema toxicidade e alto custo), o bissulfeto de carbono, que exige condições especiais para aplicação e pode causar explosão dentro do ambiente, o cloropicrin que é um inseticida com alto poder de penetração sem ser inflamável ou explosivo, eficiente mesmo em baixas temperaturas e que provoca a saída dos insetos do interior dos grãos evitando assim o mau cheiro e gosto. O brometo de metila ou metil brometo é também um inseticida com alto poder de penetração, não inflamável ou explosivo, com tempo de expurgo reduzido e praticamente inodoro e por isso necessita de cuidados especiais na sua utilização (mistura de um produto que lacrimeje para indicar a presença de produto tóxico no ambiente) e uso de lâmpadas especiais para sua detecção. Este produto também possui o inconveniente de diminuir a germinação das sementes.

A fosfina (a base de fosfeto de alumínio) desprende gás 1 a 2 horas após a exposição ao ar e possui transporte fácil, cheiro forte e bom poder de penetração.

O polvilhamento com Malathion é um importante método para evitar a reinfestação de insetos. Seria ideal o polvilhamento a cada camada de sacaria, porém, isto traria inconvenientes, por isso, o método mais utilizado é o polvilhamento das laterais externas da sacaria.

O uso de pulverização ou nebulização com inseticidas a base de deltametrina ou pirimifos metil 50% traz o mesmo efeito do polvilhamento.

O primeiro passo ao combate de fungos é, sem dúvida, o combate aos insetos. Na presença de más condições de armazenagem (alto grau de perfuração de grãos ou grãos quebrados, ardidos, brotados, umidade maior que 14%, etc.) pode se usar produtos para prevenir a contaminação por fungos. Adsorventes de micotoxinas a base de argilas ou aluminossilicatos reduzem a quantidade de água livre nas dietas e afirma-se também, dos grãos

(MICROTON, 1999). Atua, também, como seqüestrante das principais micotoxinas.

Violeta de genciana (8 g/t) pode ser usada como um inibidor de fungos, assim como ácidos orgânicos, como o ácido propiônico ou seus sais, ácido fumárico, etc. geralmente na dosagem de 1 a 10 kg por tonelada. Entretanto, estes antifúngicos podem trazer um efeito adverso, se mal utilizados. Sugere-se que sob este estresse, fungos iniciem a produção de micotoxinas em ritmo acelerado.

2.5. Micotoxinas

Micotoxinas são conjuntos de substâncias tóxicas ao homem e a animais domésticos, quimicamente complexas e pouco relacionadas entre si, sintetizadas como metabólitos secundários por certos fungos pluricelulares ou filamentosos, também conhecidos como bolores ou mofos. Acredita-se que sua função biológica seja atuar como fator de competição, com bactérias, pelo substrato, ou que seja produzida como um erro ou desvio do metabolismo fúngico durante estresse ambiental, ou ainda, como simples acaso da programação genética de fungos.

Estima-se que hoje sejam conhecidos 20% dos fungos e que as 300 micotoxinas conhecidas, representam cerca de 2% do total. Segundo a FAO, 25% dos alimentos do mundo estão contaminados por micotoxinas e segundo o Banco Mundial, 40% do tempo de vida de indivíduos de países em desenvolvimento são perdidos em função de doenças moduladas por toxinas fúngicas.

Há muitos séculos se conhece a toxicidade de certos fungos. Entretanto, somente na década de 1850 ao relacionar-se a ingestão de centeio infectado pelo fungo *Claviceps purpúrea* com as características clínicas do ergotismo, foi levantada a possibilidade de haver risco à saúde humana e animal, pela ingestão de metabólitos tóxicos produzidos por fungos. Algum tempo depois foram observadas outras micotoxicoses que afetavam os seres humanos, com a identificação de uma síndrome relacionada com o consumo de pão contaminado por *Fusarium graminearum*; a chamada estaquibotritoxicose humana, além de estudos sobre a chamada aleucia tóxica alimentar (ATA) e o

consumo de cereais de inverno infectados por *Fusarium poae* e *Fusarium sporotrichioides*.

Os fungos produtores das micotoxinas de maior importância pertencem aos gêneros *Aspergillus* (produtores de aflatoxinas), *Penicillium* (produtores de ochratoxinas) e *Fusarium* (produtores de desoxinevalenol, toxina T-2, zearelenona, ergotoxinas e fumonisinas). Sua importância é a de serem acumuladas naturalmente nos alimentos e rações em quantidades capazes de causar efeitos tóxicos aos animais e homem expostos, denominados micotoxicoses.

As micotoxicoses tem seu grau de severidade influenciado por inúmeros fatores, dentre os quais podemos citar, a espécie animal, sexo, idade, estado de saúde e conforto do animal, quantidade de micotoxina ingerida e acumulada no organismo. A presença de determinada micotoxina pode ainda potencializar a ação de outra, exemplificada pelo sinergismo de aflatoxinas e fumonisinas. São capazes de causar câncer, teratogênese, alterar a fisiologia reprodutiva dos animais, diminuir a atividade do sistema imune, aumentando a susceptibilidade a doenças, reduzir o desempenho, pela queda no ganho de peso e consumo de ração e aumento do índice de conversão alimentar. Podem ainda, provocar lesões em músculos ou órgãos (fígado, moela, rins, pâncreas, intestino, Bolsa de Fabrícus, coração, sistema nervoso, etc.) causando rejeição de carcaças nos abatedouros e frigoríficos. Provocam redução na secreção e atividade de enzimas digestivas.

O subgrupo de micotoxinas mais conhecido pelo homem são as aflatoxinas. Elas foram descobertas em 1960 ao provocarem um surto tóxico, em perus, na Inglaterra que ficou conhecido como Turkey X disease; neste surto, milhares de aves morreram ao consumirem tortas de amendoim proveniente do Brasil. A elucidação da estrutura dos metabólitos tóxicos e a descoberta de propriedades hepatotóxicas e hepatocarcinogênicas de algumas linhagens de *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, no início da década de 1960, ocasionou uma verdadeira revolução, já que pela primeira vez na história, encontrava-se uma substância produzida por um ser vivo capaz de causar câncer.

STEVENS et al. (1960) descreveram o aparecimento de uma nova doença, em peruzinhos, apesar de pesquisadores brasileiros terem identificado

estes sintomas e identificado o farelo de amendoim como responsável por anomalias em aves, anteriormente. As aves morriam, geralmente, dentro de uma semana tendo como sintomas, a perda de apetite, diminuição da mobilidade, fraqueza das asas e pernas com lesões necróticas no fígado e congestionamento dos rins à necrópsia, sem isolamento de agentes infecciosos. A mudança na alimentação dos animais, freqüentemente cessava a mortalidade (SMITH et al., 1970).

Batizado por W.P. Blount, em agosto de 1960, de “Turkey X disease” e responsabilizado pela morte de mais de 100.000 aves de maio a agosto de 1960, o fato provocou inclusive o acionamento da Scotland Yard, para pesquisa de inseticidas e venenos nas rações. Vários pesquisadores, entretanto, passaram a indicar a torta de amendoim proveniente do Brasil como fator comum à enfermidade (ASPLIN & CARNAGHAN, 1961; CARNAGHAN & SARGEANT, 1961; GRAY, 1961; LANCASTER et al., 1961; SARGEANT et al., 1961), e que algumas partidas de torta de amendoim oriundos de outros países também causavam os sintomas (RHODESIA & NYASALAND, 1961; ASPLIN & CARNAGHAN, 1960).

Logo se estabeleceu que um conjunto de substâncias produzidas por fungos de gênero *Aspergillus*, solúveis em clorofórmio e que apresentavam fluorescência sob a lâmpada de UV, eram as responsáveis pela enfermidade das aves.

A substância recebeu o nome de aflatoxina (*A.flavus* toxina). Posteriormente, trabalhos realizados por De IONGH et al. (1962), HARTLEY et al. (1963) demonstraram que o extrato clorofórmico possuía quatro frações, duas frações com fluorescência azul (Blue) (B1 e B2) e duas frações com fluorescência verde (Green) (G1 e G2). Hartley et al. (1963) evidenciaram ainda a presença de anéis bisfuranos nas aflatoxinas B1 e G1, o qual é hidrogenado nas aflatoxinas B2 e G2. Finalmente, ASAO et al. (1963), Van der MERWE et al. (1963), CHANG et al. (1963), Van DORP et al. (1963) e CHEUNG & SIM (1964) determinaram as estruturas completas destas quatro aflatoxinas.

Posteriormente, verificou-se que as aflatoxinas podiam ser biotransformadas no organismo, sendo encontradas nos tecidos, leite de vacas e ovelhas, e até em ovos. Essa toxina foi denominada aflatoxina M para indicar o isolamento inicial que foi no leite (milk) .

A espécie *Aspergillus flavus* não é a única a produzir aflatoxinas. *A. nominus* e *A. parasiticus* também podem produzir esta toxina. *A. flavus* podem, ainda, sintetizar outras micotoxinas, que por sua vez, podem ter efeito sinérgico sobre aflatoxinas. A simples presença dos fungos, entretanto, não basta para que se possa afirmar que o substrato esteja contaminado por micotoxinas, do mesmo modo que a ausência de fungos no substrato não garante a ausência de micotoxinas. Problemas de amostragem são ainda outro pesadelo para os profissionais da área. Se apenas uma pequena parte do substrato (um local de condensação de umidade no silo, por exemplo) estiver contaminada, conseguir retirar uma amostra neste local pode ser muitas vezes comparado a literalmente achar uma agulha no palheiro e caso o local venha a ser amostrado, a concentração de micotoxinas à análise deverá ser infinitamente superior à média geral do lote.

Sintomas de micotoxicoses podem desaparecer tão rapidamente quanto apareceram, sem que uma amostra de ração analisada apresente resultado positivo, devido à características de várias micotoxinas de apresentarem efeito acumulativo, estourando sintomas quando o lote infestado já foi todo consumido e por isso recebe a denominação de “o mal invisível” que, entretanto, não deve ser usado como resposta para todos os problemas que aparecem nas granjas.

A contaminação dos substratos estende-se desde o campo até a estocagem. No campo, a contaminação pode iniciar-se antes mesmo da colheita, por infestação de insetos nos grãos, que criam aberturas de galerias e assim, facilitam a inoculação de esporos. A mecanização, o transporte e a secagem inadequada de grãos e a contaminação durante a industrialização também são momentos de grande susceptibilidade ao desenvolvimento dos fungos, porém, acredita-se que seja na estocagem que a contaminação por *Aspergillus flavus* acentua-se.

Assim, levando-se em conta as condições ambientais favoráveis a estes fungos, podemos entender o porque de em zonas tropicais, como o Brasil, 80% dos problemas com micotoxinas estarem relacionados ao *Aspergillus flavus*, um fungo que cresce em temperatura e umidade elevadas.

As principais micotoxinas de interesse na Avicultura e Suinocultura são as aflatoxinas, ácido ciclopiazônico, fumonisinas, ochratoxinas, citrininas, tricotecenos, zearelenona e ergotaminas, as quais são descritas a seguir:

2.5.1. Aflatoxinas

As aflatoxinas foram as primeiras micotoxinas descobertas devido a inclusão de farelo de amendoim contaminado utilizado na ração de perus. Efeitos agudos com apresentação de sintomatologia clínica e alterações patológicas características podem ocorrer em caso de altos níveis. A redução na velocidade de crescimento, pernas pouco pigmentadas, proliferação de ductos biliares no fígado são alguns sintomas e alterações características. Efeitos subagudos, sem quadros patológicos evidentes, com redução discreta na produção, ocorrência de imunossupressão são mais comuns.

A redução na velocidade de crescimento é causada pela redução no metabolismo protéico e na absorção de gorduras, causada pela ação direta das aflatoxinas sobre sistemas enzimáticos (amilase pancreática, tripsina, lipase, RNAse, DNAse), interferindo na digestão de carboidratos, proteínas e gorduras. Os efeitos no sistema imune com prejuízo subsequente do desempenho é, talvez, o efeito de maior ocorrência no campo.

Ocorre ainda redução na produção de sais biliares pelo fígado, causando redução na absorção de gorduras, vitaminas lipossolúveis e pigmentos. O fígado tem sua capacidade de detoxificação reduzida e há considerável redução no nível de albumina e proteínas plasmáticas, com aumento da fragilidade capilar que pode ocasionar em microhemorragias. Embriotoxicidade também é relatada.

2.5.1.1. Absorção e metabolismo de aflatoxinas nas aves

Em aves, as aflatoxinas causam diminuição na velocidade do crescimento e na eficiência alimentar, redução do metabolismo protéico e absorção de gorduras, redução da produção de ovos, ação sobre sistemas enzimáticos (amilase, tripsina e lipase pancreática), redução na produção de sais biliares, redução na absorção de vitaminas lipossolúveis e pigmentos, ocasionando má

pigmentação, redução na destoxificação das toxinas pelo fígado, redução de proteínas plasmáticas (menor produção de imunoglobina, interferência na coagulação sangüínea com hemorragias generalizadas), aumento na mortalidade (não acentuada), redução das atividades fagocitárias e linfocitárias com aumento na susceptibilidade à doenças, como a fibrose e o câncer hepático, aumento do peso relativo dos rins e pâncreas, maior incidência de ovos com cascas defeituosas e má formação de embriões, maior incidência de lesões pancreáticas, renais e intestinais.

Aflatoxinas são extremamente tóxicas para aves devido a sua rápida absorção no trato gastrointestinal. Após ser transportada para o sangue, liga-se à albumina e também, em menor escala, à outras proteínas. Formas de aflatoxinas ligadas e não ligadas à proteínas séricas, espalham-se pelos tecidos, especialmente o fígado, quando, então, são transformadas pelo sistema microssomal hepático, em metabólitos altamente tóxicos, como a aflatoxina B2a e epóxido de aflatoxina, que possuem a capacidade de se ligarem a macromoléculas intracelulares como o DNA e RNA, alterando assim a transcrição genética e a síntese de proteínas (WYATT, 1991).

Os efeitos primários das aflatoxicoses em aves podem ser utilizados como guia para diagnóstico clínico da doença. A primeira mudança é a alteração no tamanho dos órgãos internos. Ocorre aumento de tamanho no fígado, baço e rins, enquanto a Bolsa de Fabrícus e o timo estão diminuídos. Somando-se as alterações de tamanho, ocorre alterações na coloração e textura dos órgãos. Por exemplo, o fígado de aves com aflatoxicose tem como característica a coloração amarelada e friável com acentuada infiltração de gordura .

O grau de infiltração gordurosa depende da dose e do tempo de intoxicação por aflatoxina, chegando a 68% de aumento, em frangos de corte (MERKLEY et al., 1987). Na aflatoxicose não ocorrem erosões na moela, apesar de muitas aves com lesões características desta micotoxicose também apresentarem este tipo de alteração devido a capacidade que cerca de 36% das linhagens de *A.flavus* terem de produzir uma outra micotoxina, o ácido ciclopiazônico – responsável por erosões na mucosa da moela. SYLOS et al. (1996) ao analisarem aleatoriamente, 48 amostras de milho da região sul do Brasil detectaram aflatoxina B1 em 58% do extrato amostral, mas 12,5% das

amostras estavam contaminadas duplamente por aflatoxina B₁ e ácido ciclopiazônico.

Em surtos de aflatoxicose à campo, uma das características mais marcantes, é a má absorção, que manifesta-se como partículas mal digeridas de ração na excreta das aves e está associada com esteatorréia ou excreção aumentada de lipídeos (OSBORNE & HAMILTON, 1981). Esta má absorção, prejudica a eficiência de conversão alimentar e, conseqüentemente, aumenta o custo da produção.

A esteatorréia da aflatoxicose pode ser severa, com aumento de até 10 vezes o teor de gordura no material fecal (SCHAEFFER & HAMILTON, 1991). Em frangos de corte, a esteatorréia é acompanhada por uma diminuição nas atividades específica e total da lipase pancreática, a principal enzima digestiva das gorduras e pela diminuição nos sais biliares, os quais são necessários tanto para digestão como para absorção de gorduras.

Também observa-se em frangos e poedeiras que recebem aflatoxinas, extrema palidez das mucosas e pernas. Esta pigmentação deficiente parece ser resultado da menor absorção, diminuição do transporte e deposição de tecidos dos carotenóides da dieta (LEESON et al., 1995).

Enorme cuidado, entretanto, deve ser tomado para que não se confundam o efeito deletério do ataque fúngico e do inadequado armazenamento sobre os pigmentos dos grãos que também irão, então, provocar palidez nas mucosas, sem necessariamente haver implicação de micotoxinas.

Aflatoxinas causam ainda, redução na atividade de enzimas pancreáticas, sendo comum se observar pancreatomegalia em aves acometidas. Dietas com altos níveis de proteínas, especialmente aquelas ricas em aminoácidos sulfurados, podem atenuar os efeitos de aflatoxicose em frangos de corte (OSBORNE & HALMITON 1981) .

A suplementação da dieta com glutathione ou seus aminoácidos precursores contendo sulfidril, pode diminuir a severidade da aflatoxicose, em vista de que o mecanismo importante para detoxificação da aflatoxina é a conjugação do 2,3 epóxido de aflatoxina com glutathione reduzido (DEGEN & NEWMAN, 1978). Alguns estudos, entretanto, não conseguiram demonstrar que uma adição suplementar de metionina às dietas, pudesse amenizar o quadro patológico provocado por aflatoxinas (VELTMANN et al., 1981).

SANTÚRIO (1997) citou que em ensaios com frangos de engorda durante 10 semanas usando farelo tóxico em níveis de 0,002, 0,2, 0,4 e 0,8 ppm de aflatoxina B1, observou-se que o consumo de alimento e o peso decresceram com o aumento do conteúdo de aflatoxina. A diferença de peso do nível mais alto para a testemunha foi de 100 g. Em exames histológicos em aves com 0,2 a 0,8 ppm, após 10 semanas, houve alteração no ducto biliar e outras alterações, sendo mais freqüentes em aves que receberam doses maiores.

Em estudos com marrequinhos e peruzinhos, por 6 semanas com dieta contendo 0,3, 0,6, e 0,85 ppm de B1, observou-se maior susceptibilidade dos marrequinhos. Ao nível mais baixo não ocorreu morte dos peruzinhos, mas 30% dos marrequinhos morreram e os sobreviventes mostraram maior depressão de ganho de peso do que os peruzinhos. Em ambas as espécies os exames das aves mostraram lesões no fígado, mesmo na dose mais baixa.

HUFF et al. (1992) trabalhando com frangos de corte de 1 a 21 dias, recebendo dietas contaminadas ou não com 3,5 ppm de aflatoxinas ou 2 ppm de ochratoxina A, observaram os efeitos típicos destas micotoxinas e que a utilização de 0,5% de aluminossilicato foi eficiente apenas para neutralizar os efeitos das aflatoxinas. Semelhantemente, KUBENA et al. (1993; 1998) observaram que 0,5% de aluminossilicato de cálcio e sódio hidratado neutralizou apenas os efeitos de 3,5 ppm de aflatoxinas nas dietas sem neutralizar os efeitos de diacetoxyscirpenol e toxina T2.

MIAZZO et al. (2000) mostraram que zeolita ao nível de 1% não é capaz de neutralizar eficazmente os efeitos deletérios de 2,5 ppm de aflatoxina, em frangos de corte de 1 a 21 dias, sendo a recuperação do ganho de peso em 40%.

OKOTIE-EBOH et al. (1997) mostraram não haver efeito protetor de beta caroteno, e pequeno efeito protetor de cantaxantina sobre os efeitos deletérios de aflatoxina sobre o desempenho e fisiologia de frangos de corte de 1 a 21 dias.

TELEB et al. (1988) mostraram que a ingestão de dieta com 100 ppb de aflatoxinas deixa resíduos da toxina na carne de frangos.

2.5.2. Ácido ciclopiazônico

Metade das cepas de *Aspergillus flavus* produtoras de aflatoxinas produzem ácido ciclopiazônico, que também é produzido por fungos do gênero *Penicillium*. Dentre os efeitos desta toxina destacam-se catalepsia, opistotonose, hipotermia e sedação (efeitos neurotóxicos).

SMITH et al. (1992) mostraram que 50 ppm de ácido ciclopiazônico é capaz de reduzir o ganho de peso e a eficiência alimentar de frangos de corte de 1 a 21 dias, havendo aumento do peso relativo de fígado e rins, e aumento das concentrações séricas de uréia e decréscimo de proteína e albumina plasmática. Atrofia da moela e redução da espessura da mucosa também foram observadas.

DWYER et al. (1997) demonstraram que aluminossilicatos não são efetivos em diminuir a toxicidade de dietas contendo 45 ppm de ácido ciclopiazônico, que provocaram redução no ganho de peso e efeitos deletérios na fisiologia do organismo.

Alguns pesquisadores afirmam que a ocorrência desta toxina é maior que 50% nas rações analisadas.

2.5.3. Tricotecenos

Destacam-se entre os tricotecenos, a toxina T-2, o deoxinivalenol (DON) conhecido como vomitoxina e o diacetoxyscirpenol (DAS).

Ocorre, normalmente, redução na velocidade de crescimento, podendo haver perda de peso, vômito, recusa de alimento, diarréia sanguinolenta, dermatites, hemorragias, distúrbios nervosos, etc. Os tricotecenos são ainda inibidores da síntese de ácidos nucléicos e de proteínas.

Em Avicultura, o tricoteceno mais importante é a toxina T-2, que produz características lesões orais com presença de placas caseosas, reduzindo a velocidade de crescimento sem alterar a conversão alimentar. Produz efeitos sobre o sistema nervoso, alterando a posição normal das asas e plumagem das aves. Redução na fertilidade de ovos e aumento da incidência de problemas de casca são também observados. Edema nas cavidades do corpo e hemorragias no intestino grosso são observados em contaminações agudas.

Já o DON, provoca vômito e recusa do alimento, o que diminui os efeitos deletérios sobre o organismo causados pela ingestão da toxina, e os animais se recuperam com a simples substituição do alimento contaminado.

KUBENA et al. (1994) mostraram que 6 ppm de diacetoxycirpenol (DAS) reduziu o ganho de peso e aumentou o peso do fígado e moela, havendo 90% de incidência de lesões orais nas aves.

KUBENA et al. (1995) mostraram que 5 ppm de toxina T2 reduziu em 26% o ganho de peso de perus de 1 a 21 dias, e que teve associação aditiva com fumonisina B1. Todas as aves recebendo a dieta com toxina T2 apresentaram lesões orais.

HEDMAN et al. (1995) mostraram que até 5 ppm de nivalenol (outro tricoteceno) não produziu efeitos sobre o desempenho e fisiologia de frangos de corte. Entretanto, 6 e 12 ppm provocaram 11% de redução no ganho de peso e eficiência alimentar. Erosões na moela ocorreram em 33% das aves recebendo 12 ppm e 8% das aves recebendo 6 ppm de nivalenol. Não se observou efeitos sobre o peso de órgãos ou enzimas séricas.

KIDD et al. (1997) mostraram que toxina T2 é citotóxica para macrófagos.

BRAKE et al. (1999) trabalhando com diacetoxycirpenol, mostraram que níveis abaixo de 5 ppm na dieta melhorou a fertilidade de galos de 67 a 69 semanas de idade quando comparado ao controle, desaparecendo o efeito com a retirada da toxina. Acima de 10 ppm, entretanto, são encontrados cistos nos testículos o que reduz a fertilidade de machos. Fêmeas recebendo até 10ppm também tiveram aumento na fertilidade, provavelmente devido ao aumento no tempo de armazenamento do esperma no oviduto.

Entretanto, BRAKE et al. (2000) demonstraram que com a ingestão de 5 ppm de DAS, ocorre redução na ingestão de dieta devido a presença de lesões orais, com conseqüente perda de peso.

HOEHLER et al. (1996) demonstraram que suplementação de vitamina E, mas não de vitamina C pode amenizar os efeitos tóxicos da toxina T2 em níveis de 4 ppm.

VÁNIY et al. (1989) demonstraram que a toxina T2 quando em baixa concentração (1 ppm) inibe a mortalidade por coccidiose, porém, a medida em

que sua concentração aumenta e há monoensina ou narasina (ionóforos), a mortalidade se acentua.

PARKHUST et al. (1992), mostraram que tricotecenos causam anormalidades de empenamento em aves.

2.5.4. Ochratoxina A e Citrinina

Estas micotoxinas são responsáveis por severos quadros de neuropatia, havendo redução da velocidade de crescimento e da eficiência alimentar. Ocorre ainda maior susceptibilidade à saculite aérea causada por *Escherichia coli*. Queda na produção de ovos e na qualidade da casca também são observados, observando-se ainda aumento na percentagem de ovos com sangue e manchas na carne.

Cevada fermentada oriunda de cervejarias é um alimento com ocorrência maior desta micotoxina comparado a outros alimentos.

HOEHLER et al. (1996) mostraram que 2,5 ppm de ochratoxina causou redução no ganho de peso de frangos de corte e que a suplementação com vitamina reduziu os efeitos deletérios.

HUFF et al. (1992) mostraram que 2 ppm de ochratoxina provocou redução do ganho de peso de frangos de corte de 1 a 21 dias e aumentaram o peso de fígado e rins e que a adição de aluminossilicatos não foi pouco eficaz para reduzir os efeitos deletérios da toxina.

ELISSALDE et al. (1994) mostraram que 3 ppm de ochratoxina reduziu o peso vivo de frangos de corte de 1 a 21 dias e aumentou o peso relativo do fígado, baço, rins, pâncreas e moela sem afetar coração e a Bolsa de Fabrícus. Redução na resposta imune também foi observada. A infecção por *Salmonella*, entretanto, não aumentou nas aves desafiadas recebendo a dieta com a toxina.

MEHDI et al. (1981) mostraram que citrinina ao nível de 500 ppm causam nefropatias aguda em frangos de corte.

2.5.5. Zearelenona

Síndromes de estrogenismo são freqüentes em suínos na região Sul. Fungos do gênero *Fusarium* produzem esta micotoxina em condições de temperaturas amenas (15 °C) após um período de calor ameno (25 °C). Esta mudança de temperatura atua como um fator estressante ou provoca erro no metabolismo do fungo, que passa a produzir a micotoxina, caracterizando-se, em suínos, por infertilidade, falso cio, diminuição da ovulação, má formação fetal, tumefação vulvar, atrofia testicular e aumento das glândulas mamárias nos machos e fêmeas imaturas.

2.5.6. Fumonisinias

Produzida por espécies do gênero *Fusarium*, especialmente *F. moniliforme*, é a causa de leucoencefalomalácia eqüina (única doença neurológica tóxica em eqüinos) caracterizada pelo impedimento de conversão de esfinganina em esfingosina. É uma doença comum em diversos estados do Brasil.

Ataxia, paralisia oral e facial, redução do apetite são os sintomas desta micotoxicose. O milho é o ingrediente com maior incidência de contaminação por fumonisinias. A sintomatologia é dependente da área do cérebro afetada que, literalmente, se liqüefaz.

Em suínos, é responsável por edema pulmonar e seu efeito comum a todas as espécies, é a imunossupressão.

HENRY et al. (2000) trabalhando com até 80 ppm de FB1, não observaram efeito sobre o desempenho de frangos de corte, peso relativo da Bolsa de Fabrício, fígado, rins e baço, lesões em órgãos acessórios do sistema digestivo e lesões no cérebro. Porém, a concentração de lipídeos hepáticos foi reduzida com níveis de FB1 acima de 40 ppm, e observou-se aumento das enzimas glutamato-oxaloacetato aminotransferase e aspartato aminotransferase. Houve redução na concentração de esfingosina plasmática.

KUBENA et al. (2000) trabalhando com FB1 a níveis de até 200 ppm e moniliformina (outra toxina produzida por fungos do gênero *Fusarium*) em níveis de até 100 ppm, encontraram que apenas a moniliformina reduziu a

produção de poedeiras no nível de 100 ppm em 50%, sendo que apenas após 60 dias da retirada da micotoxina, estas aves voltaram a produção do tratamento controle.

KUBENA et al. (1997b) trabalhando com dietas com 300 ppm de FB1 mostraram haver redução no ganho de peso em 18%, mortalidade de 15%, contra nenhuma no tratamento controle, aumento do colesterol plasmático e aumento da atividade das enzimas plasmáticas. Sinergismo dessa toxina com DON e Toxina T-2 foi encontrado.

KUBENA et al. (1997c) trabalhando com 300 ppm de FB1 encontraram reduções de 30 e 24% no ganho de peso de frangos de corte em dois experimentos diferentes.

KUBENA et al. (1997a) encontraram em poedeiras alimentadas com dietas contaminadas com 100 ppm de moniliformina, decréscimo no peso relativo da Bolsa de Fabrícus, mudanças em valores hematológicos, aumento da atividade de enzimas séricas (fosfatase alcalina, alanino aminotransferase) e de cálcio e creatinina no plasma.

WEIBKING et al. (1993) mostraram, em frangos de corte de 1 a 21 dias recebendo dietas com 0, 75, 150, 225, 300, 375, 450 e 525 ppm de FB1, que o ganho de peso e o consumo de ração só foi afetado por níveis de 450 e 525 ppm de FB1, embora, alterações nas concentrações de esfingosina tenham sido detectadas com níveis de 75 ppm.

LEDOUX et al. (1995) trabalhando com frangos de corte de 1 a 21 dias, recebendo dietas contendo 0, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 250 e 300 ppm de moniliformina, mostraram haver aumento da mortalidade com níveis superiores a 200 ppm de moniliformina e que a partir de 100 ppm desta toxina já se verifica redução no ganho de peso, com observação de cardiomegalia com dilatação do ventrículo direito.

LEDOUX et al. (1996) trabalhando com perus de 1 a 21 dias recebendo dietas contendo 0, 25, 50, 75, 100, 175, 250, 325, 400 e 475 ppm de FB1, mostraram haver prejuízo ao desempenho com níveis acima de 325 ppm. Aumento do peso do fígado e pâncreas foi observado com níveis acima de 175 ppm. Aumento do número de hemácias foi observado em níveis acima de 400 ppm. 25 ppm foi suficiente para provocar redução nos níveis de esfingosina e 75 ppm já começou a causar danos hepáticos visíveis a histopatologia.

WU et al. (1995) mostraram que níveis acima de 55 ppm de FB1 reduzem o ganho de peso e eficiência alimentar de frangos de corte e que estudos in vitro, mostram haver prejuízo na viabilidade de condrócitos na presença de FB1, embora, o autor conclua que a simples presença de FB1 não é suficiente para provocar problemas ósseos.

QURESHI et al. (1991) demonstraram haver efeito deletério de FB1 em macrófagos, em experimento in vitro, indicando ser desta forma o meio pelo qual ocorre imunossupressão em aves.

2.5.7. Ergotaminas

São as mais antigas micotoxinas conhecidas pelo homem, destacando-se a forma gangrenosa de intoxicação. Provocam constrição vascular, ocorrendo desenvolvimento de gangrena seca nas extremidades. Os animais apresentam-se com mutilações nos membros, sendo levados a morte, por inanição. Mumificações fetais também podem ocorrer.

2.5.8. Formas de controle de micotoxinas em alimentos

Evitar a contaminação pela adoção de medidas de controle de pontos críticos no plantio, colheita e armazenamento dos grãos deve ser o principal objetivo dos profissionais da área. Inúmeras tecnologias foram desenvolvidas para auxiliar neste processo que incluem, a seleção de genótipos mais resistentes de grãos às infestações fúngicas, o controle de insetos nas lavouras e no armazenamento e o desenvolvimento de equipamentos que durante a colheita, secagem e armazenamento provoquem mínimos danos aos grãos.

Genótipos de milho mais resistente a *Aspergillus flavus* e aflatoxinas estão diretamente correlacionados com elevadas concentrações de ácido linoléico no grão.

O uso de ácidos orgânicos, de ambientes pobres em oxigênio, no armazenamento e a utilização de métodos fermentativos de armazenamento de grãos tem sido utilizados como forma de se evitar o crescimento de fungos.

Ácidos orgânicos ou seus sais são normalmente recomendados para uso em lotes com elevada umidade que precisam ser armazenados por longos

períodos. Atuam, provavelmente, pela ação sobre a membrana celular, alterando sua permeabilidade, e por difundirem-se com facilidade para o interior da célula fúngica acidificando-a. Se nos lembrarmos de que a explicação da existência de micotoxinas pode ser a de que é uma arma do fungo para impedir que as bactérias possam competir com ele pelo substrato, devemos nos lembrar que as bactérias também possuem suas armas, sendo a acidificação do meio, uma delas. Entretanto, a toda ação provoca-se uma reação, em caso de uso inadequado dos ácidos, o fungo pode interpretar o ácido orgânico adicionado como uma invasão bacteriana ao seu substrato, situação na qual a evolução levou a seleção de uma resposta de contra-ataque com substâncias nocivas as bactérias, ou seja, micotoxinas.

No Brasil, o período da colheita coincide com grandes precipitações pluviométricas, favorecendo o desenvolvimento de fungos. Além disso, os pequenos produtores quase sempre deixam o produto na lavoura após ter passado o ponto de colheita sendo, o que favorece o ataque por carunchos e ainda, armazenam o grão sob condições extremamente deficientes. Assim, é praticamente impossível evitar a contaminação de parte de nossa produção.

Os métodos de detoxificação podem ser: através de remoção física de grãos ardidos, remoção de aflatoxina por solventes polares, destruição através do calor ou degradação de aflatoxinas por substâncias químicas ou microorganismos. Todos estes métodos podem ou não ser efetivos, mas, com certeza, são extremamente caros e economicamente inviáveis.

Outro método para colaborar no controle de aflatoxicoses em aves, é a utilização de argilas e aluminossilicatos na dieta para reduzir a absorção de aflatoxinas pelo trato gastrointestinal. O uso de carvão ativado na dieta, obteve resultados pouco expressivos (KUBENA et al., 1986) mas substâncias que obtiveram maior sucesso na tarefa de absorver aflatoxinas, quando adicionadas na dieta, são argilas de origem vulcânica: os aluminossilicatos e as bentonitas. PHILLIPS et al. (1988) demonstram que um composto, o aluminossilicato de sódio e cálcio (ASSCA), tem alta afinidade, *in vitro*, por aflatoxina B1.

Experimentos *in vitro* e *in vivo*, demonstraram que a bentonita sódica, originalmente utilizada como aglutinante no processo de peletização de dieta, é um ótimo adsorvente de aflatoxinas (APPLEBAUM & MARTH 1982;

ARABA, 1992; MASIMANGO et al., 1979; SANTURIO, 1994; SANTURIO et al., 1996). Os resultados destes trabalhos demonstram que bentonita sódica reduz os efeitos adversos das aflatoxinas em frangos de corte, da mesma maneira que os ASSCA .

Diversos trabalhos demonstram que o pH da argila influencia significativamente em sua capacidade de seqüestrarem aflatoxinas. Em geral, quanto mais ácida for a argila, maior será o seu poder seqüestrante.

Em um experimento, ARABA & WYATT (1991) compararam a eficiência adsorviva entre bentonita sódica, aluminossilicato de sódio e cálcio hidratado em concentrações de 0,5 e 1,0% na dieta de frangos de corte com ou sem 5 ppm de aflatoxinas e observaram ser a bentonita sódica um adsorvente mais eficaz que o aluminossilicato de cálcio e sódio hidratado, que provocou pequena redução no consumo das dieta isentas de aflatoxinas.

Outra classe de adsorventes, os mananoligossacarídeos, também são usados para detoxificar dietas, por serem capazes de se complexarem a aflatoxinas e zearelenonas. Também é atribuída a esta classe de adsorvente a capacidade de melhorar a resposta imune de frangos de corte (DEVEWGODA, 1998). Títulos de inibição da hemaglutinação consideravelmente reduzidos nas aves alimentadas apenas com dietas contaminadas por aflatoxinas, voltaram ao normal quando se introduziu suplementação de *Sacharomyces cerevisiae* à dieta.

Em 1988, sete empresas norte americanas realizaram um monitoramento de micotoxinas em 1018 rações. 38, 12, 40 e 4% foram positivas para aflatoxinas, zearelenona, vomitoxinas e toxina T2, respectivamente. (MUIRHEAD, 1989).

Entretanto, minha experiência pessoal poucas vezes me confrontou com situações onde micotoxinas pudessem estar envolvidas. Dados de duas grandes empresas do setor de Nutrição Animal, indicam a ocorrência extremamente baixa de pontos fluorescentes sob a lâmpada de ultravioleta e de amostras com resultados positivos para contaminação por aflatoxinas em concentração superior a 20 ppb. Segundo informações do LAMIC (1999), apenas 2,47% das amostras analisadas obtiveram valores de aflatoxinas superiores a 100 ppb.

Em um surto de aflatoxicose em suínos, relatado por NASCIMENTO et al. (1999), a análise indicou a concentração de 4 ppm de aflatoxinas em uma condição de milho estocado com alta umidade em sacaria visivelmente mofada, com presença de alta quantidade de carunchos e placas de mofo visíveis, condição absurda de armazenamento de grãos em uma pequena granja de 20 matrizes.

O conhecimento de micotoxinas e seus efeitos tornou-se indispensável aos profissionais do campo de Avicultura e Suinocultura. Quanto maior a utilização de grãos na composição das rações, maior será a possibilidade de ocorrência de problemas relativos a micotoxinas.

Estudos acerca das micotoxinas são, em geral, caros e necessitam de cooperação entre diferentes áreas do conhecimento, o que dificulta os trabalhos ou pelo menos minimiza os avanços no conhecimento nesta área. Problemas de produção sem causa aparente são geralmente atribuídos às micotoxinas, mesmo quando de laudos negativos de análise de micotoxinas em rações. Tal fato se deve a ampla quantidade de micotoxinas conhecida, com os mais diversos efeitos sobre a saúde e produção animal, à enorme possibilidade de erro na coleta de amostras representativas para análise de micotoxinas, visto que estas estão presentes em focos de infestação de fungos nos armazéns e sacarias. Assim, como nos primórdios da humanidade em que ao desconhecido eram atribuídos causas divinas, nos casos de queda de produtividade ou de falhas em programas de vacinação e de aparecimento de surto de doenças, estes são geralmente, atribuídos às micotoxinas, denominado de “o mal invisível” por alguns pesquisadores.

Tal fato se deve, em parte, ao exagero na real ocorrência de problemas relativos às micotoxinas levantados pelos pesquisadores da área e empresas de venda de produtos relativos à análise de micotoxinas e adsorventes de micotoxinas, o que faz crescer o consumo destes produtos e aumentar as verbas disponíveis para pesquisa nesta área.

2.6. Valores energéticos dos grãos

Como comentado anteriormente, o ataque de fungos e de insetos e a ocorrência de danos mecânicos e de grãos imaturos, causam perdas

energéticas aos grãos de milho, reduzindo seu valor nutricional. Apesar de sua importância, os fatores que afetam sua qualidade e seu valor nutricional têm recebido pouca atenção e os nutricionistas, em geral, têm-se contentado em aceitar um valor arbitrário para a energia do milho, enquanto mudam o valor da proteína bruta, de acordo com os resultados obtidos em laboratório. No entanto, pela importância da energia na nutrição animal, é importante que se corrijam os valores nutricionais do milho, de acordo com suas avarias.

Os valores energéticos de um alimento dependem, na essência, de seus componentes orgânicos e são expressos de diferentes formas, como: energia bruta, energia digestível, energia metabolizável, aparente ou verdadeira e energia líquida, de manutenção ou de produção. As formas mais comuns de expressão do valor energético dos alimentos são a energia digestível e a energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio, para suínos e aves, respectivamente (NRC, 1994; 1998).

A existência de diferenças substanciais entre valores analíticos, como os valores energéticos, na maioria dos alimentos, pode ser atribuída, entre outros fatores: às variações da amostragem do alimento; à idade do animal; aos métodos de determinação; ao cultivo e origem de produtos de origem vegetal; ao processamento e composição de produtos e subprodutos de origem animal; à linhagem; à temperatura; à composição da dieta; ao consumo e à forma física da dieta; ao processamento dos ingredientes; e às variações de determinações intra e entre laboratórios (DOLZ, 1991; ALBINO et al., 1992; ALBINO & SILVA, 1996; CROMWELL et al., 1999; PENZ et al., 1999; CROMWELL et al., 2000).

A energia é um dos nutrientes mais caros das rações de frangos de corte. Considerando que a energia do alimento representa 70% de seu custo, mais de 40% dos custos de produção são diretamente atribuíveis à energia disponibilizada para as aves.

O nível energético interfere no resultado de desempenho animal de modo significativo. O aumento do nível de energia das rações resulta em maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. No entanto, a definição do nível de energia das rações deve considerar a maximização do retorno econômico, além do desempenho produtivo.

Segundo, Sibbald, 1980, citado por ALBINO & SILVA (1996), a relação entre a necessidade energética e o consumo, é a pedra fundamental da formulação prática de rações e, uma vez que, a relação energia nutriente seja determinada previamente, o consumo de nutrientes pode ser regulado. Esta abordagem, na formulação de rações, baseia-se no conceito de que os animais tendem a alimentar-se para a satisfação de seus requerimentos energéticos, considerando-se que, com relação aos níveis dos outros nutrientes, a ração esteja adequadamente balanceada (DENBOW, 1989; GONZALES, 1994; MACARI et al., 1994).

Assim, o nível de energia dietética é, freqüentemente, usado como base para o ajuste das concentrações da maioria dos nutrientes da ração e a efetividade deste método de formulação de rações, é dependente da precisão e da exatidão obtidas nas determinações dos valores de energia dos alimentos. A regulação do consumo de energia, tanto para frangos de corte quanto para galinhas poedeiras, é mais precisa quando são fornecidas rações com baixo conteúdo energético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. Principles of seed pathology, 2.ed. New York: CRC, 1996.
- AGRAWAL, N.S. Grain storage fungi associated with granary weevil. *Journal of Economic Entomology*, v.50, p.659-663, 1957.
- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; TAFURI, M.L.; SILVA, M.A. Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.21, n.6, p.1047-1058, 1992.
- ALBINO, L.F.T.; SILVA, M. A Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. Editado por ROSTAGNO, H.S. Viçosa, MG: DZO-UFV, 1996, p.303-318.
- APPLEBAUM, R.R.; MARTH, E.H. Use of sulphite or bentonite to eliminate aflatoxin M1 from naturally contaminated raw whole milk. *Ziebensm Unters Forsch*, 174: 303-305, 1982.
- ARABA, M. *Factors relating to prevention and control of aflatoxicosis in broiler chickens*. PhD Tesis. University of Georgia, Athens, Georgia. 1992, 238p.
- ARABA, M.; WYATT, R.D. Effects of sodium bentonite hydrated sodium calcium aluminosilicate (Novasil) and ethacal on aflatoxicosis in broiler chickens. *Poultry Science*, 70: (1) p.6-10, 1991

- BARBARINO JR. P.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. Uso de parâmetros físicos, químicos e técnicas de análises multivariadas na avaliação da qualidade nutricional do milho: Predição e perdas de EM. In: CONFERÊNCIA APINCO DE TECNOLOGIA AVÍCOLA, Campinas, SP. 2001. *Anais...* Campinas: FACTA, p.28, 2001.
- BRAKE, J.; HAMILTON, P.B.; KITTRELL, R.S. Effects of the tricothecene mycotoxin diacetoxyscirpenol on feed consumption, body weight and oral lesions of broiler breeders. *Poultry Science*. 2000, 79: 856-863.
- BRAKE, J.; HAMILTON, P.B.; KITTRELL, R.S. Effects of the tricothecene mycotoxin diacetoxyscirpenol on fertility and hatchability of broiler breeders. *Poultry Science*, 1999, 78: 1690-1694.
- CAMPOS, T.B.; BITRAN, E.A. Danos causados por gorgulhos ao milho ensacado. *Ciência e Cultura*. v.27, n.7, p.610-615, 1975.
- CARVALHO, R.P.L. *Danos, flutuação populacional e resistência de genótipos a H. zea em milho*. Jaboticabal: UNESP, 1978, 68p. (Tese de livre docência) – Universidade Estadual de São Paulo, 1978.
- CROMWELL, G.L.; CALVERT, C.C.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D.; EASTER, R.A.; EWAN, R.C.; HAMILTON, C.R.; HILL, G.M.; LEWIS, A.J.; MAHAN, D.C.; MILLER, E.R.; NELSSON, J.L.; PETTIGREW, J.E.; TRIBBLE, L.F.; VEUM, T.L.; YEN, J.T. Variability among sources and laboratories in nutrient analyses of corn and soybean meal. *J. Anim. Sci.*, v.77, n.12, p.3262-3273, 1999.
- CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D.; CRENSHAW, T.D.; EASTER, R.A.; EWAN, R.C.; HAMILTON, C.R.; HILL, G.M.; LEWIS, A.J.; MAHAN, D.C.; MILLER, E.R.; NELSSON, J.L.; PETTIGREW, J.E.; TRIBBLE, L.F.; VEUM, T.L.; YEN, J.T. Variability among sources and laboratories in nutrient analyses of wheat middlings. *J. Anim. Sci.*, v.78, n.8, p.2652-2658, 2000.
- DEGEN, G.H.; NEWMANN, H.G. The major metabolite of aflatoxin B1 in the rat is glutathione conjugate. *Chem Biol. Interact.*, 22: 239-241, 1978.
- DENBOW, M.D. Peripheral and central control of food intake. SYMPOSIUM: THE CONTROL OF FOOD INTAKE IN POULTRY. *Poult. Sci.*, v.68, p.938-47, 1989.
- DEVEWGODA, G. Micotoxinas na ração: um problema universal e inovadoras soluções biotecnológicas naturais. IN: SÉTIMA RONDA LATINOAMERICANA E DO CARIBE DA ALLTECH. Alltech, Curitiba, PR, 1998.

- DOLZ, S. Valoracion energetica de los alimentos para gallinas ponedoras. In: NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN DE GALLINAS PONEDORAS. Editado por BLAS, C. & MATEOS, G. G. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1991, p.115-143.
- DWYER, M.R.; KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; MAYURA, K.; SARR, A.B.; BUCKLEY, S.; BAILEY, R.H.; PHILLIPS, T.D. Effects of inorganic adsorbents and cyclopiazonic acid in broilers chickens. *Poultry Science*, 1997, 76: 1141-1149.
- EARLE, V.; KREMER, H.H.; HUBRARD, J.E. Composition of the component parts of the Kernel. *Cereal Chem.*, v.23, p.504-511, 1956.
- ELISSALDE, M.H.; ZIPRIN, R.L.; HUFF, W.E.; KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B. Effect of ochratoxin A on *Salmonella*-challenged broiler chicks. *Poultry Science*. 1994, 73: 1241-1248.
- ESMINGER, M.E.; OLENTINE, J.R. *Feeds and nutrition*. Esminger publishing Co. 1978. 1417p.
- GONZALES, E. Mecanismos regulatórios do consumo de alimentos em aves. In: FISILOGIA DA DIGESTÃO E ABSORÇÃO DAS AVES, Campinas, 1994. *Anais....* Campinas: FACTA, 1994, p.27-42.
- HALL, D.W. *Manipulacion y almacenamiento de granos alimentícios em las zonas tropicales e subtropicales*. ROMA: FAO, 1971. 400p.
- HEDMAN, R.; PETTERSSON, H.; ENGSTRÖM, B.; ELWINGER, K.; FOSSUM, O. Effects od feeding nivalenol-contaminated diets to male broiler chickens. *Poultry Science*.1995, 74: 620-625.
- HENRY, M.H.; WYATT, R.D.; FLETCHERT, O.J. The toxicity of purified fumonisin B1 in broiler chicks. *Poultry Science*, 2000, 79: 1378-1384.
- HOEHLER, D.; MARQUARDT, R.R. Influence of vitamins E and C on the toxic effects of ochratoxin A and T-2 toxin in chicks. *Poultry Science*. 1996, 75: 1508-1515.
- HUFF, W.E.; KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; PHILLIPS, T.D.; et al. Effect of hydrated sodium calcium aluminosilicates to reduce the individual and combined toxicity of aflatoxin and ochratoxin A. *Poultry Science*, 1992, 71:64-69.
- IBGE 2003. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/>>
- IRABAGON, T.A. Rice weevil damage to stored corn. *Journal of Economy Entomology*, v.52, n.6, p.1130-1136, 1959.

- KHARE, B.P.; CHAUDHARY, R. N.; SING, K.N.; SENGAR, C.S. Loss of protein due to insect feeding in maize (*Lea mays L.*) *Indian Journal of entomology*, v.36, n.4, p.312-315, 1974.
- KIDD, M.T.; QURESHI, M.A.; HAGLER JR.; W.M., ALI, R. T-2 teatrol is cytotoxic to a chicken macrophage cell line. *Poultry Science*, 1997, 76:311-313.
- KRABBE, E.L.; JUCHEM, S.; MACIEL, J.E.S.; PENZ JR., A M.; KESSLER, A M. Efeito das condições de armazenagem de grãos de milho na energia metabolizável aparente para frangos de corte criados com rações de diferentes qualidades. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Trabalhos de Pesquisa, Curitiba, 1995. *Anais....* Curitiba: FACTA, 1995b, p.9.
- KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; PHILLIPS, T.D.; FLETCHER, O.J. Influence of ochratoxin A and vanadium on various parameters in growing chicks. *Poultry Science*, 1986, 65: 1671-1678.
- KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; BAILEY, R.H.; BUCKLEY, S.A.; ROTTINGHAUS, G.E. Effects of a hydrated sodium calcium aluminosilicate (T-bind) on mycotoxicosis in young broiler chickens. *Poultry Science*, 1998, 77: 1502-1509.
- KUBENA, L.F.; EDRINGTON, T.S.; KAMPS-HOLTZAPPLE, C.; HARVEY, R.B.; ELISSALDE, M.H.; ROTTINGHAUS, G.E. Influence of fumonisin B1 present in *Fusarium moniliforme* culture material and T2 toxin on turkey poult. *Poultry Science*, 1995, 74: 306-313.
- KUBENA, L.F.; EDRINGTON, T.S.; HARVEY, R.B.; BUCKLEY S.A.; PHILLIPS, T.D.; ROTTINGHAUS, G.E.; CASPERS, H.H. Individual and combined effects of fumonisin B1 present in *Fusarium moniliforme* culture material and T2 toxin or deoxynivalenol in broiler chicks. *Poultry Science*, 1997b, 76: 1239-1247.
- KUBENA, L.F.; EDRINGTON, T.S.; HARVEY, R.B.; PHILLIPS, T.D.; SARR, A. B.; ROTTINGHAUS, G.E. Individual and combined effects of fumonisin B1 present in *Fusarium moniliforme* culture material and diacetoxyscirpenol or ochratoxin A in turkey poult. *Poultry Science*, 1997c, 76: 256-264.
- KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; BUCKLEY, S.A.; EDRINGTON, T.S.; ROTTINGHAUS, G.E. Individual and combined effects of moniliformin present in *Fusarium fujikuroi* culture material and aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*, 1997 a, 76: 265-270.
- KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; EDRINGTON T.S. Influence of ochratoxin A and diacetoxyscirpenol singly and in combination on broiler chickens. *Poultry Science*. 1994, 73: 408-415.

- KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; HUFF, W.E.; ELISSALDE, M.H.; YERSIN, A.G.; PHILLIPS, T.D.; ROTTINGHAUS, G.E. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to reduce the toxicity of aflatoxin and diacetoxyscirpenol. *Poultry Science*, 1993, 72: 51-59.
- LABORATÓRIO DE ANÁLISES MICOTOXICOLÓGICAS – LAMIC. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 1999. 8 p. não publicado. (Relatório Técnico).
- LEANDRO, N.S.M.; STRINGHINI, J.H.; ORSINE, G.F.; ANDRADE, M.A.; VELOSO, V.R.S.; MESQUITA, S.P.Q. Avaliação de dietas formuladas com milho infestado por insetos e fungos frangos de corte. 1- Milho infestado por insetos nas dietas iniciais (1 a 28 dias). In: CONFERÊNCIA 93 APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos. *Anais...* Santos: Factor, 1993. p.33.
- LEDOUX, D.R.; BERMUDEZ, J.A.; ROTTINGHAUS, G.E. Effects of feeding *Fusarium moniliforme* culture material containing known levels of fumonisin B1 in the young turkey poult. *Poultry Science*, 1996, 75: 1472-1478.
- LEDOUX, D.R.; BERMUDEZ, J.A.; ROTTINGHAUS, G.E.; BROOMHEAD, J. Effects of feeding *Fusarium fujikuroi* culture material containing known levels of moniliformin in the young broiler chicks. *Poultry Science*, 1995, 74: 297-305.
- LEESON, S.; DIAZ, G.; SUMMERS, J.D. Poultry metabolic disorders and mycotoxins. University Books, Guelph, Ontario. 1995, 352p.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C.; FONTES, R.A.; VIEIRA, A.A. Efeitos do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em crescimento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.19, n.3, p.181-185, 1990.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C.; FONTES, R.A.; VIEIRA, A.A. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em terminação. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.20, n.2, p.131-135, 1991.
- LOPES, D.C.; FONTES, R.A.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays* L.) devido ao carunchamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.17, n.4, p.367-371, 1988.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994, 296p.
- MASIMANGO, N.; REMACLE, J.; RAMAUT, J. Elimination par des argiles gonflantes de l' aflatoxine B1 des milieux contaminés. *Ann. Nutr. Alim.* 33: 137-147, 1979.

- MATIOLI, J.C.; ALMEIDA, A.A. Alterações nas características químicas dos grãos de milho causadas pela infestação do *Sitophilus oryzae*. *Revista Brasileira de Armazenamento*, v.4, p.36-46, 1979.
- MEHDI, N.A.; CARLTON, W.W.; TUIE, J. Citinine mycotoxicose in broilers. *Food and Comsmetics Toxicology*, 19(6):723-733, 1981.
- MERKLEY, J.W.; MAXWELL, R.J.; PHILLIPS, J.G.; HUFF, W.E. Hepatic fatty acid profiles in aflatoxin-exposed broiler chickens. *Poultry Science*, 66: 59-64, 1987.
- MIAZZO, R.; ROSA, C.A.R.; DE QUEIROZ CARVALHO, E.C.; MAGNOLI, C., CHIACCHIERA, S.M.; PALACIO, G.; SAENZ, M.; KIKOT, A.; BASALDELLA, E.; DALCERO, A. Efficacy of synthetic zeolite to reduce the toxicity of aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*, 2000, 79: 1-6.
- MICROTON Brasil. Guia técnico. 1999. (Catálogo)
- MUIRHEAD, S. *Feedstuffs*, 61(48): 10, 1989.
- NASCIMENTO, J.A.F.B.; NOGUEIRA, R.H.G.; VARGAS, E.A.; CASTRO, L.; SARQUIS, M.I.M. Surtos de aflatoxicose em suínos. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS Em SUÍNOS. 1999, *Anais... Factor*, 1999. p. 273.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient requirements of poultry*. 9. Ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1994. 155p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient requirements of swine*. 10 Ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189p.
- OKOTIE-EBOH, G.O.; KUBENA, L.F.; CHINNAH, A.D.; BAILEYS, C.A. Effects of β -carotene and canthaxanthin on aflatoxicosis in broilers. *Poultry Science*, 1997, 76: 1337-1341.
- OSBORNE, D.J.; HAMILTON, P.B. Reduction of digestion and pancreatic enzymes during aflatoxicosis. *Poultry Science*, 1981, 60 (8) 1818-1821.
- PARKHUST, C.R.; HAMILTON, R.B.; ADEMOYERO, A.A. Abnormal fattening of broiler chicks caused by scirpernol mycotoxins with different acetylation levels. *Poultry Science*, 1992, 71 (5): 833-837.
- PENZ JR., A.M.P.; KESSLER, A.M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, 1999. *Anais... Campinas: FACTA*, 1999, p.1-24.
- PHILLIPS, T.D.; KUBENA, R.B.; HARVEY, D.R.; TAYLOR, D.R.; HEIDELBAUCH, N.D. Hydrated sodium calcium aluminosilicate: A high affinity sorbent for aflatoxin. *Poultry Science*, 1988, 67: 243-247.

- QURESHI, M.A.; MILLER, L. Signal requirements for the acquisition of tumorigenic competence by chicken peritoneal macrophages. *Poultry Science*, 1991, 70: 530-538.
- RODRIGUES, R.R. Determinación del dano causado por plagas almacenadas a variedades de mais en Yucatán. *Agric. Tec. Mexico*, v.3, n.12, p.442-446, 1976.
- ROSTAGNO, H.S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO 1993 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. *Anais....* Santos: FACTA, 1993, p.129-139.
- SANTOS, J.P. Controle de pragas de grãos armazenados. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 1992, Porto Alegre, RS. *Conferências....* Porto Alegre: SAA; ABMS; EMATER/RS; EMBRAPA/ CNPMS; CIENTEC, 1992. p.191-209.
- SANTOS, J.P.; FONTES, R.A.; CAJUEIRO, I.V.M.; ARLEU, J.R.; FANTON, C.; FORNAZIER, M. Situação do armazenamento de milho a nível de propriedade no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16, 1986, Belo Horizonte, MG. *Anais... Sete Lagoas : EMBRAPA/CNPMS*, 1988. p.237-247.
- SANTOS, J.P.; FONTES, R.A.; CRUZ, I.; FERRARI, R.A.R. Avaliação de danos e controle de pragas de grãos armazenados a nível de fazenda no estado de Minas Gerais, Brasil. In: SEMINÁRIO LATINO DE PERDAS PÓS-COLHEITA DE GRÃOS, 1983, Viçosa, MG. *Anais... Viçosa, MG: CENTREINAR*, 1983. p.105-110.
- SANTOS, J.P.; FONTES, R.A.; MANTOVANI, B.H.M.; MANTOVANI, E.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; BORBA, C.S.; ANDRADE, R.V.; AZEVEDO, J.T.; ANDREOLI, C. Perdas de grãos na cultura do milho. In: EMBRAPA/CNPMS. *Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo*. 1992-1993. Sete Lagoas, MG: 1994, v.6, p.122-124.
- SANTOS, J.P.; MAIA, J.D.G.; CRUZ, I. Efeito da infestação pelo gorgulho (*Sitophilus zeamais*) e traça (*Sitotroga cerealella*) sobre a germinação de sementes de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25, n.12, p.1687-1692, 1990.
- SANTOS, J.P.; MANTOVANI, E.C. *Perdas de grãos na cultura do milho, pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento*. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1997. 40p. (Circular técnica, 24).
- SANTÚRIO, J.M. Impacto da qualidade do milho sobre a produção de aves. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2, Goiânia, 1996. *Anais....* Goiânia: AGA, 1996, p.41-46.

- SANTÚRIO, J.M. Micotoxinas na produtividade avícola: Tipos, seus efeitos, como detectá-las e preveni-las. In: CONFERÊNCIA APINCO 97 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Santos. *Anais...* Santos: Factor, 1997. p.224-257.
- SANTÚRIO, J.M.; MALLMANN, C.A.; BALDISSERA, M.A.; EDWALD, C.; HEER, A. Níveis de absorção de aflatoxina B1 in vitro de aluminossilicatos e bentonitas comercializados no Brasil. I Congresso Latino Americano de Micotoxicologia. 26-30 setembro 1994. Rio de Janeiro, Brasil. *Anais...* p. 10-11, 1994.
- SCHAEFFER, J.L.; HAMILTON, P.B. Interactions of mycotoxins with feed ingredients. Do safe levels exist? In: SMILTH, J.E.; HENDERSON, R.S. (Eds.) *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Chapter 37, p.827-843, 1991.
- SGARBIERI, V.C. *Proteínas em alimentos protéicos*. São Paulo: Varela, 1996. 121p.
- SING, D.N.; McCAIN. Relationship of some nutritional properties of the corn Kernal to weevil infestations. *Crop. Sci.*, v.3, p.259-261, 1963.
- SMITH, E.E.; KUBENA, L.F.; BRAITHWAITE, C.E.; HARVEY, R.B.; PHILLIPS, T.D.; REINE, A.H. Toxicological evaluation of aflatoxin and cyclopiazonic acid in broiler chickens. *Poultry Science*, 1992, 72: 1136-1144.
- SMITH, T.W.; HAMILTON, P.B. Aflatoxicosis in broiler chicken. *Poultry Science*, 49: 207-215, 1970.
- SOUZA, A.V.C. *Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos*. Viçosa, MG: UFV,1999. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; ANDRADE, M.A.; ORSINE, G.F.; CAFÉ, M.B.; BORGES, S.A Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 29: 191-198, 2000.
- SYLOS, C.M.; RODRIGUES-AMAYA, D.B.; SANTÚRIO, J.M.; BALDISSERA, M.A. Occurrence of aflatoxins and cyclopiazonic acid in brazilian peanut and corn. IX INTERNATIONAL IUPAC SYMPOSIUM. Rome, 27-31 may, 1996. Abstract pp.132.
- TELEB, H.M.; FAKHRY, F.M. Effect on aflatoxin B1 residues in the lipids metabolism on chickens. *Veterinary Medical Journal*, 36: 135-145, 1988.
- VANYI, A. Interaction on fusarotoxin T2 and monensin in infected coccídias poultry chickens. *Magyar Allatorvosok Lapja*, 44 (5): 293-298, 1989.

- VELTMANN, J.R.; WYATT, R.D.; VOIGT, M.N. The effect varying the total sulfur amino acid content in the diets of chicks with aflatoxicosis. *Poultry Science*, 60; 1748-1751, 1981.
- VILELA, H.; SILVA, J.F.C.; VILELA, D.; SILVESTRE, J.R.A. Alterações do valor nutritivo do grão de milho (*Zea mays*, L.) durante o armazenamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.17, n.5, p.428-433, 1988.
- WEIBKING, T.S.; LEDOUX D.R.; BERMUDEZ. A.J.; TURK, J.R.; ROTTINGHAUS, G.E. Effects of feeding *Fusarium moniliforme* culture material containing know levels of fumonisin B1 on the young broiler chick. *Poultry Science*, 1993, 72: 456-466.
- WU, W.; GUOYU, L.; TIANXING, L.; VESONDER, R.R. The effects of fumonisin B1 on isolated chondrocytes and on bone formation. *Poultry Science*, 1995, 74: 1431-1436.
- WYATT, R.D. Poultry In: SMILTH, J.E.; HENDERSON, R.S. (Eds.) *Mycotoxins and Animal Foods*. CRC Press, Chapter 24, p.553-605, 1991.

ARTIGO 1

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES ENERGÉTICOS DETERMINADOS POR DUAS METODOLOGIAS DO MILHO EM DIFERENTES NÍVEIS DE INFESTAÇÃO POR CARUNCHOS

RESUMO

Dois ensaios biológicos simultâneos com diferentes períodos de adaptação às dietas, foram realizados para avaliar o efeito do ataque por carunchos (*Sitophilus zeamais*) sobre o valor de Energia Metabolizável Aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn), e sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca e do extrato etéreo, de dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento (2, 10, 17, 38 e 45%). As análises bromatológicas mostraram haver aumento inicial no valor de proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta do milho com o aumento do nível de carunchamento. Significativa redução ocorreu nos valores de aminoácidos sulfurados. Os valores de EMAn das dietas reduziram 20,69 kcal/kg para cada aumento em 10% no nível de carunchamento. Com base nos resultados observados, pode-se concluir que houve redução no valor nutritivo do milho em função do ataque por insetos, e que, o período de 5 dias de adaptação dos animais às dietas é satisfatório para o ensaio de metabolismo com coleta total de excretas.

Palavras chave: aminoácidos, caruncho, metionina, *Sitophilus zeamais*, EMAn.

Chemical composition and energy values determined by two methods on corn with different insect damaging levels

SUMMARY

Two simultaneous biological assays with different adaptation periods were carried out to evaluate the effects of corn insect damaging with *Sitophilus zeamais* on the apparent metabolizable energy corrected for nitrogen retention (AMEn); on the dry matter based digestibility coefficients and ether extract. The rations contained 2; 10; 17; 38 and 45% of insect damaging. The feed analysis showed with the increase of the level of insect damaging an initial increase on the values of crude protein (CP); ether extract (EE) and crude fiber (CF) for the highest corn contamination and a significant reduction of sulphur amino acids. The AMEn values showed a significant decreasing of about 20,69 Kcal/kg for each 10% of corn insect damaged. It was concluded that the nutritional value is reduced according to the insect damaging. Also, the 5 days adaptation period is satisfactory for metabolism assay using total fecal collection procedure.

Key words: amino acids, methionine, *Sitophilus zeamais*, AMEn.

INTRODUÇÃO

O caruncho do milho *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY, 1855) é uma das principais espécies de insetos que se alimentam de grãos de milho. A perda imediata causada pela infestação por carunchos é a perda de peso dos grãos, com conseqüente redução em sua densidade.

Outra perda causada pelo ataque do caruncho ao grão é quanto a sua qualidade e valor nutricional. O ataque por carunchos expõe o grão ao ataque por fungos, que se propagam por esporos e que têm os insetos como principais agentes disseminadores no interior dos grãos. No armazenamento, fungos (principalmente, dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*) contaminam os grãos após a colheita e têm elevada capacidade de desenvolvimento em grãos com baixo teor de umidade (13 a 13,5%) e temperaturas mais elevadas (acima de 25 °C) (SANTOS & MANTOVANI, 1997).

Paralelo à disseminação de esporos de fungos no interior dos grãos, o desenvolvimento de larvas de carunchos provoca elevação da umidade neste microambiente. Aumentos significativos no teor de umidade e contaminação por fungos em grãos atacados por carunchos foram observados, em trigo, por AGRAWAL (1957) e MATIOLI & ALMEIDA (1979). De tal forma, pode-se considerar que o ataque de insetos aos grãos constitui, conseqüentemente, também um problema de fungos, que por sua vez podem produzir micotoxinas como aflatoxinas, ochratoxinas, fumonisinas e zearelenonas. As micotoxinas, de um modo geral, são causadoras de diminuição na resposta imune de animais, distúrbios digestivos, com redução na digestibilidade de gorduras e proteínas, distúrbios reprodutivos, câncer, lesões patológicas em diversos órgãos, etc. (SANTÚRIO, 1997).

STRINGHINI et al. (2000) detectaram a presença de aflatoxina B₁ e G₁ em milho 20% carunchado, que apresentou 15,3 ppb de aflatoxina B₁, porém não observaram a presença de aflatoxinas nos níveis de 0 e 40% de carunchamento. A utilização de milho com 20 ou 40% de carunchamento, em dietas para frangos de corte até 28 dias, não causou diferença estatisticamente significativa quanto ao ganho de peso, conversão alimentar e relação corporal entre os pesos das aves e peso do fígado, pâncreas e Bolsa de Fabrício, embora, tenha se observado maior incidência de lesões no fígado.

O ataque por insetos pode ainda penalizar o lote de grãos de milho quanto a sua classificação conforme portaria do Ministério da Agricultura, sendo comum a prática de se misturar lotes penalizados com lotes de boa qualidade, para evitar deságio no preço de venda.

Alterações na composição química são também ocasionadas pelo ataque dos insetos aos grãos. Os valores de extrato etéreo e de proteína bruta do milho aumentam e o valor de carboidratos diminui com o ataque de insetos, devido a um consumo inicial preferencial pelo endosperma, que possui valores de extrato etéreo e proteína bruta menores do que aqueles encontrados no embrião do grão (SINGH & McCAIN, 1963; VILELA et al., 1988).

Mudança na composição aminoacídica dos grãos é também observada com o ataque por insetos. Os aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína) reduzem (Castro et al. (1983), citados por ROSTAGNO (1993); LOPES et al., 1988; SOUZA, 1999).

O valor de energia metabolizável do milho, para suínos, reduz com o aumento do nível de carunchamento (SOUZA, 1999). Esta redução no valor energético dos grãos pode estar associada a um aumento no conteúdo de ácidos graxos livres, observado com o ataque por carunchos. Quando o teor de ácidos graxos livres aumenta, o sabor e odor dos ácidos graxos torna a semente rançosa, proteínas são quebradas liberando aminoácidos livres que podem, então, serem degradados liberando amônia e há formação de enzimas específicas (poligalacturonase, fosforilases, aldolases, etc.) indicando aumento do metabolismo no grão resultando em perda de peso e nutrientes e redução da concentração de outras substâncias (AGARWAL & SINCLAIR, 1996).

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido para avaliar o efeito do nível de carunchamento do milho sobre sua composição química e valores energéticos, determinados por dois ensaios com diferentes períodos de adaptação no período pré-experimental.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. A primeira, teve início no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS)/EMBRAPA - Sete Lagoas-MG. Milho, variedade BR-201, foi dividido em dois lotes, sendo o

primeiro mantido livre do ataque de caruncho (*Sitophilus zeamais*), o segundo submetido à infestação artificial por caruncho. Ambos foram armazenados à granel em silos metálicos. Para a obtenção dos níveis de carunchamento, avaliações foram feitas periodicamente e lotes foram retirados nos níveis de carunchamento desejados. Foi considerado carunchado, todo grão que apresentava pelo menos uma perfuração.

No final foram obtidos cinco lotes de milho com 2 (lote testemunha), 10, 17, 38 e 45% de carunchamento. Os lotes obtidos foram submetidos à homogeneizações. Neste processo houve eliminação de parte do excremento dos carunchos, farelinho do milho provocado pelos danos do caruncho aos grãos e dos próprios carunchos. Posteriormente, os lotes foram armazenados em ambiente refrigerado e expurgados sempre que necessário.

A segunda parte do experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de março a abril de 2001.

Cinco dietas formuladas a base de milho e farelo de soja para atender as exigências de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade foram avaliadas em dois ensaios biológicos simultâneos para determinação dos seus valores de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn).

Utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos machos da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições de oito aves por gaiola dispostos em um arranjo fatorial 5X2 (5 níveis de carunchamento e 2 modelos de ensaio biológico para determinação de EMAn).

No ensaio A, 500 pintos de 1 dia, machos, da linhagem ROSS foram alojados em um galpão de alvenaria vedado com cortinas e protegidos por círculo de proteção dotado de uma campânula com 3 lâmpadas de aquecimento, cuja altura foi modificada com a idade da ave, de modo a se oferecer o conforto térmico necessário, de acordo com o manual de criação da linhagem. As aves receberam uma dieta inicial para frangos de corte a base de milho (2% carunchado) e farelo de soja, formulada de acordo com os requerimentos nutricionais, descritos por ROSTAGNO et al. (2000). Bandejas para dieta e bebedouros tipo “copo” foram instalados até os sete dias de idade. Aos cinco

dias de idade, bebedouros e comedouros pendulares foram instalados e permaneceram até os 15 dias de idade.

No décimo quinto dia, as aves foram pesadas e 272 foram selecionadas dentro do peso médio do lote ($471,47 \pm 7,15$ gramas por ave) e distribuídas, aleatoriamente, em cinco tratamentos com 6 repetições de 8 aves por gaiola, ocupando, então, 30 gaiolas dispostas em 2 fileiras de 2 andares em uma sala de 80 m^2 , com 4m de pé direito e janelas de vidro recebendo luz natural e ou artificial por 24 horas, com 64 gaiolas de 50 cm de comprimento, 40 cm de altura e 40 cm de largura com 40 cm de comedouro e providos de um bebedouro tipo nipple com copo de retenção. Os tratamentos corresponderam as dietas experimentais 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente, que foram oferecidas a partir do décimo quinto dia de idade. Um último tratamento foi montado com apenas 4 repetições (também com 8 aves cada) para testar uma dieta (denominada dieta referência) que possibilitasse a determinação do valor energético do milho dos demais tratamentos. Esta dieta foi composta exatamente da dieta 1 (dieta com milho 2% carunchado) subtraindo-se 25% de milho e corrigindo-se o restante para 100%, de modo que a mistura de 25% de milho 2% carunchado e 75% da dieta referência resultasse na dieta experimental 1.

A composição das dietas experimentais encontra - se no Quadro 1.

No ensaio B, 400 pintos de 1 dia, machos da linhagem ROSS foram alojados em cinco boxes experimentais de 2 m^2 dotados de uma lâmpada de aquecimento, com 80 aves cada recebendo as dietas experimentais contendo milho 2, 10, 17, 38 ou 45% carunchados desde o primeiro dia de idade, com o manejo dos comedouros e bebedouros idênticos aos do ensaio A. No décimo quinto dia, as aves de cada tratamento foram pesadas e 48 aves foram selecionadas dentro do peso médio das aves de cada box apresentando peso médio e desvio padrão de $475,83 \pm 10,21$; $473,96 \pm 11,36$; $466,61 \pm 13,57$; $454,74 \pm 12,27$ e $449,82 \pm 13,18$ g/ave, respectivamente, para os tratamentos. As 48 aves de cada tratamento foram, então, divididas aleatoriamente em seis repetições de 8 aves e transferidas para outras 30 gaiolas de metabolismo na mesma sala onde estavam alojadas as aves usadas no ensaio A.

Quadro 1 - Composição das dietas experimentais

Ingrediente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta Referência
Milho A (2% carunchado) (%)	56,025					41,367
Milho B (10% carunchado) (%)		56,025				
Milho C (17% carunchado) (%)			56,025			
Milho D (38% carunchado) (%)				56,025		
Milho E (45% carunchado) (%)					56,025	
Farelo de Soja (%)	35,809	35,809	35,809	35,809	35,809	47,745
Calcário (%)	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981	1,308
Fosfato Bicálcico (%)	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823	2,431
Sal (%)	0,455	0,455	0,455	0,455	0,455	0,607
L-Lisina HCl (%)	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163	0,217
DL- Metionina 99% (%)	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,316
Óleo de Soja refinado (%)	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220	4,293
Amido de milho (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,333
BHT (%)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,027
Bacitracina de Zinco (10%) (%)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,027
Coxistac (Salinomicina 12%) (%)	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055	0,073
Suplemento Mineral ¹ (%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,067
Suplemento Vitaminico ² (%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,133
Cloreto de colina (60%) (%)	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042	0,056
Total	100	100	100	100	100	100
Composição Calculada						
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	2878
Proteína Bruta (%)	21,40	21,40	21,40	21,40	21,40	25,53
Fibra Bruta (%)	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,63
Gordura (%)	5,62	5,62	5,62	5,62	5,62	6,34
Cálcio (%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	1,27
Fósforo Total (%)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,83
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,57
Sódio (%)	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222	0,286
Lisina Total (%)	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263	1,601
Lisina Digestível (%)	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147	1,462
Metionina Total (%)	0,563	0,563	0,563	0,563	0,563	0,694
Metionina + Cisteína Total	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897	1,072
Treonina Total (%)	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822	0,986
Triptofano Total (%)	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266	0,335
Colina adicionada (mg/kg)	250	250	250	250	250	333,33
Salinomicina (mg/kg)	66	66	66	66	66	88
Bacitracina de Zinco (mg/kg)	20	20	20	20	20	26,67

¹ Composição por kg de mistura : ferro 80,0 g; cobre 10,0 g; cobalto 2,0 g; manganês 80,0 g; zinco 50,0 g e iodo 1,0 g.

² Composição por kg de mistura : Vitamina A, 10.000.000 UI; Vitamina D₃, 1.000.000 UI; Vitamina E, 15.000 UI; Vitamina B₁, 1,5 g; Vitamina B₂, 3,0 g; Vitamina B₆, 1,5 g; ácido pantotênico, 12,0 g; ácido fólico, 740 mg; Vitamina C, 30,0 g, Vitamina K₃, 12,5 g, ácido nicotínico, 22,0 g; antioxidante, 20,0 g e Vitamina B₁₂, 2,0 mg.

As aves dos dois ensaios tiveram, então, um período de cinco dias de adaptação às dietas experimentais e às instalações e cinco dias para coleta das excretas. Água e dieta foram oferecidas a vontade. Após o período de cinco dias de adaptação, as bandejas de coleta de excretas foram encapadas com plástico para facilitar o trabalho e as excretas foram coletadas às 8 e 18 horas, sendo imediatamente pesadas e posteriormente congeladas em freezer devidamente acondicionadas em sacos plásticos identificados.

Ao final do período de coleta de excretas, foi determinado o consumo total de dieta e a quantidade total de excretas que foram, então, descongeladas e homogeneizadas, sendo retiradas alíquotas para pré-secagem e colocadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por um período de 72 horas. Posteriormente, as amostras de excretas foram moídas e juntamente com as amostras das dietas experimentais submetidas às análises de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N), segundo as metodologias descritas por SILVA (1990), e energia bruta (EB) em bomba calorimétrica (Mod. PARR 1271), de acordo com a metodologia descrita no manual do aparelho, utilizando-se ácido benzóico como padrão para sua calibração.

Análises bromatológicas foram realizadas nos ingredientes e nas dietas, de acordo com as metodologias descritas em SILVA (1990). As análises de micotoxinas foram realizadas através da extração de micotoxinas, com auxílio de colunas de imunoafinidade e leitura em fluorímetro, previamente calibrado com padrões de micotoxinas (aflatoxinas, zearelenona, fumonisina B1 e ochratoxinas) em triplicata, nas dietas e nos ingredientes, milho e farelo de soja.

Os valores de EMAn das dietas foram calculados de acordo com PENZ JR. (1999) e os valores de coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, de acordo com ROSTAGNO (1999). Para determinação dos valores energéticos dos lotes de milho em diferentes níveis de carunchamento foi realizada a comparação do valor obtido pela dieta referência com a dieta 1, obtendo-se, então, os valores de EMAn do milho com 2% de carunchamento e pela comparação dos valores obtidos entre as dietas 1, 2, 3, 4 e 5, calculou-se a diferença de EMAn entre os cinco lotes de milho, que aplicados aos valores obtidos para o milho 2% carunchado, possibilitou calcular os demais valores dos outros lotes de milho.

Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão usando-se o programa SAEG, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2001) usando-se o modelo estatístico:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

em que

\hat{Y}_{ijk} = observação no nível i do fator A ($j = 1, 2, \dots, a$) no nível j do fator B ($j = 1, 2, \dots, b$) na repetição k ($k = 1, 2, \dots, r$);

A_i = efeito do nível i do fator A ;

B_j = efeito do nível j do fator B ;

$(AB)_{ij}$ = efeito da interação do nível i do fator A com o nível j do fator B .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das análises bromatológicas dos ingredientes e das dietas, bem como, os valores analisados de micotoxinas encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Valores analisados de nutrientes e de micotoxinas dos principais ingredientes utilizados na composição das dietas

Parâmetro	Farelo de Soja	Calcário	Fosfato Bicálcico	Sal	Amido
Umidade (%)	12,31	-	-	1,52	9,72
Proteína Bruta (%)	46,12	-	-	-	0,21
Fibra Bruta (%)	6,03	-	-	-	0,00
Extrato Etéreo (%)	1,87	-	-	-	0,00
Cinzas (%)	5,36				0,23
Cálcio (%)	0,32	37,3	24,92	-	-
Fósforo (%)	0,58	-	17,98	-	-
Aflatoxinas (ppb)	-	-	-	-	-
Ochratoxinas (ppb)	-	-	-	-	-
Zearelenona (ppb)	-	-	-	-	-
Fumonisin (ppb)	-	-	-	-	-

Tabela 2 – Valores analisados de nutrientes e de micotoxinas das dietas

Parâmetro	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Umidade (%)	10,93	10,73	10,82	10,75	10,25
Proteína Bruta (%)	20,78	21,22	21,35	21,14	21,23
Extrato Etéreo (%)	5,85	5,92	6,12	6,08	5,84
Cinzas (%)	4,81	4,72	4,75	4,97	5,01
Cálcio (%)	1,04	1,01	0,98	0,99	0,99
Fósforo (%)	0,67	0,68	0,69	0,69	0,68
Aflatoxinas (ppb)	0	0	0	0	19
Ochratoxinas (ppb)	0	0	0	0	0
Zearelenona (ppb)	0	0	0	0	0
Fumonisininas (ppb)	0	0	0	0	0

A composição bromatológica dos lotes de milho nos diferentes níveis de ataque por insetos encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Composição bromatológica do milho submetido ao ataque de carunchos (*Sitophilus zeamais*) no armazenamento

Parâmetro	Níveis de carunchamento				
	2%	10%	17%	38%	45%
Matéria seca (MS) (%)	87,12	87,53	87,70	88,03	88,15
Proteína Bruta (PB) (%)	8,42	9,21	9,72	8,22	8,35
Fibra Bruta (FB) (%)	1,69	1,72	1,87	2,02	2,26
Extrato Etéreo (EE) (%)	3,04	3,10	3,45	3,81	3,51
Ácidos Graxos Livres (% do EE)	2,01	2,15	1,98	3,67	4,24
Acidez (meq NaOH)	2,54	3,31	0,95	1,19	2,25
Cinzas (%)	1,92	1,88	1,98	2,19	1,95
Extrato Não Nitrogenado (ENN) (%)	72,05	71,62	70,68	71,79	72,08
Energia Bruta (kcal/kg)	3.885	3.949	3.971	3.883	3.905
Fumonisinina (ppb)	0	0	0	0	0
Aflatoxina (ppb)	0	0	0	0	29
Ochratoxina (ppb)	0	0	0	0	0
Zearelenona (ppb)	0	0	0	0	0

O aumento observado na matéria seca do milho com o aumento no nível de carunchamento, pode estar relacionado ao maior tempo em que os grãos, com maiores níveis de carunchamento, ficaram armazenados em silos metálicos com sistema de aeração para preservar a umidade baixa. O ataque dos insetos ocorreu em maior intensidade na parte amilácea do endosperma, o que pode ter provocado o aumento da fibra bruta, extrato etéreo e cinzas.

Aumento no teor de fibra bruta do milho, em consequência do aumento no nível de carunchamento, também foi observado por LOPES et al. (1988). No entanto, o resultado obtido de matéria seca foi diferente daquele obtido por esse mesmo autor e também do encontrado por SANTOS & MANTOVANI (1997).

Os resultados de proteína, com exceção daquele observado nos níveis de 38 e 45% de carunchamento e de extrato etéreo foram similares aos obtidos por VILELA et al. (1988), que observaram aumento no teor de lipídios e proteínas do milho. O aumento na concentração desses dois componentes, no milho carunchado, provavelmente, esteja relacionado ao fato de que os insetos têm preferência pelo endosperma, que contém menor concentração de proteína e óleo do que o embrião (KHARE et al., 1974).

Aumento no teor de proteína bruta do milho em razão do carunchamento, também foi observado por IRABAGON (1959) e LOPES (1988).

A redução no teor de proteína bruta ocorrida no maior nível de carunchamento, está em acordo com o relato de MATIOLI & ALMEIDA (1979), de que quando a disponibilidade de endosperma para alimentação dos carunchos diminui, as larvas passam a se alimentar do embrião, o que pode resultar em redução dos níveis de lipídios e proteína bruta do grão de milho.

O decréscimo inicial no teor de extrato não nitrogenado ocorreu devido ao consumo do endosperma, rico em amido, na fase inicial de carunchamento. No último nível de carunchamento, com o ataque dos insetos ao embrião, o teor de extrato não nitrogenado aumentou em consequência do aumento da proporção de endosperma em relação ao embrião.

SINGH & McCAIN (1963) observaram que o açúcar e o amido foram os mais importantes componentes da alimentação dos insetos, havendo, conseqüentemente, grande redução em seus teores.

O aumento do percentual de proteína do milho observado com a sua infestação por insetos não corresponde a ter havido aumento do peso absoluto de proteína (e de outros nutrientes) no lote. A perda de peso do lote que pode ser estimada pela equação $Y = -0,82 + 0,284 x$, descrita por Santos & Oliveira (1991), citados por SANTOS & MANTOVANI (1997), onde x corresponde ao percentual de grãos atacados por insetos, é muito maior que os aumentos da concentração destes nutrientes no milho após sofrer ataque por insetos.

A composição aminoacídica dos grãos em diferentes níveis de carunchamento encontra-se na Tabela 4, onde verifica-se variação na composição aminoacídica do grão de milho em razão do aumento no nível de carunchamento, com os aminoácidos, valina e isoleucina apresentando os maiores aumentos e metionina, leucina e fenilalanina, as maiores reduções, entre os aminoácidos essenciais. Dentre os aminoácidos não-essenciais, a glicina e histidina, apresentaram os maiores aumentos, enquanto, os valores de prolina, alanina, tirosina, cisteína e serina, caíram com o aumento do nível de carunchamento de 2 para 45%.

Alterações na composição aminoacídica dos grãos de milho com o aumento no nível de carunchamento também foram relatadas por LOPES et al. (1988) e Castro et al. (1983), citados por ROSTAGNO (1993).

A composição do endosperma é mais rica em isoleucina do que o embrião, assim, o aumento observado para isoleucina com o aumento do nível de carunchamento não pode ser assim explicado, pois os carunchos se alimentaram, principalmente, do endosperma do grão. Em relação a valina, seu aumento era esperado, pois o endosperma é mais pobre em valina do que o embrião. A queda observada nos aminoácidos cisteína, metionina, leucina, fenilalanina e tirosina era esperada, pois o endosperma do grão (parte preferencialmente atacada pelos carunchos) possui maiores teores destes aminoácidos, quando comparados ao embrião.

Os valores de EMAn, digestibilidade aparente do extrato etéreo e digestibilidade aparente da matéria seca, das dietas experimentais determinadas pelos dois métodos encontram-se na Tabela 5.

Tabela 4 – Composição aminoacídica do milho submetido ao ataque por carunchos^{1/}

Componente	Níveis de carunchamento				
	2%	10%	17%	38%	45%
Aminoácidos Essenciais					
Arginina	0,2816	0,2664	0,2852	0,2925	0,2843
Isoleucina	0,2393	0,3338	0,2686	0,2832	0,2762
Leucina	1,0691	0,9543	1,1122	0,5804	0,6421
Lisina	0,2554	0,2308	0,2476	0,2361	0,2311
Histidina	0,2149	0,2387	0,2244	0,2501	0,2458
Metionina	0,1501	0,1344	0,0939	0,0660	0,0841
Fenilalanina	0,7128	0,6032	0,7398	0,3991	0,4218
Treonina	0,3385	0,3257	0,3404	0,3112	0,3516
Triptofano	0,0470	0,0424	0,0463	0,0453	0,0421
Valina	0,5473	0,6134	0,5604	0,5858	0,6259
Subtotal	3,8560	3,7431	3,9188	3,0497	3,2050
Aminoácidos Semi-essenciais					
Cisteína	0,1738	0,2308	0,1045	0,0800	0,0875
Tirosina	0,4514	0,4172	0,5211	0,3376	0,3651
Subtotal	0,6252	0,6480	0,6256	0,4176	0,4526
Aminoácidos Não Essenciais					
Alanina	0,6786	0,6854	0,6918	0,5736	0,6043
Ácido Aspártico	0,5709	0,5530	0,5766	0,5244	0,5488
Glicina	0,2825	0,2986	0,2858	0,3124	0,3333
Ácido Glutâmico	1,5644	1,6464	1,6417	1,3373	1,2804
Prolina	0,8345	0,8662	0,7180	0,7764	0,7556
Serina	0,4078	0,3862	0,4103	0,3285	0,4014
Subtotal	4,3387	4,4358	4,3242	3,8526	3,9238
Total	8,8199	8,8269	8,8686	7,3199	7,5814

^{1/} Análise realizada no Laboratório da Mogiana Alimentos (Campinas-SP).

Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre os níveis de carunchamento e o método utilizado para a variável EMAn e digestibilidade aparente da MS e do EE das dietas.

Houve efeito linear significativo para a variável EMAn, observando-se redução nos valores de EMAn com o aumento dos níveis de carunchamento (Figura 1) conforme indica a equação $Y = 2931,22 - 2,0689X$, de que para cada aumento de 10% no nível de carunchamento, há redução de 20,69 kcal/kg, nas dietas.

Tabela 5 – Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn), digestibilidade aparente do extrato etéreo e digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais, determinadas por dois métodos

	Nível de carunchamento						
	Método	2%	10%	17%	38%	45%	Média ^{2/}
EMAn (Kcal/kg)	Método A	2922	2925	2889	2851	2854	2888a
	Método B	2925	2921	2887	2840	2835	2882a
	Média ^{1/}	2923	2923	2888	2846	2844	2885
Coeficiente de Digestibilidade da M.S. (%)	Método A	84,38	87,18	85,79	84,57	82,36	84,86a
	Método B	85,13	86,03	84,26	88,14	85,48	85,81a
	Média	84,76	86,61	85,03	86,36	83,92	85,33
Coeficiente de Digestibilidade Aparente de EE (%)	Método A	85,56	86,48	82,49	86,95	85,71	85,42a
	Método B	84,37	86,32	84,55	83,63	84,21	84,62a
	Média	84,97	86,40	83,52	85,29	84,96	85,02

^{1/} Efeito Linear (P<0,05).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P>0,05).

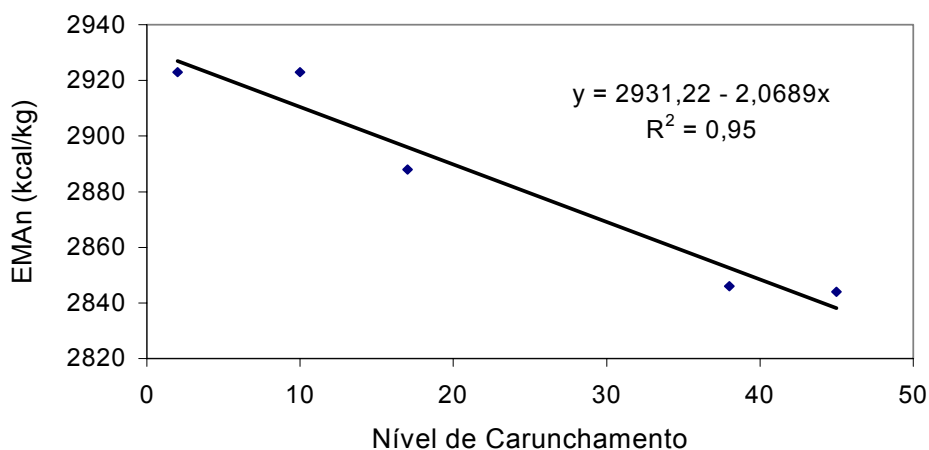


Figura 1 – Efeito do nível de carunchamento sobre a EMAn das dietas.

Os valores de EMAn e dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e do extrato etéreo das dietas, determinadas pelos dois métodos, não diferem estatisticamente pelo teste F a 5% de probabilidade, indicando que não se faz necessário um período de adaptação às dietas maior que cinco dias.

Diversos trabalhos associam lotes de milhos com baixa densidade a valores de EMAn baixos. Para alguns deles, a baixa densidade está associada a efeitos relativos às condições climáticas durante o crescimento e colheita dos grãos (LILBURN et al., 1989; LILBURN et al., 1991; LESSON & SUMMERRS, 1976; REED et al., 1992). Entretanto, a baixa densidade de grãos está também relacionada com o ataque por insetos, conforme observaram SOUZA et al. (1999).

Em muitos casos de infestação fúngica em grãos ou em prolongados tempos de armazenamento de grãos sob más condições de armazenamento, há uma redução nos teores de extrato etéreo nos grãos (BARTOV, 1982). No presente experimento foi observado aumento de 3,04% para 3,81% no teor de extrato etéreo dos grãos até o nível de 38% de grãos carunchados, ocorrendo então, uma redução para 3,51% no milho com 45% de grãos carunchado. Analisando-se isoladamente o teor de extrato etéreo dos grãos, esperar-se ia uma elevação nos valores de EB e EMAn, já que óleos possuem cerca de 2,25 vezes mais energia que carboidratos e proteínas. Entretanto, observou-se aumento do valor de ácidos graxos livres com o aumento do nível de carunchamento, indicando ter havido oxidação do óleo dos grãos o que segundo, AGARWAL & SINCLAIR (1996) causaria redução no valor energético desta fração. Ainda, o aumento observado da fibra bruta também pode ter contribuído para a redução de EMA nos grãos.

O tempo de armazenamento por si só, não causa alterações significativas na composição química e valores energéticos de milho em grão, já que grãos de milho armazenados por 110 meses em boas condições, não sofreram alterações nestes valores (BARTOV 1996). Há de se considerar, entretanto, que os lotes de milho usados neste experimento possuíam cerca de 32 meses de armazenamento.

CARVALHO (2002) constatou que há redução nos valores de EMA e EMAn do milho, com o aumento no tempo de armazenamento ou com o aumento na temperatura de secagem. Esta redução seria ocasionada por reações de complexação entre carboidratos e proteínas, que os tornariam indisponíveis para as aves.

Os resultados de coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo e da matéria seca não foram afetados pelos níveis de carunchamento

ou pelo método usado, obtendo-se resposta não significativa para a interação entre os fatores. Respostas diferentes foram obtidas em ensaios de metabolismo com suínos, por SOUZA (1999) que verificou redução no coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo do milho, com o aumento do nível de carunchamento.

O valor calculado de EMAn do milho 2% carunchado obtido pela comparação dos valores de EMAn da dieta referência e da dieta 1 no método A foi de 3317,33 kcal/kg. Com base na comparação dos valores da Tabela 5, com este valor pode-se estimar os demais valores dos outros tratamentos, que são apresentados a seguir na Tabela 6.

Tabela 6 – Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn) (Kcal/kg) dos milhos em diferentes níveis de carunchamento, nos diferentes métodos

Método	Nível de carunchamento					
	2%	10%	17%	38%	45%	Média
Método A	3317	3306	3264	3197	3201	3257
Método B	3323	3321	3253	3178	3168	3249
Média ^{1/}	3320	3313	3259	3187	3185	3253

^{1/} Efeito Linear (P>0,05).

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente estudo, pode-se concluir que há mudanças na composição química do milho com o aumento do nível de carunchamento, causadas pelo consumo inicial de endosperma, por parte dos carunchos, o que causa elevação da proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta e redução de aminoácidos sulfurados e dos valores de EMAn do milho com o aumento no nível de carunchamento dos grãos.

Ocorre perda de proteína e outros nutrientes nos lotes atacados por insetos devido ao fato de a redução de peso do lote provocada pelo ataque por insetos, ser superior ao aumento na concentração da proteína nos grãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGARWAL, V.K.; SINCLAIR, J.B. Principles of seed pathology, 2.ed. New York: CRC, 1996.
- AGRAWAL, N.S. Grain storage fungi associated with granary weevil. *Journal of Economic Entomology*, v.50, p.659-663, 1957.
- BARTOV, I. Effect of storage duration on the nutritional value of corn kernels for broiler chicks. *Poultry Science*, 1996, 75: 1524-1527.
- BARTOV, I. The nutritional value of moldy grains for broiler chicks. *Poultry Science*, 1982, 61: 2247-2254.
- CARVALHO, D.C.O. *Valor nutritivo do milho para aves, submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento*. Viçosa: UFV, 2002, 78p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- IRABAGON, T. A Rice weevil damage to stored corn. *Journal of Economy Entomology*, 52(6): 1130-1136, 1959.
- KHARE, B.P.; CHAUDHARY, R. N.; SING, K.N.; et al. 1974. Loss of protein due to insect feeding in maize (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Entomology*, 36(4):312-315.
- LESSON, S.; SUMMERS, J.D. Effect of adverse growing conditions on corn maturity and feeding value for poultry. *Poultry Science*, 1976, 55: 588-593.
- LILBURN, M.S.; DALE, N. Research Note: Characterization of two samples of corn that vary in bushel weight. *Poultry Science*, 1989, 68: 857-860.
- LILBURN, M.S.; NGIDI, E.M.; WARD, N.E.; LLAMES, C. The influence of severe drought on selected nutritional characteristics of commercial corn hybridis. *Poultry Science*, 1991, 70: 2329-2334.
- LOPES, D.C.; FONTES, R.A.; DONZELE, J.L.; et al. Perda de peso e mudanças na composição química do milho (*Zea mays* L.) devido ao carunchamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 17(4): 367-371.1988.
- MATIOLI, J.C.; ALMEIDA, A.A. Alterações nas características químicas dos grãos de milho causadas pela infestação do *Sitophilus oryzae*. *R. Bras. de Armazenamento*, 4:36-46, 1979.
- PENZ JR., A.M.P.; KESSLER, A.M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, 1999. *Anais.....* Campinas: FACTA, 1999, p.1-24.
- REED, R.; LATSHAW, J.D.; LILBURN, M.S. The relationship between bushel weight, kernel weight and nutrient content of comercial corn hybrids. *Poultry Science*, 1992, 72: 127-131.

- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: Simpósio INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, SP, 1999. *Anais....* Campinas: FACTA, p.65-83, 1999.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.* Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SANTOS, J.P.; MANTOVANI, E.C. Perdas de grãos na cultura do milho; pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento. *Circular técnica* n.24 Sete Lagoas: EMBRAPA – CNPMS, 1997. 40p.
- SANTÚRIO, J.M. Micotoxinas na produtividade avícola: Tipos, seus efeitos, como detectá-las e previni-las. In: CONFERÊNCIA APINCO 97 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Santos. *Anais...* Santos: Factor, 1997. p.224-257.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).* Viçosa, UFV, MG, Impr. Univ., 1990. 165p.
- SING, D.N.; McCAIN. Relationship of some nutritional properties of the corn Kernal to weevil infestations. *Crop. Sci*, 3: 259-261, 1963.
- SOUZA, A.V.C. *Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos.* Viçosa: UFV, 1999, 77p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; ANDRADE, M.A; ORSINE, G.F.; CAFÉ, M. B.; BORGES, S.A. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 29: 191-198, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – *Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas.* Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário), 2001.
- VILELA, H.; SILVA, J.F.C.; VILELA, D.; et al. Alterações do valor nutritivo do grão de milho (*Zea mays*, L.) durante o armazenamento. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 17(5): 428-433, 1988.

ARTIGO 2

EFEITO DO NÍVEL DE CARUNCHAMENTO DO MILHO SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE

RESUMO

Para avaliar o efeito do nível de carunchamento do milho sobre o desempenho, rendimento de carcaça e de cortes nobres, peso relativo de órgãos e parâmetros séricos, de frangos de corte, um experimento foi conduzido utilizando-se 400 pintos de um dia, da marca comercial Ross, (machos e fêmeas) distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 5x2 (5 níveis de ataque por insetos e 2 sexos) contendo cinco tratamentos e quatro repetições, com dez aves por box. Cinco lotes de milho com 2, 10, 17, 38 e 45% de carunchamento foram usadas para o preparo das dietas que compuseram os cinco tratamentos. Foram avaliados o ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração de 1-21 e 1-42 dias de idade. Aos 42 dias de idade, três aves por box foram sacrificadas para avaliação de rendimento de carcaça e de cortes, peso relativo dos órgãos e coleta de sangue para avaliação do volume globular médio, proteína e albumina no plasma sangüíneo. O ganho de peso e a proteína no plasma sangüíneo reduziram linearmente com o aumento no nível de carunchamento. O consumo de ração e o índice de conversão alimentar aumentaram com o aumento do nível de carunchamento. Esses efeitos são, provavelmente, em função do aumento da concentração de micotoxinas no milho e da diminuição da concentração de metionina e cisteína no milho carunchado. Não se observou efeito sobre o volume globular médio do sangue das aves e sobre a concentração de albumina no plasma sangüíneo.

Palavras chave: Energia, Metionina, Parâmetros plasmáticos.

Effects of insect damaged corn by *Sitophilus zeamais* on broiler chicken performance from 1 to 42 days of age

SUMMARY

In order to evaluate the effects of insect damaging levels on corn, 400 day-old chicks of both sexes, were distributed in a completely randomized factorial arrangement of 5 treatments and 2 levels of insect damaging. Each treatment had 4 replicates with 10 birds per box. The insect damaging level were 2; 10; 17; 38 and 45% respectively for treatments T1 to T5. Overall performance was evaluated for body weight gain (BWG); feed conversion ratio (F/C); feed intake (FI) and carcass parameters: total carcass weight (TCW);

relative viscera weight (RVW); carcass yield (CY) and some blood profiles like blood protein (BP); albumin (AB) and average globular volume (AGV). The BWG; FI and the F/C ratio were evaluated from 1 to 21 and from 1 to 42 days of age. At 42 days 3 birds from each box were taken up bled for blood profile assessments and slaughtered for carcass measurements. The WG and the BP showed a linear decrease as the level of the corn insect damaging increased. The FI and the F/C ratio increased with the increasing of corn damaging level by the insects. These results could probably be due to mycotoxins contamination, and by a concurrent methionine and cystine decrease levels in the damaged corn. There was not found any detrimental effect of corn insect damaging over any of those carcass measurements and no significant change in the AB and AGV parameters.

Key words: Energy, Methionine, Plasmatic parameters.

INTRODUÇÃO

O milho é, em geral, o maior participante e principal fonte de energia das dietas de frangos de corte. No entanto, é um cereal facilmente atacado por pragas, alterando a sua composição química e, conseqüentemente, o seu valor nutritivo. CARVALHO (1978) citou que as principais pragas que atacam o milho armazenado são o *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY, 1855), também conhecido como caruncho ou gorgulho do milho e *Sitotroga cerealella* (OLIVER, 1819), também conhecido como traça dos cereais.

Segundo, IRABAGON (1959) a composição química do milho muda com o aumento do nível de carunchamento e o seu teor de proteína tende a aumentar. O autor observou ainda, que com o aumento da perda de peso do milho, devido ao carunchamento, ocorre redução no ganho de peso de ratos alimentados com dieta com 80% de milho em diferentes níveis de carunchamento, chegando a haver perda de peso dos ratos quando o milho sofrera 25,9% de perda de peso.

Com o aumento do nível de carunchamento do milho, verifica-se progressiva perda de peso e alterações em sua composição bromatológica, reduções nos valores de energia digestível e metabolizável e redução no percentual de nitrogênio retido em relação ao ingerido, para suínos (LOPES et al., 1991).

O ataque ao grão de milho por insetos, facilita a contaminação e proliferação de fungos nos mesmos que, por sua vez, podem ser produtores de micotoxinas como aflatoxinas, ochratoxinas, fumonisinas e zearelenonas.

STRINGHINI et al. (2001) trabalhando com frangos de corte alimentados com dietas contendo milho contaminado por insetos e fungos, observaram não haver influência do uso de milho atacado por insetos sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, avaliados aos 28 e 49 dias, entretanto, observaram aumento no peso relativo do fígado e da Bolsa de Fabrícus e também aumento na incidência de problemas de pernas e lesões hepáticas.

Castro et al. (1983), citados por ROSTAGNO (1993), SOUZA et al. (1999) e LILBURN & DALE (1989) observaram reduções nos valores de aminoácidos sulfurados em função de infestação por insetos ou de más condições de armazenamento.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito do nível de carunchamento do milho sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. A primeira, teve início no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) / EMBRAPA - Sete Lagoas-MG. Milho, variedade BR-201, foi dividido em dois lotes, sendo o primeiro mantido livre do ataque de caruncho (*Sitophilus zeamais*), o segundo submetido à infestação artificial por caruncho. Ambos foram armazenados à granel em silos metálicos. Para a obtenção dos níveis de carunchamento, avaliações foram feitas periodicamente e lotes foram retirados nos níveis de carunchamento desejados. Foi considerado carunchado todo grão que apresentava pelo menos uma perfuração.

No final foram obtidos cinco lotes de milho com 2 (lote testemunha); 10; 17; 38 e 45% de carunchamento. Os lotes obtidos foram submetidos à homogeneizações. Neste processo houve eliminação de parte do excremento dos carunchos, farelinho do milho provocado pelos danos do caruncho aos

grãos e dos próprios carunchos. Posteriormente, os lotes foram armazenados em ambiente refrigerado e expurgados sempre que necessário.

A segunda parte do experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de março a abril de 2002.

Foram utilizados 400 pintos de um dia da marca comercial ROSS, metade machos e metade fêmeas, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5 x 2 (5 níveis de carunchamento do milho x 2 sexos), com 4 repetições, sendo a unidade experimental, o box contendo 10 aves. Os animais foram criados dentro de um galpão experimental de alvenaria com 30 m de comprimento por 12 m de largura com 3,5 m de pé direito com telha de amianto, dotado de cortinas e iluminação por lâmpadas incandescentes de 100 watts. O manejo dos animais foi orientado de acordo com o manual da marca comercial. Duas dietas, a base de milho e farelo de soja (1-21 dias e 22-42 dias) (Quadro 1) formuladas para atender às exigências nutricionais dos animais segundo, ROSTAGNO (2000) foram fornecidas as aves. Os boxes eram dotados de uma lâmpada de aquecimento, cuja altura foi modificada com a idade da ave de modo a se oferecer o conforto térmico necessário, de acordo com o manual de criação da linhagem. Bandejas para dieta e bebedouros tipo “copo” foram instalados até os sete dias de idade. Aos cinco dias de idade, bebedouros e comedouros pendulares foram instalados e permaneceram até o final do experimento. O programa de luz foi contínuo (24 horas de luz artificial) durante todo o período experimental.

Os tratamentos foram as cinco dietas experimentais contendo milho com diferentes níveis de carunchamento (2, 10, 17, 38 e 45%).

A composição química das diferentes partidas de milho se encontram no Quadro 1.

Devido a redução observada dos valores de aminoácidos sulfurados no milho, em função do grau de infestação por carunchos, os valores totais de metionina e cisteína calculados das dietas se reduziram em função do uso de milho em níveis mais elevados de carunchamento.

Aos 21 e 42 dias foram avaliados o peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves.

Quadro 1 – Composição das dietas experimentais de 1-21 dias de idade e 22-42 dias de idade

Ingrediente	Dieta Inicial	Dieta Final
Milho (2, 10, 17, 38 ou 45% carunchados)	56,025	61,590
Farelo de Soja (%)	35,809	30,073
Calcário (%)	0,981	0,931
Fosfato Bicálcico (%)	1,823	1,620
Sal (%)	0,455	0,386
L-Lisina HCl (%)	0,163	0,212
DL- Metionina 99% (%)	0,237	0,218
Óleo de Soja refinado (%)	3,220	3,691
Amido de milho (%)	1,000	1,000
BHT (%)	0,020	0,020
Bacitracina de Zinco (10%) (%)	0,020	0,020
Coxistac (Salinomicina 12%) (%)	0,055	0,055
Suplemento Mineral ^{1/} (%)	0,050	0,050
Suplemento Vitamínico ^{2/} (%)	0,100	0,100
Cloreto de colina (60%) (%)	0,042	0,034
Total	100	100
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.000	3.100
Proteína Bruta (%)	21,40	19,30
Fibra Bruta (%)	3,21	2,98
Gordura (%)	5,60	6,20
Cálcio (%)	0,960	0,874
Fósforo Total (%)	0,680	0,625
Fósforo Disponível (%)	0,450	0,406
Sódio (%)	0,222	0,192
Lisina Total (%)	1,263	1,156
Lisina Digestível (%)	1,147	1,052
Metionina Total (%) ^{3/}	0,563	0,516
Metionina + Cisteína Total (%) ^{4/}	0,897	0,825
Treonina Total (%)	0,822	0,738
Triptofano Total (%)	0,266	0,232
Colina (mg/kg)	250	200
Salinomicina (mg/kg)	66	66
Bacitracina de Zinco (mg/kg)	20	20

^{1/} Composição por kg de mistura : ferro 80,0 g; cobre 10,0 g; cobalto 2,0 g; manganês 80,0 g; zinco 50,0 g e iodo 1,0 g.

^{2/} Composição por kg de mistura : Vitamina A, 10.000.000 UI; Vitamina D₃, 1.000.000 UI; Vitamina E, 15.000 UI; Vitamina B₁, 1,5 g; Vitamina B₂, 3,0 g; Vitamina B₆, 1,5 g; ácido pantotênico, 12,0 g; ácido fólico, 740 mg; Vitamina C, 30,0 g, Vitamina K₃, 12,5 g, ácido nicotínico, 22,0 g; antioxidante, 20,0 g e Vitamina B₁₂, 2,0 mg.

^{3/} Valores de metionina (%) : 0,90; 0,90; 0,83; 0,80; 0,81 respectivamente para as dietas iniciais contendo os milhos 2, 10, 17, 38 e 45% carunchados e 0,83; 0,83; 0,76; 0,73; 0,74 respectivamente para as dietas finais contendo os milhos 2, 10, 17, 38 e 45% carunchados

^{4/} Valores de metionina + cisteína (%) : 0,56; 0,55; 0,53; 0,51; 0,52 respectivamente para as dietas iniciais contendo os milhos 2, 10, 17, 38 e 45% carunchados e 0,52; 0,51; 0,49; 0,47; 0,48 respectivamente para as dietas finais contendo os milhos 2, 10, 17, 38 e 45% carunchados

Aos 42 dias, os animais foram pesados, após jejum de seis horas e tiveram seu consumo de ração avaliado. Em cada box, três aves escolhidas pela proximidade ao peso médio da parcela, foram sacrificadas para coleta de sangue para análise do volume globular médio (VGM), proteína (PTN) e albumina (ALB) plasmáticas. O sangue coletado foi deixado em descanso em frascos de penicilina tombados propositalmente, para aumentar a área de superfície exposta do sangue, com o objetivo de maximizar a coleta de soro para as análises. Após a coleta do soro, este foi imediatamente congelado até o momento das análises. O valor de VGM foi obtido com o auxílio de microcentrífuga e micropaletas, e os valores de albumina e proteína plasmáticas foram obtidos através da análise por meio de kits da marca comercial LABTEST e auxílio de Espectrofotômetro de UV-VIS da Marca HITACHI.

Coração, fígado, moela e Bolsa de Fabrícus foram coletados e pesados após terem o sangue escorrido por 15 minutos à sombra para determinação do seu percentual de peso em relação ao peso vivo da ave. A carcaça, após depenagem e evisceração, foi pesada (incluindo, cabeça e pés) para determinação do rendimento de carcaça. O peito inteiro, coxa e sobrecoxa foram, então, separados e pesados para determinação do rendimento dos cortes nobres em relação ao peso vivo.

Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão usando-se o programa SAEG, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2001) usando-se o modelo estatístico:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

em que

\hat{Y}_{ijk} = observação no nível i do fator A ($j = 1, 2, \dots, a$) no nível j do fator B ($j = 1, 2, \dots, b$) na repetição k ($k = 1, 2, \dots, r$);

A_i = efeito do nível i do fator A ;

B_j = efeito do nível j do fator B ;

$(AB)_{ij}$ = efeito da interação do nível i do fator A com o nível j do fator B .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), cinzas, extrato não nitrogenado (ENN), metionina (MET), cisteína (CIS) e energia bruta (EB) do milho em diferentes níveis de carunchamento encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição bromatológica do milho submetido ao ataque de carunchos (*Sitophilus zeamais*) no armazenamento

Parâmetro	Níveis de Carunchamento				
	2%	10%	17%	38%	45%
Matéria seca (MS) (%)	87,12	87,53	87,70	88,03	88,15
Proteína Bruta (PB) (%)	8,42	9,21	9,72	8,22	8,35
Fibra Bruta (FB) (%)	1,69	1,72	1,87	2,02	2,26
Extrato Etéreo (EE) (%)	3,04	3,10	3,45	3,81	3,51
Cinzas (%)	1,92	1,88	1,98	2,19	1,95
Extrato Não Nitrogenado (ENN) (%)	72,05	71,62	70,83	72,79	72,54
Metionina (%)	0,1501	0,1344	0,0939	0,0660	0,0841
Cisteína (%)	0,1738	0,2308	0,1045	0,0800	0,0875
Energia Bruta (kcal/kg)	3.885	3.949	3.971	3.883	3.905

As análises de aflatoxinas, ochratoxinas, zearelenonas e fumonisinas não detectaram a presença de micotoxinas nos lotes de milho, exceto o lote com 45% de carunchamento, onde se detectou 29 ppb de aflatoxinas.

O peso médio das aves, consumo de ração e conversão alimentar avaliados aos 21 dias de idade encontram-se na Tabela 2.

Não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e tratamentos, para as variáveis peso, conversão alimentar e consumo de ração, determinados aos 21 dias, entretanto, observou-se efeito de sexo ($P<0,05$) e efeito linear ($P<0,05$) para estas variáveis em função dos níveis de carunchamento (Figura 1).

Para cada aumento de 10%, do nível de carunchamento, houve redução de 7,75 g no peso vivo e aumento de 7,06 g no consumo de ração e 0,023 pontos de aumento, no índice de conversão alimentar.

Tabela 2 – Peso médio, consumo de ração e conversão alimentar aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento, segundo o sexo

Parâmetro		Nível de carunchamento					Média	CV (%)
		2%	10%	17%	38%	45%		
Peso Médio aos 21 dias (g)	Machos	841	831	822	810	804	822a	
	Fêmeas	732	726	724	706	699	717b	
	Média ^{1/}	786	779	773	758	752	769	2,25
C.A. (1 a 21 dias)	Machos	1,40	1,39	1,42	1,48	1,48	1,43b	
	Fêmeas	1,44	1,44	1,47	1,51	1,55	1,48a	
	Média ^{1/}	1,42	1,41	1,44	1,50	1,52	1,46	1,50
Consumo de Ração de 1 a 21 dias (g)	Machos	1176	1151	1167	1198	1186	1176a	
	Fêmeas	1053	1044	1062	1068	1084	1062b	
	Média ^{1/}	1115	1097	1115	1133	1135	1119	2,25

^{1/} Efeito Linear (P < 0,05).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P>0,05).

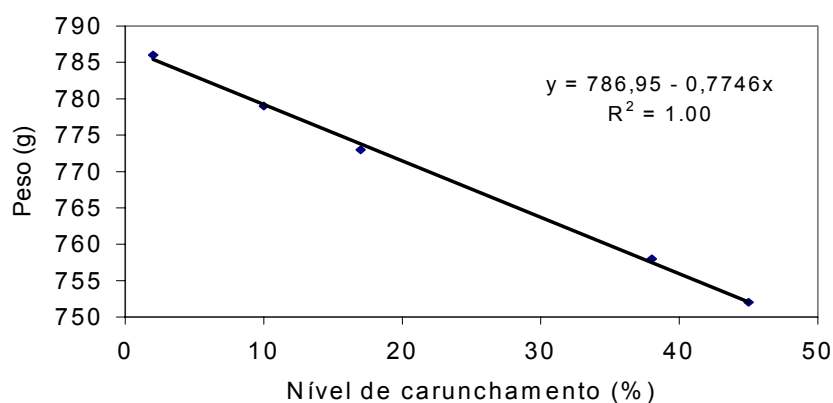


Figura 1 – Peso médio aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento.

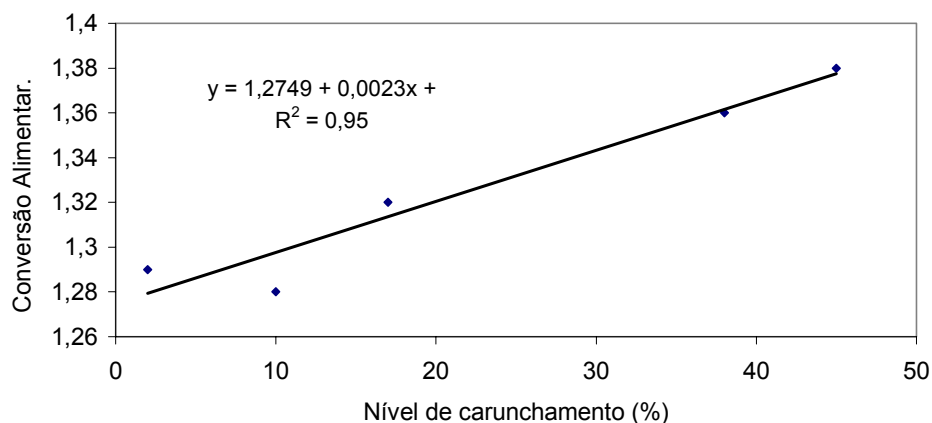


Figura 2 – Conversão Alimentar aos 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento.

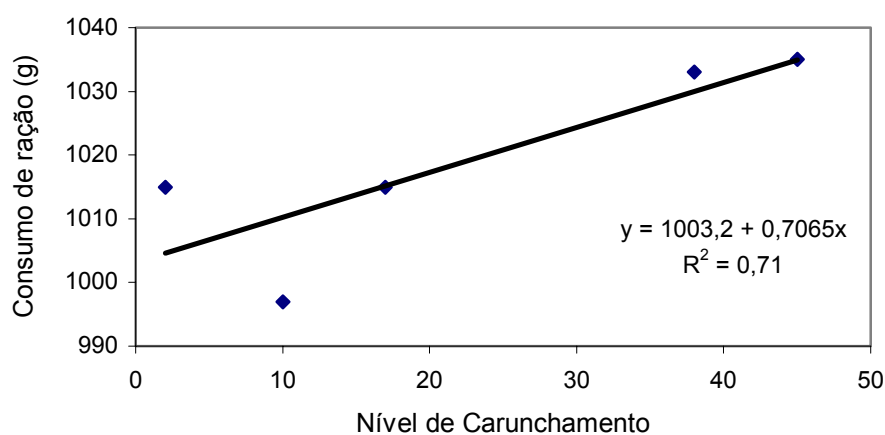


Figura 3 – Consumo de ração de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento

Os resultados não estão de acordo com aqueles observados por STRINGHINI (2000) que frangos de corte alimentados com milho com nível de até 40% de carunchamento, não sofreram alterações no ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração, aos 28 e 49 dias de idade.

Estudos prévios determinaram haver redução nos valores de energia metabolizável de dietas, com a utilização de milho carunchado para suínos

(SOUZA, 1999) e redução de valores de EMAn para aves, em cerca de 20 kcal de EMAn/kg de dieta para cada aumento de 10% no nível de carunchamento (SOUZA, 2002). Para suínos, foi também observado redução no coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (possivelmente, associado ao aumento observado na concentração de ácidos graxos livres com o aumento do nível de carunchamento), entretanto, tal efeito não foi observado nos ensaios metabólicos com aves, que por sua vez, determinaram haver redução no coeficiente de digestibilidade da MS de dietas contendo milho carunchado.

O peso médio das aves, consumo de ração e conversão alimentar avaliados aos 42 dias de idade encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Peso médio aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento, segundo o sexo

Parâmetro		Nível de carunchamento					Média	CV (%)
		2%	10%	17%	38%	45%		
Peso Médio aos 42 dias (g)	Machos	2713	2601	2630	2570	2556	2614 a	
	Fêmeas	2163	2185	2196	2157	2150	2170 b	
	Média ^{1/}	2438	2393	2413	2363	2353	2392	3,87
C.A. (1 a 42 dias)	Machos	1,76	1,88	1,87	1,99	1,98	1,90 b	
	Fêmeas	1,92	1,96	1,97	2,09	2,10	2,01 a	
	Média ^{1/}	1,84	1,92	1,92	2,04	2,04	1,95	1,95
Consumo de Ração de 1 a 42 dias (g)	Machos	4776	4889	4925	5113	5065	4953 a	
	Fêmeas	4159	4273	4338	4494	4513	4355 b	
	Média ^{1/}	4467	4581	4631	4803	4789	4654	3,63

^{1/} Efeito Linear (P < 0,05).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P>0,05).

A interação entre sexo das aves e níveis de carunchamento não foi significativa para as variáveis peso, consumo de ração e conversão alimentar, determinados aos 42 dias(P>0,05).

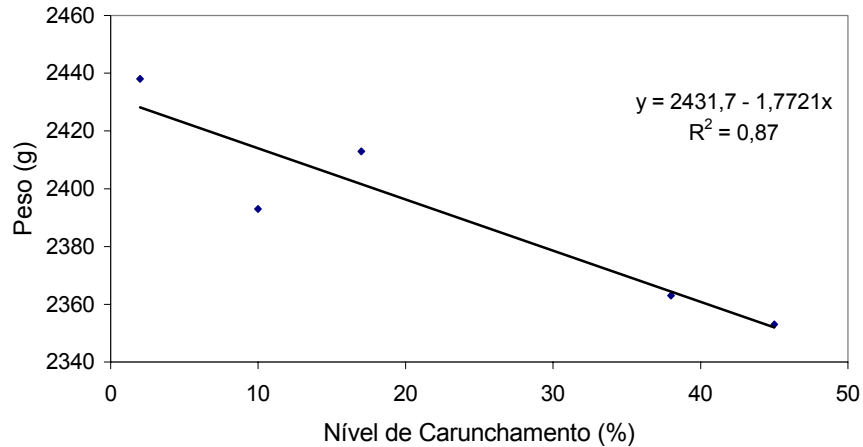


Figura 4 – Peso médio aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento.

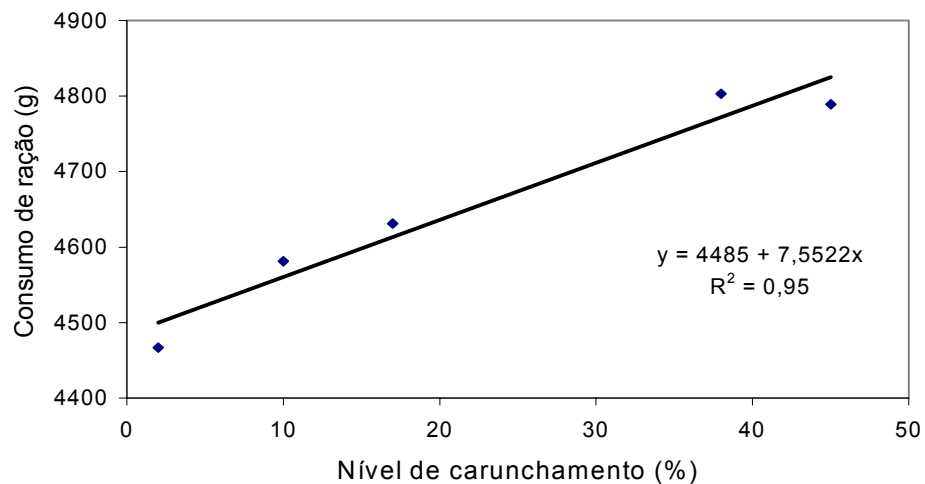


Figura 5 – Consumo de ração aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento.

Houve efeito significativo do sexo, tendo os machos, apresentado menor índice de conversão alimentar, maior ganho de peso e maior consumo de ração do que as fêmeas.

Houve efeito linear do nível de carunchamento sobre o peso, conversão alimentar e consumo de ração aos 42 dias de idade (P=0,055).

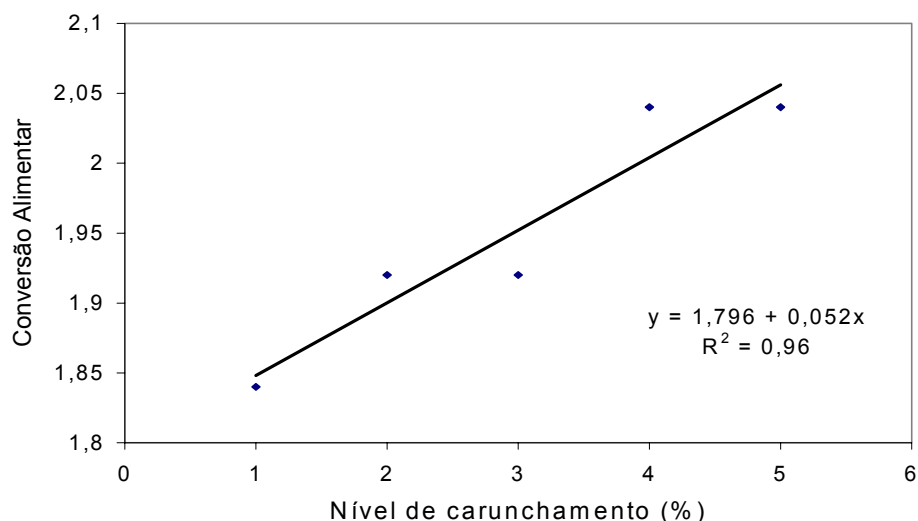


Figura 6 – Índice de conversão alimentar aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento.

Para cada aumento de 10% de carunchamento, houve redução de 17,72 gramas sobre o peso das aves, aos 42 dias de idade. O índice de conversão alimentar e o consumo de ração avaliados aos 42 dias de idade, aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do nível de carunchamento. Para cada aumento de 10% de carunchamento, houve aumento de 0,52 unidades de conversão alimentar e 75,52 gramas de ração consumida.

Os valores de volume globular médio (VGM), proteína (PTN) e albumina (ALB) plasmática encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores de Volume Globular Médio (VGM), Proteína (PTN) e Albumina (ALB) no plasma sanguíneo de frangos de corte, aos 42 dias, recebendo dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento

	Nível Carunchamento					
	2%	10%	17%	38%	45%	CV
VGM (%)	32,77	33,63	32,83	32,89	33,96	12,09
PTN (g/dL) ^{1/}	3,45	3,42	3,40	3,33	3,28	10,95
ALB (g/dL)	1,90	1,88	1,74	1,70	1,53	43,32

^{1/} Efeito Linear ($P < 0,05$).

Não houve interação entre o nível de carunchamento e o sexo das aves, sobre os parâmetros VGM e ALB, que também não foram afetados pelo sexo ou pelos níveis de carunchamento ($P > 0,05$). Os valores de PTN também não tiveram efeito de interação entre sexo e níveis de carunchamento, mas reduziram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento do nível de carunchamento. Para cada aumento de 10% de carunchamento, houve redução de 0,037 g/dL.

A redução no ganho de peso e na concentração de proteínas no plasma, provocada pelo aumento no nível de carunchamento, assim como, o aumento do consumo de ração e do índice de conversão alimentar, pode ser explicada em função de uma redução nos valores de energia metabolizável e de aminoácidos sulfurados, no milho, conforme ensaios de metabolismo e análises de aminoácidos descritos no capítulo anterior. A presença de micotoxinas nos níveis mais elevados de carunchamento, pode ter também contribuído para a redução destes parâmetros. O desbalanceamento de aminoácidos na dieta pode ter contribuído para a redução no desempenho e na proteína plasmática.

Apesar de não significativo, a albumina plasmática apresentou uma redução, em valores absolutos, proporcional a redução observada para proteína plasmática, entretanto, devido ao alto coeficiente de variação obtido para esta variável, não se pode detectar efeitos estatisticamente significativos.

A presença de micotoxinas foi detectada apenas no milho com 45% de grãos carunchados e, portanto, não pode ser a explicação para a redução do desempenho e da proteína plasmática dos demais tratamentos. SANTÚRIO (1997) afirma que aflatoxinas provocam redução na proteína plasmática de aves.

Os pesos relativos dos órgãos se encontram na Tabela 5.

Houve efeito de sexo nos valores de peso relativo do pâncreas determinado pelo teste F ($P = 0,05$), tendo as fêmeas apresentadas pesos relativos superiores aos machos, entretanto, esta variável não sofreu efeito do nível de carunchamento.

Fígado, Bolsa de Fabrício, intestino, coração e moela não tiveram seus pesos relativos afetados por sexo ou por níveis de carunchamento. Estes dados não estão de acordo com aqueles de STRINGHINI et al. (2000) que observaram aumento progressivo no peso relativo da Bolsa de Fabrício e fígado.

Tabela 5 – Peso relativo dos órgãos em relação ao peso vivo (PV) das aves, aos 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento

Órgão		Nível de Carunchamento						Média	CV (%)
		2%	10%	17%	38%	45%			
Fígado (% do PV)	Macho	1,873	2,060	1,847	1,921	1,953	1,931 a	9,34	
	Fêmea	1,903	1,890	1,942	1,865	1,853	1,891 a		
	Média	1,888	1,975	1,894	1,893	1,903	1,911		
Pâncreas (% do PV)	Macho	0,183	0,199	0,203	0,186	0,203	0,195 b	9,79	
	Fêmea	0,235	0,230	0,198	0,223	0,214	0,220 a		
	Média	0,209	0,215	0,200	0,204	0,208	0,207		
Bolsa de Fabrícus (% do PV)	Macho	0,237	0,267	0,248	0,244	0,229	0,245 a	15,49	
	Fêmea	0,237	0,246	0,222	0,231	0,218	0,231 a		
	Média	0,237	0,256	0,235	0,237	0,224	0,238		
Intestino (% do PV)	Macho	3,056	3,352	3,189	3,191	3,118	3,181 a	9,35	
	Fêmea	3,065	3,301	3,277	3,116	3,058	3,163 a		
	Média	3,060	3,326	3,233	3,153	3,088	3,172		
Coração (% do PV)	Macho	0,454	0,584	0,454	0,443	0,471	0,481 a	20,05	
	Fêmea	0,400	0,453	0,444	0,470	0,459	0,445 a		
	Média	0,427	0,519	0,449	0,457	0,465	0,463		
Moela (% do PV)	Macho	1,252	1,421	1,313	1,273	1,264	1,305 a	12,08	
	Fêmea	1,387	1,285	1,337	1,362	1,315	1,337 a		
	Média	1,319	1,353	1,326	1,318	1,289	1,321		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P>0,05$).

Os valores de rendimento de carcaça e dos cortes nobres se encontram na Tabela 6.

As variáveis, rendimento de carcaça, rendimento de sobrecoxa e rendimento de dorso não foram afetadas pelo sexo das aves ou pelo nível de carunchamento.

Rendimento de coxa, peito, perna e asa foram afetadas pelo sexo das aves, tendo as fêmeas, apresentado maiores pesos relativos de peito e de asa, e os machos de pernas e de coxas.

Tabela 6 – Rendimento de carcaça e de cortes, em relação ao peso vivo das aves, aos 42 dias de idade, de frangos de corte alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de carunchamento

Parâmetro		Nível de Carunchamento						Média	CV (%)
		2%	10%	17%	38%	45%			
Rend. Carcaça (%)	Macho	79,94	79,80	80,08	79,72	80,69	80,05 a	2,37	
	Fêmea	81,58	79,74	79,36	79,44	79,80			
	Média	80,76	79,77	79,72	79,58	80,24			
Rend. Coxa (%)	Macho	10,35	10,47	10,59	9,88	10,81	10,42 a	4,16	
	Fêmea	10,19	10,27	10,15	9,90	10,08			
	Média	10,27	10,37	10,37	9,89	10,45			
Rend. Sobrecoxa (%)	Macho	10,70	10,41	10,55	10,58	10,76	10,60 a	5,88	
	Fêmea	10,94	10,87	10,82	10,78	10,99			
	Média	10,82	10,64	10,69	10,68	10,88			
Rend. Perna (%)	Macho	3,907	3,943	3,926	4,081	3,995	3,970 a	4,17	
	Fêmea	3,349	3,363	3,391	3,376	3,448			
	Média	3,628	3,653	3,658	3,729	3,722			
Rend. Peito (%)	Macho	22,03	21,44	23,01	21,64	22,63	22,15 b	4,52	
	Fêmea	23,12	23,50	22,73	22,88	22,70			
	Média	22,58	22,47	22,87	22,26	22,67			
Rend. Dorso (%)	Macho	16,60	16,85	15,88	16,77	16,13	16,45 a	4,10	
	Fêmea	15,86	16,03	16,13	16,17	16,02			
	Média	16,23	16,44	16,01	16,47	16,08			
Rend. Asa (%)	Macho	7,983	7,840	8,071	7,859	7,989	7,948 b	3,12	
	Fêmea	8,360	8,024	8,049	8,134	8,153			
	Média	8,172	7,932	8,060	7,997	8,071			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P>0,05$).

CONCLUSÕES

Conclui-se com base nos resultados obtidos que a utilização de milho carunchado em dietas para frangos de corte, provoca redução no ganho de peso e na concentração de proteínas plasmáticas e aumento do consumo de ração e do índice de conversão alimentar de 1 a 21 e de 1 a 42 dias de idade. Não há mudanças no peso relativo dos órgãos e dos cortes, em função dos níveis de carunchamento.

Para cada aumento de 10% no nível de carunchamento, ocorre uma redução de 17,72 g no ganho de peso das aves e aumento de 75,52 g de consumo de ração, o que corresponde, aproximadamente, uma redução de

0,73% no ganho de peso e aumento de 1,69% no consumo de ração aos 42 dias de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, R.P.L. *Danos, flutuação populacional e resistência de genótipos a H. zea em milho*. Jaboticabal: UNESP, 1978, 68p. (Tese de livre docência) – Universidade Estadual de São Paulo, 1978.
- IRABAGON, T. A Rice weevil damage to stored corn. *Journal of Economy Entomology*, 52(6): 1130-1136, 1959.
- LILBURN, M.S., DALE, N. Research Note: Characterization of two samples of corn that vary in bushel weight. *Poultry Science*, 68: 857-860, 1989.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C. et al. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em terminação. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 20(2): 131-135, 1991.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L. F. T.; Donzele, J.L. et al., 2000. *Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SANTÚRIO, J.M. Micotoxinas na produtividade avícola: Tipos, seus efeitos, como detectá-las e previni-las. In: CONFERÊNCIA APINCO 97 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Santos. *Anais...* Santos: Factor, 1997. p.224-257.
- SOUZA, A V. C. *Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos*. Viçosa: UFV, 1999, 77p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- SOUZA, A.V.C. *Composição química e valores energéticos do milho em diferentes níveis de infestação por carunchos, determinados por duas metodologias*. In: *Valor nutricional do grão de milho danificado por insetos e/ou contaminados por micotoxinas para frangos de corte*. Viçosa: UFV, 2002, 154p. (Tese de Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N. S.; ANDRADE, M.A; ORSINE, G.F.; CAFÉ, M.B.; BORGES, S.A Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 29: 191-1989, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – *Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário), 2001.

ARTIGO 3

AVALIAÇÃO DE ADSORVENTES COMERCIAIS E DA SUPLEMENTAÇÃO COM DL-METIONINA EM DIETAS CONTENDO MILHO ATACADO POR INSETOS E FUNGOS SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE

RESUMO

Para avaliar o efeito do nível de carunchamento do milho sobre o desempenho, peso relativo de órgãos, rendimento de carcaça e de cortes e parâmetros séricos de frangos de corte, um experimento foi conduzido utilizando-se 480 pintos de um dia da linhagem Ross (metade machos e metade fêmeas) distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado contendo 6 tratamentos e 8 repetições com 10 aves por box. O tratamento 1 recebeu a dieta testemunha com milho de boa qualidade (2% carunchado). O tratamento 2 recebeu a dieta com milho de má qualidade (45% carunchado e presença de micotoxinas). Os tratamentos 3, 4, 5 e 6 receberam a dieta do tratamento 2, acrescidos dos adsorventes A, B e C, e de DL-metionina respectivamente. As aves foram avaliadas de 1 a 21 e de 1 a 42 dias de idade para determinação do ganho de peso das aves, consumo de ração e conversão alimentar. Aos 42 dias de idade, três aves por box foram sacrificadas para coleta de sangue e avaliação do volume globular médio, proteína e albumina no soro sanguíneo, peso de órgãos e rendimento de carcaça e de cortes. O ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, de 1 a 21 dias de idade, foram afetados pelos tratamentos. De 1 a 42 dias de idade, observou-se efeito sobre consumo de ração, conversão alimentar e proteína plasmática. Com base nos dados, pode-se concluir que a suplementação com DL-metionina foi eficiente para recuperar o desempenho e a proteína plasmática de frangos de corte recebendo dietas infestadas por insetos e fungos e que, os adsorventes comerciais melhoraram os índices de conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: aflatoxina, energia, fumonisina, micotoxina.

An evaluation of different commercial asorbants and different levels of methionine additions in rations containinig different levels of insect damaging by *Sitophillus zeamais* on performance of Ross broilers from 1 to 42 days of age

SUMMARY

In order to evaluate the effects of insect damaging levels on corn, 480 day-old chicks of both sexes, were distributed in a completely randomized factorial arrangement of 6 treatments and 8 replicates with 10 birds per experimental box. The treatment 1 (T1), was assigned into a ration containing a

considered good quality corn, with 2% insect damaging. Treatment 2 (T2) received the corn of the poorest quality, containing 45% of insect damaging plus a contamination with mycotoxins. Treatments 3; 4; 5 and 6 (T3 to T6) were assigned to T2 ration added with commercial adsorbents A, B and C and DL – Methionine. At 21 and at 42 days of age, overall performance for body weight (BW); feed conversion ration (F/C) and total feed intake ((FI) were evaluated. At the end of the experiment 3 birds from each box were taken up, bled, and slaughtered for blood profiles and carcass measurements. There were significant effects of the treatments over BW; F/C, FI and BP. However, the insect damaging and mycotoxin levels seem not to affect average globular volume and albumin. DL – methionine supplementation was efficient in restoring the performance and keeping the blood profile parameters. The added commercial adsorbents also improved F/C ratio from 1 to 42 days of age.

Key words: aflatoxin; fumonisin; energy; methionine.

INTRODUÇÃO

O milho é, em geral, o maior participante e principal fonte de energia das dietas de frangos de corte. No entanto, é um cereal facilmente atacado por pragas, alterando a sua composição química e, conseqüentemente, o seu valor nutritivo. CARVALHO (1978) citou que as principais pragas que atacam o milho armazenado são o *Sitophilus zeamais* (MOTSCHULSKY, 1855), também conhecido como caruncho ou gorgulho do milho e *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819), também conhecido como traça dos cereais.

Alterações na composição química ocorrem com o carunchamento do milho. Reduções no valor de energia metabolizável, no percentual de nitrogênio retido em relação ao ingerido, para suínos, redução nos valores de aminoácidos sulfurados, diminuição do percentual de extrato etéreo e aumento dos teores de fibra bruta e proteína, foram observados por LOPES et al. (1990) & SOUZA et al. (1999).

O ataque ao grão de milho por insetos facilita a contaminação e proliferação de fungos nos mesmos que, por sua vez, podem ser produtores de micotoxinas como, aflatoxinas, ochratoxinas, fumonisinas e zearelenonas. Várias classes de adsorventes (adsorventes inorgânicos, adsorventes orgânicos e adsorventes mistos) têm sido comercializadas no mercado com o intuito de reduzir efeitos deletérios das micotoxinas nos animais, entretanto, restam

dúvidas quanto à eficácia dos mesmos, principalmente, quando os níveis de micotoxinas na dieta são baixos.

STRINGHINI et al. (2001) observaram efeito significativo da utilização de milho carunchado ou de milho mofado nas dietas para frangos de corte, para as variáveis, peso relativo do fígado e Bolsa de Fabrícus e lesões hepáticas e do aparelho locomotor das aves, entretanto, não observaram efeitos sobre o desempenho (consumo de ração, conversão alimentar e ganho de peso).

A queda no desempenho, freqüentemente, observada quando do uso de milho de má qualidade, pode estar associada à baixa concentração de aminoácidos sulfurados e queda no valor energético dos grãos.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a eficácia de adsorventes comerciais e o efeito da suplementação com DL-metionina para frangos de corte recebendo dietas contendo milho carunchado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de março a abril de 2002. Foram utilizados 480 pintos de um dia da linhagem ROSS, metade machos e metade fêmeas, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em um arranjo fatorial (6 tratamentos X 2 sexos) com 8 repetições por tratamento, sendo 4 repetições de machos e 4 repetições de fêmeas. Os animais foram criados dentro de um galpão experimental de alvenaria com 30 m de comprimento por 12 m de largura com 3,5 m de pé direito com telha de amianto, dotado de cortinas e iluminação por lâmpadas incandescentes de 100 watts. A unidade experimental foi o box contendo 10 aves. Os animais foram criados de acordo com o manual da linhagem e receberam duas dietas a base de milho e farelo de soja (1-21 dias e 22 a 42 dias) formuladas para atender às exigências nutricionais dos animais, segundo ROSTAGNO (2000) (Quadro 1).

Os tratamentos, conforme Quadro 2, foram obtidos com base na qualidade do milho e no uso de 3 adsorventes comerciais e da suplementação com DL-metionina.

Quadro 1 – Composição das dietas experimentais de 1-21 dias de idade e 22-42 dias de idade

Ingrediente	Dieta Inicial	Dieta Final
Milho (%)	56,025	61,59
Farelo de Soja(%)	35,809	30,073
Calcário (%)	0,981	0,931
Fosfato Bicálcico (%)	1,823	1,620
Sal (%)	0,455	0,386
L-Lisina HCl (%)	0,163	0,212
DL- Metionina 99% (%)	0,237	0,218
Óleo de Soja refinado (%)	3,220	3,691
Amido de milho (%)	1,000	1,000
BHT (%)	0,020	0,020
Bacitracina de Zinco (10%) (%)	0,020	0,020
Coxistac (Salinomicina 12%) (%)	0,055	0,055
Suplemento Mineral ^{1/} (%)	0,050	0,050
Suplemento Vitamínico ^{2/} (%)	0,100	0,100
Cloreto de colina (60%) (%)	0,042	0,034
Total	100	100
Composição Calculada		
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.000	3.100
Proteína Bruta (%)	21,40	19,30
Fibra Bruta (%)	3,212	2,980
Gordura (%)	5,619	6,200
Cálcio (%)	0,960	0,874
Fósforo Total (%)	0,683	0,625
Fósforo Disponível (%)	0,450	0,406
Sódio (%)	0,222	0,192
Lisina Total (%)	1,263	1,156
Lisina Digestível (%)	1,147	1,052
Metionina Total (%)	0,563	0,516
Metionina + Cisteína Total	0,897	0,825
Treonina Total (%)	0,822	0,738
Triptofano Total (%)	0,266	0,232
Colina (mg/kg)	250	200
Salinomicina (mg/kg)	66	66
Bacitracina de Zinco (mg/kg)	20	20

^{1/} Composição por kg de mistura : ferro 80,0 g; cobre 10,0 g; cobalto 2,0 g; manganês 80,0 g; zinco 50,0 g e iodo 1,0 g.

^{2/} Composição por kg de mistura : Vitamina A, 10.000.000 UI; Vitamina D₃, 1.000.000 UI; Vitamina E, 15.000 UI; Vitamina B₁, 1,5 g; Vitamina B₂, 3,0 g; Vitamina B₆, 1,5 g; ácido pantotênico, 12,0 g; ácido fólico, 740 mg; Vitamina C, 30,0 g, Vitamina K₃, 12,5 g, ácido nicotínico, 22,0 g; antioxidante, 20,0 g e Vitamina B₁₂, 2,0 mg.

Quadro 2 – Tratamentos utilizados, de acordo com tipo de dieta e suplementação

Tratamento	Dietas	Suplementação
1	1	
2	2	
3	2	Adsorvente A
4	2	Adsorvente B
5	2	Adsorvente C
6	2	DL-metionina

Dieta 1 – com milho 2% carunchado.

Dieta 2 – com milho 45% carunchado.

A composição bromatológica do milho carunchado utilizado encontra-se no Quadro 3.

Quadro 3 – Composição bromatológica do milho submetido ao ataque de carunchos (*Sitophilus zeamais*) no armazenamento

Parâmetro	Níveis de Carunchamento	
	2%	45%
Matéria seca (MS) (%)	87,12	88,15
Proteína Bruta (PB) (%)	8,42	8,35
Fibra Bruta (FB) (%)	1,69	2,26
Extrato Etéreo (EE) (%)	3,04	3,51
Cinzas (%)	1,92	1,95
Extrato Não Nitrogenado (ENN) (%)	72,05	72,54
Metionina (%)	0,1501	0,0841
Cisteína (%)	0,1738	0,0875
Energia Bruta (kcal/kg)	3.885	3.905

A adição de DL-metionina e dos adsorventes foi realizada em substituição ao amido, sendo a inclusão dos adsorventes realizada, segundo as recomendações dos fabricantes.

Na dieta inicial do tratamento 6, a adição de metionina foi de 0,364% ou 0,127% a mais que a suplementação das dietas dos demais tratamentos

que receberam 0,237% de metionina. Já na dieta de crescimento do tratamento 6, a adição de metionina foi de 0,357% ou 0,139% a mais que a suplementação das dietas dos demais tratamentos que receberam a adição de 0,218% de DL metionina, de forma que a dieta com suplementação extra de DL-metionina apresentasse os mesmos níveis dietéticos de aminoácidos sulfurados que o tratamento testemunha. A suplementação extra foi calculada com base nos valores analisados de metionina e cisteína do milho com 2 e 45% de carunchamento.

Aos 21 dias, foram avaliados o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

Aos 42 dias, os animais foram pesados após jejum de seis horas e tiveram seu consumo de ração avaliado. Em cada box, três aves escolhidas pela proximidade ao peso médio da parcela foram sacrificadas para coleta de sangue para análise do volume globular médio (VGM), proteína (PTN) e albumina (ALB) plasmáticas. O sangue coletado foi deixado em descanso em frascos de penicilina tombados propositalmente para aumentar a área de superfície exposta do sangue, com o objetivo de maximizar a coleta de soro para as análises. Após a coleta do soro este foi imediatamente congelado até o momento das análises. O valor de VGM foi obtido com o auxílio de micro centrífuga e micro paletas e os valores de albumina e proteína plasmáticas foram obtidos através da análise por meio de kits da marca comercial LABTEST e auxílio de Espectrofotômetro de UV-VIS da Marca HITACHI.

Coração, fígado, moela e Bolsa de Fabrícus foram coletados e pesados após terem o sangue escorrido por 15 minutos à sombra para determinação do seu percentual de peso em relação ao peso vivo da ave. A carcaça, após depenagem e evisceração foi pesada (incluindo cabeça e pés) para determinação do rendimento de carcaça. O peito inteiro, coxa e sobrecoxas foram, então, separados e pesados para determinação do rendimento dos cortes nobres em relação ao peso vivo.

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de TUKEY, ao nível de significância de 5%, usando-se o programa SAEG, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2001) usando-se o modelo estatístico:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

em que

\hat{Y}_{ijk} = observação no nível i do fator A ($j = 1, 2, \dots, a$) no nível j do fator B ($j = 1, 2, \dots, b$) na repetição k ($k = 1, 2, \dots, r$);

A_i = efeito do nível i do fator A ;

B_j = efeito do nível j do fator B ;

$(AB)_{ij}$ = efeito da interação do nível i do fator A com o nível j do fator B .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para peso, consumo de ração e conversão alimentar, de 1 a 21 dias, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Peso médio, consumo de ração e conversão alimentar de 1 a 21 dias de idade de frangos de corte submetidos aos diferentes tratamentos, segundo o sexo

Parâmetro		Tratamento						Média	CV (%)
		1	2	3	4	5	6		
Peso Médio aos 21 dias (g)	Macho	841	804	808	802	798	835	815 A	
	Fêmea	732	699	703	700	693	713	707 B	
	Média	786 a	752 bc	756 bc	751 bc	746c	774 ab	761	
C.A. (1 a 21 dias)	Macho	1,39	1,48	1,47	1,47	1,50	1,40	1,45 B	
	Fêmea	1,44	1,55	1,53	1,55	1,56	1,44	1,51 A	
	Média	1,41 b	1,52 a	1,50 a	1,51 a	1,53 a	1,42 b	1,48	
Consumo Ração de 1 a 21 dias (g)	Macho	1176	1186	1189	1183	1198	1170	1184 A	
	Fêmea	1053	1084	1079	1083	1081	1027	1068 B	
	Média	1115 ab	1135 a	1134 ab	1133 ab	1139 a	1099 b	1126	

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste F ($P>0,05$).

O peso dos animais, aos 21 dias, foi afetado pelo sexo e pelos tratamentos, mas não houve interação entre estes fatores ($P>0,05$). A suplementação com DL-metionina (tratamento 6) foi eficaz em evitar perda de peso

nas aves alimentadas com milho 45% carunchado, pois não diferiu significativamente do tratamento 1. Os tratamentos com milho 45% carunchado com ou sem os adsorventes comerciais, não diferiram estatisticamente entre si e foram inferiores ao tratamento testemunha.

A conversão alimentar, aos 21 dias, foi afetada pelos sexo e pelos tratamentos ($P < 0,05$), sem que houvesse interação entre estes fatores ($P > 0,05$). A conversão alimentar (CA) dos tratamentos contendo milho 2% carunchado e milho 45% carunchado com suplementação adicional de DL-metionina, não diferiram estatisticamente entre si, mas obtiveram valores significativamente menores que os demais tratamentos, mostrando que a adição extra de DL-metionina foi eficiente em melhorar a CA da dieta contendo milho carunchado.

O consumo de ração aos 21 dias, foi também afetado pelo sexo e pelos tratamentos, sem que houvesse interação entre estes fatores. O tratamento que recebeu dieta contendo milho 45% carunchado com suplementação adicional de metionina, diferiu significativamente dos tratamentos que recebiam milho 45% carunchado sem adição de adsorventes e do tratamento que recebeu a adição do adsorvente C. Os demais tratamentos não diferiram entre si.

Os resultados de peso, consumo de ração e conversão alimentar de 1 a 42 dias de idade se encontram na Tabela 2.

O ganho de peso, aos 42 dias de idade, não obteve resposta significativa para nenhum dos tratamentos, sendo afetado somente pelo sexo, embora, tenha havido uma tendência de maior peso, no tratamento com dieta contendo milho 2% carunchado e no tratamento com dieta contendo milho 45% carunchado que recebeu suplementação adicional de DL-metionina.

A conversão alimentar dos animais foi afetada pelos tratamentos e pelo sexo, sem que houvesse interação entre os fatores. O tratamento testemunha não diferiu significativamente do tratamento que recebeu suplementação adicional de DL-metionina. Este, por sua vez, não diferiu significativamente do tratamento recebendo o adsorvente C. Os tratamentos que receberam os adsorventes B e C obtiveram valores significativamente mais baixos que o tratamento que recebeu o adsorvente A, e este, obteve valor significativamente mais baixo que o tratamento que recebeu dieta contendo milho 45% carunchado.

Tabela 2 – Peso médio, consumo de ração e conversão alimentar das aves aos 42 dias de idade submetidos aos diferentes tratamentos, segundo o sexo

Parâmetro		Tratamento						Média	CV (%)
		1	2	3	4	5	6		
Peso Médio aos 42 dias (g)	Macho	2713	2556	2560	2594	2557	2611	2599 A	
	Fêmea	2163	2150	2106	2151	2119	2233	2154 B	
	Média	2438	2353	2333	2373	2338	2422	2377	3,55
C.A. (1 a 42 dias)	Macho	1,76	1,98	1,93	1,89	1,87	1,82	1,88 B	
	Fêmea	1,92	2,10	2,05	1,98	1,97	1,94	1,99 A	
	Média	1,84 e	2,04 a	1,99 b	1,93 c	1,92 cd	1,88 de	1,94	1,48
Consumo de Ração de 1 a 42 dias (g)	Macho	4776	5065	4940	4909	4666	4742	4850 A	
	Fêmea	4159	4513	4311	4249	4174	4337	4291 B	
	Média	4467b	4789 a	4625 ab	4579 ab	4420 b	4540 ab	4571	3,54

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste F ($P>0,05$).

O consumo de ração, aos 42 dias de idade, foi afetado pelos tratamentos e pelo sexo, sem que houvesse interação entre estes fatores. Os tratamentos que receberam a dieta contendo milho 2% carunchado e a dieta contendo milho 45% carunchado com adição do adsorvente C, diferiram significativamente do tratamento recebendo dieta contendo milho 45% carunchado. Os demais tratamentos não diferiram entre si e do tratamento que recebeu dieta contendo milho 45% carunchado.

A análise dos dados permite inferir que a suplementação de DL-metionina foi o tratamento mais eficaz para reduzir a perda de desempenho ocasionada pela utilização de milho com 45% de grãos carunchados. Sendo a metionina nas dietas, em geral, o primeiro aminoácido limitante, era de se esperar que o uso de milho com 45% de grãos carunchados, que apresentou níveis de metionina e cisteína mais baixos que o milho com apenas 2% de grãos carunchados, causasse redução no desempenho. A metionina possui função primordial na síntese de proteína e reações onde ocorre troca de grupamentos metil. Na forma de S-adenosilmetionina, é o mais importante doador de radicais metil, sendo necessária para a biossíntese de creatinina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina, além de ser precursora

de cisteína. Sugere-se ainda que a metionina pode aliviar quadros de intoxicação por aflatoxinas, por ser constituinte da enzima glutathione peroxidase, que atua na detoxificação das aflatoxinas no organismo.

Nas condições de preços dos ingredientes usados nas dietas e do quilo de peso vivo de frango praticados pelo mercado à época de realização do experimento, houve retorno positivo do investimento na suplementação com DL-metionina.

Os valores dos parâmetros plasmáticos avaliados encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de Volume Globular Médio (VGM), Proteína (PTN) e Albumina (ALB) no plasma sangüíneo das aves, aos 42 dias de idade

Parâmetro	Tratamento						
	1	2	3	4	5	6	CV
VGM (%)	32,77	33,96	33,42	33,56	34,04	31,00	12,09
PTN (g/dL)	3,45a	3,28b	3,17b	3,34b	3,23b	3,63a	13,37
ALB (g/dL)	1,90	1,53	1,52	1,67	1,74	1,94	43,32

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

As variáveis VGM e ALB não foram afetadas pelos tratamentos ou pelo sexo das aves, entretanto, para PTN, os tratamentos que receberam dieta contendo milho 2% carunchado e dieta contendo milho 45% carunchado com adição suplementar de DL-metionina, obtiveram valores significativamente maiores do que os demais tratamentos. Mesmo para a variável ALB, embora, esta não tenha obtido respostas significativamente maiores, nestes dois tratamentos, há de se considerar que os seus valores, para estes dois tratamentos, foram em número absoluto, superiores aos demais e que talvez pelo elevado coeficiente de variação, não tenha se detectado as diferenças estatísticas. Assim, pode-se afirmar que os valores de proteínas no plasma de aves recebendo dietas contendo milho altamente infestado por insetos caem, possivelmente, pela redução dos valores de aminoácidos sulfurados no milho carunchado e que a suplementação adicional de DL-metionina corrige esta queda.

O peso relativo dos órgãos encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Peso relativo dos órgãos em relação ao peso vivo das aves aos 42 dias

Parâmetro		Tratamento						Média	CV (%)
		1	2	3	4	5	6		
Fígado (% do PV)	Macho	1,873	1,953	1,962	1,853	1,910	1,898	1,908 a	7,53
	Fêmea	1,903	1,854	1,959	2,066	1,834	1,815		
	Média	1,888	1,903	1,960	1,959	1,872	1,857		
Pâncreas (% do PV)	Macho	0,183	0,203	0,196	0,213	0,196	0,188	0,197 a	11,77
	Fêmea	0,235	0,214	0,225	0,223	0,219	0,210		
	Média	0,209	0,208	0,211	0,218	0,207	0,199		
Bolsa de Fabrícus (% do PV)	Macho	0,237	0,229	0,274	0,260	0,275	0,254	0,255 a	15,52
	Fêmea	0,237	0,218	0,245	0,253	0,222	0,214		
	Média	0,237	0,224	0,261	0,257	0,249	0,234		
Intestino (% do PV)	Macho	3,056	3,118	2,934	3,040	3,150	3,037	3,056 a	10,01
	Fêmea	3,065	3,058	3,393	3,361	3,277	3,302		
	Média	3,060	3,088	3,163	3,201	3,214	3,169		
Coração (% do PV)	Macho	0,454	0,471	0,469	0,436	0,437	0,439	0,451 a	10,31
	Fêmea	0,400	0,459	0,426	0,430	0,423	0,428		
	Média	0,427	0,465	0,448	0,433	0,430	0,434		
Moela (% do PV)	Macho	1,252	1,264	1,267	1,541	1,278	1,382	1,331 a	12,16
	Fêmea	1,387	1,315	1,453	1,406	1,393	1,237		
	Média	1,319	1,289	1,361	1,473	1,336	1,309		

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste F ($P>0,05$).

O peso relativo do fígado, Bolsa de Fabrícus, intestino, coração e moela, não foram afetados pelo nível de carunchamento ou pelo sexo das aves. O peso relativo do pâncreas, entretanto, foi significativamente maior nas fêmeas, não sendo, contudo, afetado pelos níveis de carunchamento.

Os valores obtidos para rendimento de carcaça e de cortes encontram-se na Tabela 5.

O rendimento de carcaça e os pesos relativos de sobre coxas e dorso, não foram afetados pelos tratamentos ou pelo sexo das aves. As fêmeas, entretanto, apresentaram maior rendimento de peito, enquanto, os machos, apresentaram maior rendimento de dorso, pernas e coxas.

Tabela 5 – Rendimento de carcaça e de cortes em relação ao peso vivo das aves aos 42 dias de idade

Parâmetro		Tratamento						Média	CV (%)
		1	2	3	4	5	6		
Rend. Carcaça (%)	Macho	79,94	80,69	80,24	80,44	79,02	80,68	80,17 a	2,36
	Fêmea	81,58	79,80	80,10	80,61	79,82	78,82	80,12 a	
	Média	80,76	80,24	80,17	80,53	79,42	79,75	80,15	
Rend. Coxa (%)	Macho	10,35	10,81	10,45	10,65	11,11	10,80	10,70 a	3,90
	Fêmea	10,19	10,08	10,37	10,23	9,91	9,96	10,12 b	
	Média	10,27	10,45	10,41	10,44	10,51	10,38	10,41	
Rend. Sobrecoxa (%)	Macho	10,70	10,76	11,33	11,21	10,68	10,61	10,88 a	4,75
	Fêmea	10,94	10,99	10,85	10,62	11,01	10,57	10,83 a	
	Média	10,82	10,88	11,09	10,91	10,85	10,59	10,86	
Rend. Perna (%)	Macho	3,907	3,995	4,020	4,036	3,999	3,847	3,967 a	4,17
	Fêmea	3,349	3,448	3,533	3,564	3,607	3,356	3,476 b	
	Média	3,628	3,722	3,777	3,800	3,803	3,602	3,722	
Rend. Peito (%)	Macho	22,03	22,63	21,34	21,76	22,38	22,19	22,06 b	4,38
	Fêmea	23,12	22,70	22,92	23,39	22,57	22,83	22,92 a	
	Média	22,58	22,67	22,13	22,57	22,47	22,51	22,49	
Rend. Dorso (%)	Macho	16,60	16,13	16,91	15,91	16,54	16,48	16,43 a	4,83
	Fêmea	15,86	16,02	15,96	16,73	15,98	15,85	16,07 b	
	Média	16,23	16,08	16,43	16,32	16,26	16,17	16,25	
Rend. Asa (%)	Macho	7,983	7,989	7,901	8,151	8,179	8,157	8,060 a	4,43
	Fêmea	8,360	8,153	8,117	8,101	7,924	8,032	8,115 a	
	Média	8,172	8,071	8,008	8,126	8,051	8,094	8,087	

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste F ($P>0,05$).

CONCLUSÕES

Com base nos dados, pode-se concluir que a suplementação adicional com DL-metionina foi eficiente para recuperar o desempenho e a concentração plasmática de proteína, de frangos de corte recebendo dietas atacadas por insetos e contaminadas por micotoxinas e que os adsorventes comerciais melhoraram o consumo de ração e os índices de conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, R.P.L. *Danos, flutuação populacional e resistência de genótipos a H. zea em milho*. Jaboticabal: UNESP, 1978, 68p. (Tese de livre docência) – Universidade Estadual de São Paulo, 1978.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C. et al. Efeito do nível de carunchamento do milho sobre a digestibilidade de sua proteína e energia para suínos em terminação. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 20(2): 131-135, 1990.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; Donzele, J.L. et al., 2000. *Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SOUZA, A.V.C. *Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos*. Viçosa: UFV, 1999, 77p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; ANDRADE, M.A; ORSINE, G.F.; CAFÉ, M. B.; BORGES, S.A Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v. 29, p.191-198, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – *Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário), 2001.

ARTIGO 4

VALORES ENERGÉTICOS DE DIETAS CONTAMINADAS POR MICOTOXINAS DETERMINADOS POR ENSAIOS COM DIFERENTES PERÍODOS DE ADAPTAÇÃO

RESUMO

Cinco dietas com 0, 100, 200, 300 e 400 ppb de aflatoxinas e 0, 139, 277, 416 e 555 ppb de fumonisinas (denominadas dietas 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente) formuladas a base de milho e farelo de soja, para atender as exigências de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, foram avaliadas em dois ensaios biológicos simultâneos para determinação dos seus valores de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn) e de seus coeficiente de digestibilidade da matéria seca e de extrato etéreo. Utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos machos da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições de oito aves por gaiola dispostos em um arranjo fatorial 5x2 (5 níveis dietéticos de aflatoxinas e 2 modelos de ensaio biológico para determinação de EMAn). Os dois modelos de ensaios biológicos diferiram apenas no período de adaptação dos animais às dietas, que no ensaio A foi de apenas cinco dias e no ensaio B, de 20 dias. Não se observou efeito dos tratamentos sobre as variáveis estudadas. Nas condições em que foi realizado o presente estudo, foi possível afirmar que a adição de até 400 ppb de aflatoxinas e 555 ppb de fumonisinas, não interferiu nos valores de EMAn e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e extrato etéreo das dietas. E que não houve diferenças entre os valores de EMAn e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e extrato etéreo das dietas obtidos pelo método tradicional com 5 ou 20 dias de adaptação às dietas.

Palavras chave: Aminoácidos, EMAn, Metionina, *Sitophilus zeamais*

Energy values of five mycotoxins contaminated rations assayed by different adaptation periods

SUMMARY

Five C-SBM based broiler rations from 1 to 21 days, contaminated with different levels of aflatoxin (100; 200; 300 and 400 ppb) and 0; 139; 277; 416 and 555 ppb of fumonisin respectively for treatments T1 to T5, were evaluated in two simultaneous biological assays for apparent metabolizable energy, corrected for nitrogen, (AMEn); dry matter digestibility coefficients and ether extract. The traditional method for total fecal collection was utilized with male Ross birds in a completely randomized design with 6 repetitions of 8 birds in a 5x2 factorial arrangement (5 aflatoxin levels by 2 biologic assays, A and B

for EMAn). The two different biological assays differed only during the 5 days adaptation period for assay A and 20 days for assay B. It was not observed any treatment effect over the studied variables. It was concluded that under these experimental conditions, 400ppb of aflatoxin and 555 ppb of fumonisin did not interfere on EMAn values and dry matter and ether extract digestibility coefficients of the rations. The same parameters were also unaffected by the different biological assay methodologies, respectively for 5 or 20 days adaptation periods.

Key words: amino acids, methionine, *Sitophilus zeamais*, AMEn.

INTRODUÇÃO

Em Nutrição Animal, define-se energia de um alimento, como a sua propriedade de liberar calor após sua completa oxidação. Esta energia pode ser armazenada para uso posterior em processos metabólicos e/ou ser simplesmente liberada e perdida. Esta propriedade pode ser quantificada e expressa por diferentes unidades de medidas energéticas, sendo, no Brasil, mais comumente usado, a caloria, que é a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um grama de água de 14,5 para 15,5 °C.

A energia é o componente mais caro das rações de frangos de corte, representando, em média, 70% de seu custo. É também, a principal fonte de controle do consumo de frangos de corte, sendo a ingestão de ração inversamente proporcional ao nível de energia da ração de modo a manter constante o consumo de determinado valor de energia.

Assim, os conceitos modernos de Nutrição, estabelecem que a melhor maneira de se expressar os requerimentos nutricionais para frangos de corte não é em valor percentual na ração, mas, sim, em percentual por 1000 kcal de energia (DENBOW, 1989; GONZALES, 1994; MACARI et al., 1994, ROSTAGNO et al., 2000).

A energia de uma ração é também essencial para a síntese de tecidos e outros compostos dos animais. A forma mais comum de energia utilizada nas formulações para frangos de corte chama-se Energia Metabolizável Aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn), que se traduz na energia total obtida pela oxidação dos alimentos menos as perdas energéticas das fezes, urina e produtos gasosos da digestão, associada a uma correção para uma

retenção de nitrogênio nula (equivalente a animais adultos em manutenção) considerando que cada grama de nitrogênio retido pela ave, equivale a 8,22 kcal, pois esta é a energia obtida pela oxidação completa de ácido úrico (Hill e Anderson 1958, citados por PENZ JR., 1999).

Muitos trabalhos demonstram haver alterações significativas nos valores energéticos de ingredientes submetidos a contaminações por fungos ou devido a condições inadequadas de armazenamento.

SANTÚRIO (1996) afirma haver ação direta de micotoxinas sobre enzimas digestivas. Principalmente, a aflatoxina, pode reduzir a digestão e absorção de gorduras.

BARTOV et al. (1982 e 1983) observaram redução do valor de EMAn de dietas contendo milho infestado por fungos (principalmente *Penicillium* e *Aspergillus*), entretanto, não contaminado por micotoxinas (Aflatoxina B1, Ochratoxina, Patulina, Zearelenona e Esterigmatocistina). Observaram, ainda, redução no valor de nitrogênio retido pelas aves durante o ensaio, indicando que a presença de fungos afetaria os processos digestivos nas aves.

TALMADGE et al. (1982) trabalhando com milhos contaminados por 800 ppm de citrinina, 3 ppm de aflatoxinas ou 300 ppb de ochratoxina, observaram que a presença de ochratoxina ou citrinina provocou reduções no valor de EMAn do milho. O tratamento contendo aflatoxinas, entretanto, não diferiu significativamente do tratamento testemunha (milho isento de contaminação por micotoxinas).

KRABBE et al. (1995) conduzindo ensaios de metabolismo com frangos de corte, concluíram que os animais alimentados com o milho atacado por fungos, tiveram um menor aproveitamento da fração energética dos grãos, provavelmente, por algum comprometimento do sistema digestivo.

Devido a importância do valor de energia dos alimentos para as decisões de nutricionistas e devido a grande prevalência de contaminação por aflatoxinas e fumonisinas em rações, no Brasil, objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito destas toxinas nos valores de EMAn de dietas para frangos de corte.

Com base em suposições levantadas, as quais as toxinas não teriam um efeito direto sobre as enzimas digestivas, mas, sim um efeito a longo prazo, provocando danos nos órgãos envolvidos nos processos digestivos,

objetivou-se ainda avaliar dois diferentes tempos de adaptação às dietas no método tradicional de coleta total de excretas para determinação de EMA e EMAn de dietas.

MATERIAL E MÉTODOS

Dietas contendo 0, 100, 200, 300 e 400 ppb de aflatoxinas e 0, 139, 277, 416 e 555 ppb de fumonisinas (denominadas dietas 1, 2, 3, 4 e 5, respectivamente), formuladas a base de milho e farelo de soja para atender as exigências de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade foram avaliadas em dois ensaios biológicos simultâneos, para determinação dos seus valores de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn).

Utilizou-se o método tradicional de coleta total de excretas, com pintos machos da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições de oito aves por gaiola dispostos em um arranjo fatorial 5x2 (5 níveis dietéticos de aflatoxinas e 2 modelos de ensaio biológico para determinação de EMAn).

A composição das dietas experimentais encontra-se no Quadro 1. Para a obtenção dos níveis de aflatoxinas foi incluído, em substituição ao amido, um farelo de arroz contendo 679,634 ppm de aflatoxinas, sendo 82,35% de aflatoxina B1, 2,97% de aflatoxina B2, 9,61% de aflatoxina G1 e 5,07% de aflatoxina G2, produzido na Universidade Federal de Santa Maria pela inoculação do substrato com uma cepa de *Aspergillus sp.*

Para a obtenção dos níveis de fumonisinas, utilizou-se um lote de milho contaminado com 990 ppb de fumonisinas fornecido pela EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas -MG, que misturado nas devidas proporções com um milho isento de micotoxinas, proporcionou os níveis indicados.

Para o ensaio biológico A, 500 aves foram alojadas em círculo de proteção dotado de uma campânula com 3 lâmpadas de aquecimento cuja altura foi modificada com a idade da ave de modo a se oferecer o conforto térmico necessário, de acordo com o manual de criação da linhagem. Bandejas para dieta e bebedouros tipo “copo” foram instalados até os sete dias de idade. Aos cinco dias de idade, bebedouros e comedouros pendulares foram instalados e permaneceram até os 15 dias de idade. A dieta oferecida às aves

Quadro 1 - Composição percentual das dietas experimentais

Ingrediente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Milho A (990 ppb de fumonisinas) (%)	0	14,006	28,013	42,019	56,025
Milho B (Isento de micotoxinas) (%)	56,025	42,019	28,013	14,006	0
Farelo de Soja (%)	35,809	35,809	35,809	35,809	35,809
Calcário (%)	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981
Fosfato Bicálcico (%)	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823
Sal (%)	0,455	0,455	0,455	0,455	0,455
L-Lisina HCl (%)	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163
DL- Metionina 99% (%)	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Óleo de Soja refinado (%)	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220
Amido de milho (%)	1,000	0,9853	0,9706	0,9559	0,9412
BHT (%)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Bacitracina de Zinco (10%) (%)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Coxistac (Salinomomicina 12%) (%)	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Suplemento Mineral ^{1/} (%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento Vitamínico ^{2/} (%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina (60%) (%)	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
Farelo de arroz contaminado (g/100kg)	0	14,714	29,428	44,142	58,856
Total	100	100	100	100	100
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Proteína Bruta (%)	21,40	21,40	21,40	21,40	21,40
Fibra Bruta (%)	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21
Gordura (%)	5,62	5,62	5,62	5,62	5,62
Cálcio (%)	0,960	0,960	0,960	0,960	0,960
Fósforo Total (%)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,222	0,222	0,222	0,222	0,222
Lisina Total (%)	1,263	1,263	1,263	1,263	1,263
Lisina Digestível (%)	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147
Metionina Total (%)	0,563	0,563	0,563	0,563	0,563
Metionina + Cisteína Total	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897
Treonina Total (%)	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822
Triptofano Total (%)	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266
Colina (mg/kg)	250	250	250	250	250
Salinomomicina (mg/kg)	66	66	66	66	66
Bacitracina de Zinco (mg/kg)	20	20	20	20	20
Fumonisinas (ppb)	0	139	277	416	555
Aflatoxinas (ppb)	0	100	200	300	400

^{1/} Composição por kg de mistura : ferro 80,0 g; cobre 10,0 g; cobalto 2,0 g; manganês 80,0 g; zinco 50,0 g e iodo 1,0 g.

^{2/} Composição por kg de mistura : Vitamina A, 10.000.000 UI; Vitamina D₃, 1.000.000 UI; Vitamina E, 15.000 UI; Vitamina B₁, 1,5 g; Vitamina B₂, 3,0 g; Vitamina B₆, 1,5 g; ácido pantotênico, 12,0 g; ácido fólico, 740 mg; Vitamina C, 30,0 g, Vitamina K₃, 12,5 g, ácido nicotínico, 22,0 g; antioxidante, 20,0 g e Vitamina B₁₂, 2,0 mg.

até os 14 dias de idade foi formulada a base de milho e farelo de soja, de acordo com os requerimentos nutricionais descritos por ROSTAGNO et al. (2000) para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade (dieta 1 - isenta de micotoxinas). No décimo quinto dia, as aves foram pesadas e 240 foram selecionadas dentro do peso médio do lote ($456,12 \pm 6,71$ gramas por ave) e transferidas aleatoriamente para 30 gaiolas, formando assim um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e seis repetições com 8 aves em cada gaiola.

Para o ensaio biológico B, 400 aves foram alojadas em cinco baias experimentais (que receberam do primeiro ao décimo quarto dia de idade as dietas 1, 2, 3, 4 ou 5) com 80 aves cada dotadas de uma lâmpada de aquecimento cuja altura foi modificada com a idade da ave de modo a se oferecer o conforto térmico necessário, acordo com o manual de criação da linhagem. Bandejas para dieta e bebedouros tipo “copo” foram instalados até os sete dias de idade. Aos cinco dias de idade, bebedouros e comedouros pendulares foram instalados e permaneceram até os 14 dias de idade. No décimo quinto dia, as aves de cada tratamento foram pesadas e 48 foram selecionadas dentro do peso médio das aves de cada box apresentando peso médio e desvio padrão de $449,34 \pm 9,82$; $462,28 \pm 8,51$; $452,74 \pm 8,63$; $442,36 \pm 10,14$ e $466,12 \pm 7,93$ g/ave, respectivamente, para os tratamentos F, G, H, I e J. As 48 aves de cada tratamento foram, então, divididas aleatoriamente em seis repetições de 8 aves e transferidas para gaiolas nas fileiras 3 e 4 ocupando um total de 30 gaiolas.

As gaiolas possuíam dimensões de 50 cm de comprimento, 40 cm de altura e 40 cm de largura com 40 cm de comedouro providas de um bebedouro tipo nipple com copo de retenção, dispostas em 2 fileiras de 2 andares em uma sala de 80 m^2 , com 4m de pé direito e janelas de vidro recebendo luz natural e ou artificial por 24 horas, com 64 gaiolas.

A partir do décimo quinto dia, as aves dos ensaios A e B tiveram um período de cinco dias de adaptação às dietas experimentais e às instalações e cinco dias para coleta das excretas. Água e dieta foram oferecidas a vontade. Após o período de cinco dias de adaptação, as bandejas de coleta de excretas foram encapadas com plástico para facilitar o trabalho e as excretas foram coletadas as 8 e 18 horas, sendo imediatamente pesadas e posteriormente

congeladas em freezer devidamente acondicionadas em sacos plásticos identificados.

Ao final do período de coleta de excretas, foi determinado o consumo total de dieta e a quantidade total de excretas, que foram, então, descongeladas e homogeneizadas, sendo retiradas alíquotas de cada repetição para pré-secagem e colocadas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por um período de 72 horas.

As amostras de excretas foram moídas e juntamente com as amostras das dietas experimentais, submetidas às análises de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE) e nitrogênio (N), segundo as metodologias descritas por SILVA (1990) e energia bruta (EB), em bomba calorimétrica (Mod. PARR 1271), de acordo com a metodologia descrita no manual do aparelho, utilizando-se ácido benzóico como padrão para sua calibração.

Análises bromatológicas foram realizadas nos ingredientes e nas dietas, de acordo com as metodologias descritas em SILVA (1990). Análises de micotoxinas foram realizadas através da extração com auxílio de colunas de imunoafinidade e leitura em fluorídimetro, previamente calibrado com padrões para micotoxinas (aflatoxinas, zearelenona, fumonisina B1 e ochratoxinas) em triplicata, nas dietas e nos ingredientes, milho e farelo de soja, para certificar que não houvesse contaminação por micotoxinas e para verificar se os níveis de aflatoxinas encontrados nas dietas estavam de acordo com o esperado pela adição do farelo de arroz contaminado às dietas.

Os valores de EMAn das dietas foram calculados, de acordo com PENZ JR. (1999) e os valores de coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e extrato etéreo foram calculados, de acordo com ROSTAGNO (1999).

Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão usando-se o programa SAEG, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2001) usando-se o modelo estatístico:

$$\hat{Y}_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

em que

\hat{Y}_{ijk} = observação no nível i do fator A ($j = 1, 2, \dots, a$) no nível j do fator B ($j = 1, 2, \dots, b$) na repetição k ($k = 1, 2, \dots, r$);

A_i = efeito do nível i do fator A ;

B_j = efeito do nível j do fator B ;

$(AB)_{ij}$ = efeito da interação do nível i do fator A com o nível j do fator B .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bromatológica dos ingredientes e das dietas, bem como os valores para micotoxinas encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Valores analisados de nutrientes e de micotoxinas dos principais ingredientes utilizados na composição das dietas

Parâmetro	Milho A	Milho B	Farelo de Soja	Calcário	Fosfato Bicálcico	Sal	Amido
Umidade (%)	12,03	12,52	11,81	-	-	1,24	10,54
Proteína Bruta (%)	8,78	9,04	45,78	-	-	-	0,15
Fibra Bruta (%)	1,78	1,88	5,84	-	-	-	0,03
Extrato Etéreo (%)	4,42	4,11	1,76	-	-	-	0,00
Cinzas (%)	1,32	1,15	5,14				0,19
Cálcio (%)	0,04	0,04	0,35	37,5	25,03	-	-
Fósforo (%)	0,26	0,22	0,63	-	18,04	-	-
Aflatoxinas (ppb)	2	0	1	-	-	-	-
Ochratoxinas (ppb)	0	0	0	-	-	-	-
Zearelenona (ppb)	0	0	0	-	-	-	-
Fumonisin (ppb)	990	0	0	-	-	-	-

Os resultados da análise de micotoxinas nos ingredientes e nas dietas experimentais mostram haver insignificante contaminação dos ingredientes usados pelas mesmas e que os valores encontrados para as dietas experimentais estão de acordo com os valores esperados pela inclusão do milho mofado e do farelo de arroz contaminado.

Os valores calculados de EMAn nas dietas, encontram-se na Tabela 3.

A análise de variância e regressão mostrou não haver efeito do nível de contaminação de aflatoxina ou do período de adaptação das aves às dietas sobre os valores de EMAn ($P > 0,05$), embora, os valores encontrados não sejam iguais aos valores calculados previamente (3000 Kcal de EMAn/kg de dieta).

Tabela 2 – Valores analisados de nutrientes e de micotoxinas das dietas

Parâmetro	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Umidade (%)	11,04	10,78	11,35	11,47	11,25
Proteína Bruta (%)	21,05	21,14	21,24	21,36	21,38
Extrato Etéreo (%)	5,92	5,85	5,76	5,84	5,52
Cinzas (%)	4,94	4,45	5,10	4,82	5,06
Cálcio (%)	1,01	0,98	0,95	0,98	1,00
Fósforo (%)	0,70	0,71	0,69	0,71	0,71
Aflatoxinas (ppb)	1	98	200	285	379
Ochratoxinas (ppb)	0	0	0	0	0
Zearelenona (ppb)	0	0	0	0	0
Fumonisinás (ppb)	0	127	250	440	530

Tabela 3 – Valores médios de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn) das dietas experimentais com diferentes níveis de aflatoxinas determinadas por dois métodos

Nível de contaminação por aflatoxinas						
Método	0 ppb	100 ppb	200 ppb	300 ppb	400 ppb	Média
Método A	2927,00	2921,84	2928,67	2946,00	2932,67	2931,23 a
Método B	2934,17	2928,17	2924,84	2932,00	2931,5	2929,53 a
Média	2930,59	2925,00	2926,76	2939,00	2932,09	2930,38

CV (%) = 0,97.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P > 0,05$).

SANTÚRIO (1997) afirma que as aflatoxinas se complexam com enzimas como, proteases, lipases e amilases, causando redução na digestibilidade dos nutrientes e conseqüentemente, redução nos valores de energia de grãos.

Entretanto, foi observado que em muitos casos de infestação fúngica em grãos ou em prolongados tempos de armazenamento, há uma redução no teor de extrato etéreo dos grãos (BARTOV, 1982). O tempo de armazenamento por si só, não causa alterações significativas na composição química e valores energéticos de milho, já que grãos de milho armazenados por 110 meses, em boas condições, não sofreram alterações nestes valores (BARTOV 1996).

Assim, pode haver, em geral, uma enganosa associação entre a presença de micotoxinas em grãos e os seus valores energéticos, já que a presença de micotoxinas, freqüentemente, se detecta acompanhada de infestação por insetos e fungos (BARBARINO JR., 2001).

A redução no ganho de peso (conseqüência da redução no consumo de ração pelos animais devido a presença de fungos ou substâncias por estes sintetizadas), é muitas vezes interpretada erroneamente como uma redução no valor energético do alimento, como resultado da presença de micotoxinas.

Um dos sintomas marcantes, descritos na literatura, da presença de aflatoxinas nas dietas de aves é a esteatorréia, ou excreção acima do normal, de gordura nas fezes, atribuída à uma inativação da lipase e ou dos sais biliares pelas aflatoxinas (SANTÚRIO, 1996). A má pigmentação observada nos animais, seria devido a influência de uma menor absorção de compostos lipossolúveis, como os pigmentos presentes no milho, entretanto, em muitos casos pode haver uma confusão entre a má absorção de gorduras (e conseqüentemente, de pigmentos) com uma descoloração progressiva observada em grãos mofados ou armazenados por longos períodos.

BARTOV (1983) após adicionar 1,1% de óleo de soja a dietas contendo milho mofado para compensar a queda observada no valor de extrato etéreo dos grãos submetidos à infestação fúngica, observou igual desempenho ao tratamento testemunha (grãos de boa qualidade), enquanto, que o controle negativo (grãos mofados sem adição de óleo de soja) obteve um ganho de peso 5% inferior. Assim, o autor concluiu que a redução observada nos valores de energia metabolizável de grãos mofados foi devida às alterações no conteúdo de óleos dos grãos e não à uma possível presença de micotoxinas, o que corrobora as conclusões deste estudo, de que a adição de aflatoxinas e fumonisinas nas dietas, até os níveis de 400 e 555 ppb respectivamente, não causaram redução nos valores de energia metabolizável das dietas.

Quanto à comparação entre os dois métodos testados, só é possível afirmar que não houve diferença estatística entre os dois métodos, possivelmente, devido ao fato de não haverem diferenças significativas entre o desenvolvimento prévio dos animais no período pré-experimental recebendo as dietas contendo diferentes níveis de micotoxinas. Entretanto, em situações onde o desempenho prévio dos animais possa ser significativamente afetado

pelos tratamentos, a adoção de um período maior de adaptação às dietas, é uma possibilidade a se estudar.

Nas Tabelas 4, 5, 6 encontram-se os valores de coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e extrato etéreo das dietas experimentais.

Tabela 4 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca das dietas experimentais com diferentes níveis de aflatoxinas determinadas por dois métodos

Nível Contaminação por Aflatoxinas						
Método	0 ppb	100 ppb	200 ppb	300 ppb	400 ppb	Média
Método A	86,70%	85,53%	84,47%	85,11%	85,36%	85,43% a
Método B	83,79%	86,41%	84,72%	85,69%	85,74%	85,30% a
Média	85,24%	85,97%	84,60%	85,40%	85,55%	85,37%

CV (%) = 3,31.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P > 0,05$).

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo (%) das dietas experimentais com diferentes níveis de aflatoxinas determinadas por dois métodos

Nível Aflatoxinas (ppb)						
Método	0	100	200	300	400	Média
Método A	83,18	83,28	82,52	82,66	83,25	82,98 a
Método B	82,63	84,16	82,95	84,09	82,22	83,21 a
Média	82,91	83,72	82,74	83,38	82,74	83,09

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P > 0,05$).

Os resultados de coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes não foram afetados pelos níveis de micotoxinas ou pelo método usado, mostrando a mesma resposta obtida para os valores de EMAn.

Os resultados obtidos concordam com aqueles obtidos por TALMADGE et al. (1982) de que a contaminação por aflatoxinas não afeta a digestibilidade da matéria seca e não afeta os valores de EMAn de milho. Entretanto,

discordam das afirmações de SANTÚRIO (1996) e KRABE (1995) de que aflatoxinas interferem negativamente na digestão e absorção de nutrientes, por frangos de corte, reduzindo assim, o valor energético dos alimentos.

STRINGHINI et al. (2000) observaram diferenças significativas no peso de órgãos do aparelho digestivo de frangos de corte recebendo dietas contendo aflatoxinas. Diferenças no desempenho das aves ou no peso relativo ou absoluto dos órgãos digestivos poderiam ser maiores de acordo com o período a que as aves fossem submetidas às dietas experimentais, antes do período de coleta de excretas, porém, como neste experimento não foi avaliado o peso dos órgãos, a avaliação da necessidade de um maior período de adaptação às dietas experimentais, neste caso, não foi possível.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o presente estudo, é possível afirmar que :

- 1- A adição de até 400 ppb de aflatoxinas e 555 ppb de fumonisinas, não interfere nos valores de EMAn e coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e extrato etéreo das dietas.
- 2- Não houve diferença entre os valores de EMAn e coeficientes de digestibilidade da matéria seca e extrato etéreo das dietas, obtidos pelo método tradicional com 5 ou 20 dias de adaptação às dietas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBARINO JR., P.; ROSTAGNO H.S.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. Uso de parâmetros físicos, químicos e técnicas de análises multivariadas na avaliação da qualidade nutricional do milho: 2 – Predição e perdas de EM. In: CONFERÊNCIA APINCO DE TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP. 2001. *Anais...*Campinas: Facta, p.28, 2001.

BARTOV, I. Effect of storage duration on the nutritional value of corn kernels for broiler chicks. *Poultry Science*, 1996, 75: 1524-1530.

BARTOV, I. Effects of propionic acid and of cooper sulfate on the nutritional value of diets containing moldy corn for broiler chicks. *Poultry Science*, 1983, 62: 2195-2200.

- BARTOV, PASTER, N.; LISKER, N. The nutritional value of moldy grains for broiler chicks. *Poultry Science*, v. 61, p.2247-2254, 1982.
- DENBOW, M.D. Peripheral and central control of food intake. In: SYPOSIUM: THE CONTROL OF FOOD INTAKE IN POULTRY. *Poult. Sci.*, 68: 938-947, 1989.
- GONZALES, E. Mecanismos regulatórios do consumo de alimentos em aves. In: FISILOGIA DA DIGESTÃO E ABSORÇÃO DAS AVES, Campinas, 1994. *Anais....* Campinas: FACTA, 1994. P.27-42.
- KRABBE, E.L.; JUCHEM, S., MACIEL, J.E.S.; PENZ JÚNIOR, A.M.; KESSIER, A.M. Efeito das condições de armazenamento de grãos de milho de energia metabolizável aparente para frangos de corte criados com dietas de diferentes qualidades. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, SP. 1995. *Anais* Campinas: FACTA, p.9-10, 1995.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNESP/ UNESP, 1994, 296p.
- PENZ JR., A.M.P.; KESSLER, A.M.; BRUGALLI, I. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, 1999. *Anais.....* Campinas: FACTA, 1999, p.1-24.
- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, Campinas, SP, 1999. *Anais....*Campinas: FACTA, p.65-83, 1999.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al., *Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SANTÚRIO, J.M. Impacto da qualidade do milho sobre a produção de aves. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2, Goiânia, 1996. *Anais...* Goiânia: AGA, 1996. P.41-46.
- SANTÚRIO, J.M. Micotoxinas na produtividade avícola: Tipos, seus efeitos, como detectá-las e previni-las. In: CONFERÊNCIA APINCO 97 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1997, Santos. *Anais...* Santos: Factor, 1997. p.224-257.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, UFV, MG, Impr. Univ., 1990. 165p.
- STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; ANDRADE, M.A.; ORSINE, G.F.; CAFÉ, M.B.; BORGES, S.A. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, v. 29, p.191-198, 2000.

TALMADGE, S.N.; ZELPHA, B.J.; LINDA, K.K.; BEASLEY J.N. Digestion of dry matter and amino acids and energy utilization by chicks fed molded corn containing mycotoxins. *Poultry Science*, 61: 584-585, 1982.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – *Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário), 2001.

ARTIGO 5

AVALIAÇÃO DE ADSORVENTES COMERCIAIS SOBRE O DESEMPENHO, PESO DE ÓRGÃOS E PARÂMETROS PLASMÁTICOS DE FRANGOS DE CORTE DE 1 A 42 DIAS DE IDADE ALIMENTADOS COM DIETAS CONTAMINADAS POR MICOTOXINAS

RESUMO

Para avaliar o efeito da contaminação por aflatoxinas sobre a performance e parâmetros plasmáticos de frango de corte, um experimento foi conduzido utilizando-se 1800 pintos de um dia, machos, da linhagem Ross, distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, em um arranjo fatorial 5x4 (5 níveis de micotoxinas x 4 tratamentos) com seis repetições com quinze aves por box. Cinco níveis de contaminação por aflatoxinas (0, 100, 200, 300 e 400 ppb) foram estabelecidos usando-se um farelo de arroz altamente contaminado com aflatoxinas. Os quatro tratamentos foram: 3 adsorventes comerciais e um testemunha. As aves foram criadas até 42 dias de idade, segundo o manual de criação da linhagem, sendo avaliados o peso, o consumo de ração e a conversão alimentar de 1 a 21 e 1 a 42 dias. Aos 42 dias, três aves em cada box foram sacrificadas para coleta de sangue para análise de parâmetros plasmáticos (ferro, cálcio, magnésio, fósforo, creatinina, proteína, triglicerídeos, glicose, albumina, gama glutamil transferase, fosfatase alcalina, alanina aminotransferase e aspartato aminotransferase) e para avaliação do peso relativo dos órgãos e lesões no fígado, intestino e Bolsa de Fabrícus. Não observou-se efeitos significativos dos níveis de micotoxinas sobre o desempenho das aves. Entretanto, com o aumento nos níveis de micotoxinas, houve aumento do peso relativo do pâncreas, fígado e Bolsa de Fabrícus, do percentual de fígado com pontos de necrose, percentual de refugos e da enzima plasmática, gama glutamil transferase e redução da proteína e albumina plasmáticas.

Palavras-chave: albumina, fígado, gama glutamil transferase, magnésio, micotoxinas.

An evaluation of different commercial adsorbants in mycotoxin contaminated rations for broiler chickens from 1 to 42 days of age: overall performance and blood plasma parameters

SUMMARY

One thousand eight hundred day-old Ross broiler chickens were used in a completely randomized block design in a factorial arrangement of 5 x 4

(5 mycotoxin levels x 4 treatments) with 6 replicates with 15 birds per box to evaluate the effects of ration contamination with 5 different levels of aflatoxin (0; 100; 200; 300; and 400 ppb). A group control and 3 different commercial adsorbants were used (A;B;C) The birds were reared according to the Ross Manual of management practices from day 1 up to 42 days of age. Body weight (BW); feed conversion ratio (F/C) and feed intake (FI) were measured from 1 to 21 and from 1 to 42 days of age. At 42 days 3 birds from each box were taken up, bled and slaughtered to assess some plasma parameters (Fe; Ca; Mg; P; creatinine; protein; triglycerides, glucose, albumin; gamma-glutamyl transferase; alkaline phosphatase; alanine – aminotransferase and aspartate – aminotransferase). Organs weight relative to the body weight; liver, intestines and bursa lesions were also evaluated. The aflatoxin levels did not affect the overall performance of birds. However as the level of aflatoxin contamination increases was observed an increasing of the relative weight of internal organs – pancreas, liver and bursa – and an augment of the number of necrotic points relative liver weight. The number of poor performing birds also increased as the aflatoxin contamination increased together with plasmatic enzymes gamma-glutamyltransferase. The plasma protein and albumin level were decreased.

Key words: aflatoxin; adsorbants; plasma parameters; liver necrosis.

INTRODUÇÃO

Aflatoxinas são metabólitos secundários de fungos do gênero *Aspergillus*, produzidas em condições de umidade e temperatura ambiente adequadas. Em aves, as aflatoxinas causam diminuição na velocidade de crescimento e na eficiência alimentar, redução do metabolismo protéico e absorção de gorduras, redução na produção de sais biliares, redução na absorção de vitaminas lipossolúveis e pigmentos, ocasionando má pigmentação, redução na detoxificação das toxinas pelo fígado, redução de proteínas plasmáticas (menor produção de imunoglobulinas, interferência na coagulação sangüínea, com hemorragias generalizadas), aumento da mortalidade (não acentuada), redução das atividades fagocitária e linfocitária, com aumento na susceptibilidade à doenças, como fibrose e câncer hepático, aumento do peso relativo dos rins e pâncreas, maior incidência de ovos com cascas defeituosas e má formação de embriões, maior incidência de lesões pancreáticas, renais e intestinais (SANTÚRIO, 1997).

Uma das causas da toxidez das aflatoxinas, para aves é a sua rápida absorção pelo trato gastrointestinal. Esta rápida absorção é evidenciada

através do aparecimento de aflatoxina no sangue, imediatamente após, a ingestão da micotoxina (WYATT, 1991).

Normalmente, questiona-se sobre a concentração de aflatoxina necessária para afetar o desempenho dos animais. Segundo, SANTÚRIO (1997), a resposta está diretamente relacionada com o nível de conforto das aves, ou seja, quanto maior o nível de stress, menor a quantidade de toxina necessária para alterar o desempenho dos animais.

Nestas condições, questiona-se ainda, a eficácia de adsorventes comerciais que são, na maioria dos experimentos, testados com níveis muito elevados de micotoxinas (acima de 2000 ppb).

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de verificar os efeitos de aflatoxinas e fumonisinas em dietas, sobre o desempenho, incidência de lesões e parâmetros plasmáticos de frangos de corte de 1 a 42 dias e a eficácia de 3 categorias de adsorventes comerciais de micotoxinas (orgânicos, inorgânicos e misto).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 1800 pintos de um dia, da marca comercial ROSS, machos, distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso em um arranjo fatorial 5x4 (5 níveis de micotoxinas x 4 tratamentos) com seis repetições e quinze aves por box. Cinco níveis de contaminação por aflatoxinas (0, 100, 200, 400 e 400 ppb) foram obtidos usando-se um farelo de arroz altamente contaminado com aflatoxinas. Os demais tratamentos foram :

- 1- Dieta Controle (sem adição de adsorventes comerciais)
- 2- Dieta com inclusão do adsorvente "A"
- 3- Dieta com inclusão do adsorvente "B"
- 4- Dieta com inclusão do adsorvente "C"

Os adsorventes comerciais de diferentes categorias (inorgânicos, orgânicos e mistos) foram incluídos em substituição ao amido e de acordo com a dosagem recomendada pelo fabricante.

Duas dietas a base de milho e farelo de soja (1-21 dias e 22-42 dias) formuladas para atender às exigências nutricionais dos animais, segundo ROSTAGNO (2000) foram fornecidas as aves. A composição das dietas experimentais de 1 a 21 e 22 a 42 dias encontram-se nos Quadros 1 e 2.

Para a obtenção dos níveis de aflatoxinas, foi incluído, em substituição ao amido, um farelo de arroz contendo 679,634 ppm de aflatoxinas, sendo 82,35% de aflatoxina B1, 2,97% de aflatoxina B2, 9,61% de aflatoxina G1 e 5,07% de aflatoxina G2, produzido na Universidade Federal de Santa Maria pela inoculação do substrato com uma cepa de *Aspergillus sp.*

Para a obtenção dos níveis de fumonisinas, utilizou-se um lote de milho contaminado com 990 ppb de fumonisinas fornecido pela EMBRAPA-CNPMS, Sete Lagoas-MG, que misturado nas devidas proporções com um milho isento de micotoxinas, proporcionou os níveis indicados.

Nas dietas experimentais de 22 a 42 dias, os níveis de aflatoxinas foram estabelecidos pela inclusão, também do farelo de arroz altamente contaminado, sendo mantidos iguais aos níveis das dietas de 1 a 21 dias, entretanto, os níveis de fumonisinas foram estabelecidos pela inclusão do milho contaminado e, portanto, aumentados em relação aos níveis da dieta inicial.

Os animais foram criados dentro de um galpão experimental de alvenaria, com 30 m de comprimento por 12 m de largura com 3,5 m de pé direito com telha de amianto, dotado de cortinas e iluminação por lâmpadas incandescentes de 100 watts. O manejo dos animais foi orientado de acordo com o manual da marca comercial.

Os boxes eram dotados de uma lâmpada de aquecimento cuja altura foi modificada com a idade da ave de modo a se oferecer o conforto térmico necessário, de acordo com o manual de criação da linhagem. Bandejas para dieta e bebedouros tipo “copo” foram instalados até os sete dias de idade. Aos cinco dias de idade, bebedouros e comedouros pendulares foram instalados e permaneceram até o final do experimento. O programa de luz foi contínuo (24 horas de luz artificial) durante todo o período experimental.

Quadro 1 – Composição das dietas experimentais de 1 a 21 dias

Ingrediente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Milho A (990 ppb de fumonisinas) (%)	0	14,006	28,013	42,019	56,025
Milho B (Isento de micotoxinas) (%)	56,025	42,019	28,013	14,006	0
Farelo de Soja (%)	35,809	35,809	35,80	35,809	35,809
Calcário (%)	0,981	0,981	0,981	0,981	0,981
Fosfato Bicálcico (%)	1,823	1,823	1,823	1,823	1,823
Sal (%)	0,455	0,455	0,455	0,455	0,455
L-Lisina HCl (%)	0,163	0,163	0,163	0,163	0,163
DL- Metionina 99%(%)	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Óleo de Soja refinado(%)	3,220	3,220	3,220	3,220	3,220
Amido de milho (%)	1,000	0,9853	0,9706	0,9559	0,9412
BHT (%)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Bacitracina de Zinco (10%) (%)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Coxistac (Salinomicina 12%) (%)	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Suplemento Mineral ^{1/} (%)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento Vitamínico ^{2/} (%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina (60%) (%)	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
Farelo de arroz contaminado (g/100kg)	0	14,714	29,428	44,142	58,856
Total	100	100	100	100	100
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
Proteína Bruta (%)	21,40	21,40	21,40	21,40	21,40
Fibra Bruta (%)	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21
Gordura (%)	5,62	5,62	5,62	5,62	5,62
Cálcio (%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Fósforo Total (%)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina Total (%)	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Lisina Digestível (%)	1,147	1,147	1,147	1,147	1,147
Metionina Total (%)	0,563	0,563	0,563	0,563	0,563
Metionina + Cisteína Total	0,897	0,897	0,897	0,897	0,897
Treonina Total (%)	0,822	0,822	0,822	0,822	0,822
Triptofano Total (%)	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266
Colina (mg/kg)	250	250	250	250	250
Salinomicina (mg/kg)	66	66	66	66	66
Bacitracina de Zinco (mg/kg)	20	20	20	20	20
Fumonisinas (ppb)	0	139	277	416	555
Aflatoxinas (ppb)	0	100	200	300	400

^{1/} Composição por kg de mistura : ferro 80,0 g; cobre 10,0 g; cobalto 2,0 g; manganês 80,0 g; zinco 50,0 g e iodo 1,0 g.

^{2/} Composição por kg de mistura : Vitamina A, 10.000.000 UI; Vitamina D₃, 1.000.000 UI; Vitamina E, 15.000 UI; Vitamina B₁, 1,5 g; Vitamina B₂, 3,0 g; Vitamina B₆, 1,5 g; ácido pantotênico, 12,0 g; ácido fólico, 740 mg; Vitamina C, 30,0 g, Vitamina K₃, 12,5 g, ácido nicotínico, 22,0 g; antioxidante, 20,0 g e Vitamina B₁₂, 2,0 mg.

Quadro 2 – Composição das dietas experimentais de 22 a 42 dias

Ingrediente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5
Milho A (990 ppb de fumonisinas) (%)	-	15,40	30,80	46,19	61,59
Milho B (Isento de micotoxinas) (%)	61,59	46,19	30,79	15,40	-
Farelo de Soja (%)	30,07	30,07	30,07	30,07	30,07
Calcário (%)	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Fosfato Bicálcico (%)	1,62	1,62	1,62	1,62	1,62
Sal (%)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
L-Lisina HCl (%)	0,212	0,212	0,212	0,212	0,212
DL- Metionina 99% (%)	0,218	0,218	0,218	0,218	0,218
Óleo de Soja refinado (%)	3,691	3,691	3,691	3,691	3,691
Amido de milho (%)	1	1	1	1	1
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Bacitracina de Zinco (10%) (%)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Coxistac (Salinomicina 12%)	0,055	0,055	0,055	0,055	0,055
Suplemento Mineral ^{1/} (%)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplemento Vitaminico ^{2/} (%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cloreto de colina (60%)	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
Farelo de arroz contaminado (g/100kg)	0	14,714	29,428	44,142	58,856
Total (%)	100	100	100	100	100
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3100	3100	3100	3100	3100
Proteína Bruta (%)	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
Fibra Bruta (%)	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
Gordura (%)	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Cálcio (%)	0,874	0,874	0,874	0,874	0,874
Fósforo Total (%)	0,625	0,625	0,625	0,625	0,625
Fósforo Disponível (%)	0,406	0,406	0,406	0,406	0,406
Sódio (%)	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Lisina Total (%)	1,156	1,156	1,156	1,156	1,156
Lisina Digestível (%)	1,052	1,052	1,052	1,052	1,052
Metionina Total (%)	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516
Metionina + Cisteína Total	0,825	0,825	0,825	0,825	0,825
Treonina Total (%)	0,738	0,738	0,738	0,738	0,738
Triptofano Total (%)	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
Colina (mg/kg)	200	200	200	200	200
Salinomicina (mg/kg)	66	66	66	66	66
Bacitracina de Zinco (mg/kg)	20	20	20	20	20
Fumonisinas (ppb)	0	152	305	458	610
Aflatoxinas (ppb)	0	100	200	300	400

^{1/} Composição por kg de mistura : ferro 80,0 g; cobre 10,0 g; cobalto 2,0 g; manganês 80,0 g; zinco 50,0 g e iodo 1,0 g.

^{2/} Composição por kg de mistura : Vitamina A, 10.000.000 UI; Vitamina D₃, 1.000.000 UI; Vitamina E, 15.000 UI; Vitamina B₁, 1,5 g; Vitamina B₂, 3,0 g; Vitamina B₆, 1,5 g; ácido pantotênico, 12,0 g; ácido fólico, 740 mg; Vitamina C, 30,0 g, Vitamina K₃, 12,5 g, ácido nicotínico, 22,0 g; antioxidante, 20,0 g e Vitamina B₁₂, 2,0 mg.

De 1 a 21 e 1 a 42 dias foram avaliados o peso, consumo de ração e conversão alimentar dos frangos de corte. Aos 42 dias, os animais foram pesados, após jejum de seis horas e em cada box, três aves escolhidas pela proximidade ao peso médio da parcela, foram sacrificadas para coleta de sangue, para análise de parâmetros séricos. O sangue coletado foi deixado em descanso em frascos de penicilina tombados propositalmente para aumentar a área de superfície exposta do sangue, com o objetivo de maximizar a coleta de soro para as análises. Após a coleta do soro, este foi imediatamente congelado até o momento das análises.

Coração, fígado, baço, pâncreas, intestino, proventrículo, moela e Bolsa de Fabrícus foram coletados e pesados após terem o sangue escorrido por 15 minutos à sombra para determinação do seu percentual de peso em relação ao peso vivo da ave. Cortes do fígado e da Bolsa de Fabrícus foram devidamente preparados para posterior confecção de lâminas histológicas para avaliações histopatológicas.

Avaliação de lesões macroscópicas em órgãos (fígado e moela) e severidade de infestação por *Eimerias* foram também realizados, sendo convidado o Médico Veterinário, Ricardo Pereira Roberti, da PIF-PAF ALIMENTOS, que durante o processo de avaliação recebia o material identificado apenas por números, sem identificação dos tratamentos correspondentes. No fígado, foi observado a presença de pontos de necrose. Na moela, foi observada a presença de erosões que conforme a gravidade apresentada (ausente, leve, moderada ou grave) receberam uma pontuação diferente (0, 1, 2 ou 3 pontos). A infestação por *Eimerias* foi observada identificando-se o tipo de *Eimeria* (*Maxima*, *Acervulina* ou *Tenella*) e também a gravidade da lesão ou infestação (ausente, leve, moderada ou grave).

Entretanto, para a análise do presente estudo, foi apenas analisada a incidência das lesões nas aves.

Foi também realizada uma contagem de aves consideradas refugos, para avaliação da incidência, para posterior necrópsia. Foi considerada refugo, toda ave que apresentasse 60% ou menos que o peso médio do box, ou que apresentasse aspecto fraco ou debilitado.

Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão usando-se o programa SAEG, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (2001) usando-se o modelo estatístico:

$$\hat{Y}_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + w_l + \varepsilon_{ijkl},$$

em que

\hat{Y}_{ijkl} = observação no nível i do fator A ($j = 1, 2, \dots, a$), no nível j do fator B ($j = 1, 2, \dots, b$), no bloco l , na repetição k ($k = 1, 2, \dots, r$);

A_i = efeito do nível i do fator A ;

B_j = efeito do nível j do fator B ;

$(AB)_{ij}$ = efeito da interação do nível i do fator A com o nível j do fator B ;

w_l = efeito do bloco l .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis, peso médio, conversão alimentar e consumo de ração de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade, não observou-se interação significativa entre os níveis de micotoxinas e os tratamentos avaliados ($P > 0,05$).

O peso médio das aves, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, recebendo dietas contaminadas por micotoxinas encontram-se na Tabela 1.

O peso médio, o consumo de ração e a conversão alimentar das aves de 1 a 21 dias não foram afetados ($P > 0,05$) pelos níveis de aflatoxinas ou pelos adsorventes comerciais. Nesta faixa de idade, onde as aves são mais sensíveis a presença de micotoxinas, seria esperado que houvessem diferenças significativas nestas variáveis.

LEDOUX et al. (1999) trabalhando com frangos de corte, observaram que a adição de 4000 ppb de aflatoxina B1 à dieta, ocasionou redução de 196 g no peso das aves, aos 21 dias. Não observaram, entretanto, efeito sobre a mortalidade e conversão alimentar.

KUBENA et al. (1993) trabalhando com adição de 2500 ou 5000 ppb de aflatoxinas, observaram, respectivamente, redução de 63 e 214 g no peso de frangos de corte aos 21 dias.

Tabela 1 – Peso Médio (PM), consumo de ração (CR) e Conversão Alimentar (CA) das aves aos 21 dias de idade

Parâmetro		Nível Aflatoxinas (%)					Média	CV (%)
		0	100	200	300	400		
Peso Médio aos 21 dias (g)	Controle	816	813	824	816	819	817 a	
	Adsorvente A	807	818	823	816	817	816 a	
	Adsorvente B	821	822	822	819	838	825 a	
	Adsorvente C	830	823	816	813	815	819 a	
	Média	819	819	821	816	822	819 a	2,045
C.A. (1 a 21 dias)	Controle	1,418	1,424	1,413	1,419	1,416	1,420 a	
	Adsorvente A	1,399	1,422	1,423	1,420	1,422	1,417 a	
	Adsorvente B	1,425	1,416	1,427	1,440	1,445	1,429 a	
	Adsorvente C	1,431	1,428	1,441	1,432	1,445	1,436 a	
	Média	1,418	1,422	1,426	1,428	1,433	1,426 a	1,725
Consumo de Ração de 1 a 21 dias (g)	Controle	1157	1158	1164	1158	1160	1160 a	
	Adsorvente A	1129	1163	1171	1159	1162	1156 a	
	Adsorvente B	1170	1164	1173	1180	1211	1179 a	
	Adsorvente C	1188	1175	1176	1164	1178	1176 a	
	Média	1161	1165	1171	1165	1178	1168 a	2,604

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P > 0,05$).

No presente estudo, entretanto, o nível mais alto de contaminação possuía 400 ppb de aflatoxinas.

O peso médio das aves, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte 1 a 42 dias de idade, recebendo dietas contaminadas por aflatoxinas encontram-se na Tabela 2.

Aos 42 dias de idade, não observou-se efeitos significativos para as variáveis, peso médio, consumo de ração e conversão alimentar. Entretanto, constatou-se que em valores absolutos, o índice de conversão alimentar das aves que receberam dietas isentas de micotoxinas, foi menor do que os índices de conversão alimentar das aves que receberam dietas contaminadas por aflatoxinas.

Diversos estudos demonstram que a adição de aflatoxinas às dietas, em elevadas concentrações (acima de 2 ppm), provoca redução no desempenho e aumento do índice de conversão alimentar (SHEIDELER, 1993; KUBENA, 1993), entretanto, estes estudos tem como finalidade avaliar a eficácia de adsorventes de micotoxinas pelo uso de ensaios de crescimento

com níveis muito elevados de aflatoxinas (acima de 200 ppb) para que se possa perceber com clareza a resposta ao tratamento com adsorvente. Entretanto, em condições de campo, os níveis de aflatoxinas, no milho, raramente ultrapassam a concentração de 100 ppb.

Tabela 2 – Peso Médio (PM), consumo de ração (CR) e Conversão Alimentar (CA) e % Refugo, aos 42 dias

		Nível Aflatoxinas (%)							
Parâmetro		0	100	200	300	400	Média	CV(%)	
Peso Médio aos 42 dias (g)	Controle	2630	2585	2617	2636	2630	2625 a		
	Adsorvente A	2496	2591	2644	2568	2618	2578 a		
	Adsorvente B	2560	2585	2579	2594	2572	2578 a		
	Adsorvente C	2597	2629	2681	2572	2577	2611 a		
	Média	2571	2597	2630	2593	2599	2598	3,438	
C.A. (1 a 42 dias)	Controle	1,85	1,96	1,92	1,87	1,96	1,91 a		
	Adsorvente A	1,84	1,98	1,90	1,98	1,97	1,93 a		
	Adsorvente B	1,87	1,93	1,98	1,98	1,96	1,94 a		
	Adsorvente C	1,87	1,90	1,97	1,99	1,99	1,94 a		
	Média	1,86	1,94	1,94	1,95	1,97	1,93	2,773	
Consumo de Ração de 1 a 42 dias (g)	Controle	4859	5116	5026	4920	5191	5022 a		
	Adsorvente A	4592	5086	5036	5091	5138	4989 a		
	Adsorvente B	4785	4983	5103	5143	5044	5012 a		
	Adsorvente C	4872	4991	5263	5110	5137	5075 a		
	Média	4777	5044	5107	5066	5127	5024	4,398	
Refugo (%)	Controle	0,167	0,167	0,167	0,667	1,667	0,567 a		
	Adsorvente A	0,333	0,333	0,333	0,667	0,500	0,433 a		
	Adsorvente B	0,167	0,167	0,500	0,500	0,833	0,467 a		
	Adsorvente C	0	0,667	0,833	0,667	1,333	0,700 a		
	Média	0,167	0,375	0,458	0,625	1,083	0,542	121	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P>0,05).

Mesmo o limite de segurança sugerido por diversos pesquisadores e instituições como, a FAO (limites máximos que variam de 20 a 50 ppb) tem incluso uma alta margem de segurança para a grande possibilidade de erro na amostragem dos lotes de grãos. Afirma-se que o erro do resultado final de análise distribui-se em 5% na metodologia analítica e 95% na metodologia de amostragem dos grãos, isto porque, as micotoxinas não se distribuem

uniformemente nos grãos (SANTÚRIO, 1997). Portanto, sugere-se com os atuais resultados que o limite de tolerância de 20 ppb de aflatoxinas adotado por diversos órgãos, baseia-se principalmente no elevado risco de que uma amostra que apresente 20 ppb ou mais de aflatoxinas, possua na realidade um valor muito mais elevado, que ocorre devido aos constantes erros de amostragem ocasionados pela distribuição extremamente desuniforme de micotoxinas em um lote de grãos. Ainda, a presença de aflatoxinas indica que o lote não foi corretamente armazenado, e outras micotoxinas podem estar presentes.

Por se tratar de variável descontínua com distribuição não normal, em um experimento com arranjo fatorial, não cabe para incidência de refugos, análises de regressão ou de comparação de médias e por isto, os dados foram analisados de forma criteriosa com base nos valores absolutos.

Pode-se inferir que, como o percentual de refugos foi muito pequeno, a perda de peso no lote a ele atribuída teve uma influência muito baixa, logo, não foi possível detectar estatisticamente o efeito deste percentual de aves com baixo peso, sobre o peso médio do lote. Este aumento de aves refugo traz como consequência direta, uma redução não acentuada no peso médio do lote e provavelmente, uma maior desuniformidade do lote. Pela observação dos dados pode se verificar uma tendência de os tratamentos que receberam os adsorventes A e B possuírem uma menor taxa de refugos, principalmente nos níveis mais elevados de contaminação por aflatoxinas.

ARAVIND et al. (2003) observaram, com moderados níveis de micotoxinas na dieta de frangos de corte (168 ppb de aflatoxinas, 8,4 ppb de ochratoxina, 54 ppb de zearelenona e 32 ppb de toxina T-2), efeitos significativos sobre o peso, consumo de ração e conversão alimentar e que a adição de manano-glucanos esterificados a dieta aliviou os efeitos negativos das micotoxinas sobre a performance dos animais. Por se tratar da associação de 4 micotoxinas, é possível que tenha havido efeitos sinérgicos entre elas, resultando em um efeito significativo sobre a performance das aves, ao contrário deste experimento, onde estes efeitos não foram verificados.

O peso relativo dos órgãos em relação ao peso vivo das aves, aos 42 dias de idade encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

Não verificou-se efeito ($P>0,05$) entre os níveis de aflatoxinas e os tratamentos sobre o peso relativo de coração, proventrículo, baço e intestino.

Tabela 3 – Peso relativo do proventrículo, baço, intestino e coração em relação ao peso vivo de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de micotoxinas

Parâmetro		Nível Aflatoxina (%)					Média	CV (%)
		0	100	200	300	400		
Proventrículo (% do P.V.)	Controle	0,329	0,335	0,386	0,362	0,352	0,353 a	
	Adsorvente A	0,331	0,366	0,397	0,357	0,357	0,362 a	
	Adsorvente B	0,374	0,337	0,334	0,370	0,374	0,358 a	
	Adsorvente C	0,370	0,347	0,339	0,373	0,358	0,358 a	
	Média	0,351	0,346	0,364	0,365	0,360	0,357	13,79
Baço (% do P.V.)	Controle	0,132	0,139	0,130	0,134	0,145	0,134 a	
	Adsorvente A	0,125	0,127	0,124	0,133	0,131	0,129 a	
	Adsorvente B	0,130	0,116	0,140	0,136	0,134	0,131 a	
	Adsorvente C	0,137	0,142	0,142	0,131	0,151	0,141 a	
	Média	0,131	0,131	0,134	0,133	0,140	0,134	24,32
Intestino (% do P.V.)	Controle	3,647	3,454	4,058	3,495	3,746	3,680 a	
	Adsorvente A	3,474	3,583	3,677	3,687	3,522	3,589 a	
	Adsorvente B	3,700	3,657	3,628	3,324	3,665	3,595 a	
	Adsorvente C	3,582	3,597	3,705	3,519	3,644	3,610 a	
	Média	3,601	3,573	3,767	3,506	3,644	3,618	9,53
Coração (% do P.V.)	Controle	0,629	0,559	0,617	0,593	0,571	0,589 a	
	Adsorvente A	0,612	0,594	0,588	0,567	0,562	0,590 a	
	Adsorvente B	0,586	0,560	0,563	0,598	0,608	0,583 a	
	Adsorvente C	0,594	0,584	0,609	0,594	0,621	0,601 a	
	Média	0,605	0,574	0,594	0,588	0,591	0,590	9,33

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P>0,05$).

Pelo teste F, os níveis de micotoxinas afetaram o peso relativo da moela, entretanto, a análise de variância e regressão não indicou efeito significativo de tratamento ou de regressão para os níveis de micotoxinas ($P>0,05$) para esta variável. O peso relativo do fígado, Bolsa de Fabrícus e pâncreas, aumentaram linearmente ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de micotoxinas (Figuras 1, 2 e 3).

ARAVIND et al. (2003) trabalhando com frangos de corte e com níveis de micotoxinas moderados (168 ppb de aflatoxinas, 8,4 ppb de ochratoxina, 54 ppb de zearelenona e 32 ppb de toxina T-2), observaram aumento do peso relativo da moela e fígado.

Tabela 4 – Peso relativo do fígado, pâncreas, Bolsa de Fabrícus e moela em relação ao peso vivo de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de micotoxinas

Parâmetro		Nível Aflatoxina (%)					Média	CV (%)
		0	100	200	300	400		
Fígado (% do P.V.)	Controle	1,878	1,908	1,978	1,977	2,021	1,953 a	
	Adsorvente A	1,882	1,887	1,902	1,959	2,021	1,930 a	
	Adsorvente B	1,894	1,894	1,942	1,988	2,018	1,947 a	
	Adsorvente C	1,879	1,913	1,974	2,061	2,199	2,005 a	
	Média ^{1/}	1,883	1,900	1,949	1,996	2,065	1,959	6,69
Pâncreas (% do P.V.)	Controle	0,208	0,213	0,212	0,250	0,230	0,223 a	
	Adsorvente A	0,230	0,227	0,213	0,250	0,227	0,229 a	
	Adsorvente B	0,228	0,210	0,222	0,228	0,226	0,223 a	
	Adsorvente C	0,195	0,214	0,221	0,219	0,247	0,219 a	
	Média ^{1/}	0,215	0,216	0,217	0,237	0,232	0,224	12,66
Bolsa de Fabrícus (% do P.V.)	Controle	0,236	0,261	0,268	0,309	0,284	0,271 a	
	Adsorvente A	0,231	0,261	0,269	0,295	0,291	0,269 a	
	Adsorvente B	0,257	0,265	0,266	0,290	0,291	0,274 a	
	Adsorvente C	0,232	0,266	0,280	0,282	0,274	0,267 a	
	Média ^{1/}	0,239	0,263	0,270	0,294	0,285	0,270	17,80
Moela (% do P.V.)	Controle	1,060	1,253	1,207	1,203	1,413	1,227 a	
	Adsorvente A	0,989	1,298	1,214	1,132	1,158	1,158 a	
	Adsorvente B	1,154	1,202	1,120	1,257	1,070	1,160 a	
	Adsorvente C	1,094	1,158	1,220	1,196	1,162	1,166 a	
	Média ^{1/}	1,074	1,228	1,190	1,197	1,201	1,178	15,55

^{1/} Efeito Linear (P<0,05)

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P>0,05).

Estes resultados estão de acordo com BLANKFARD et al. (1981) que observaram 38% de aumento no peso relativo do fígado de aves alimentadas com dietas contendo 20 ppm de aflatoxinas e de OSBORNE & HAMILTON (1981), que concluíram que as aflatoxinas provocam pancreatomegalia compensatória em função da redução da atividade das enzimas pancreáticas.

BAYLEY et al. (1998), LEDOUX et al. (1999), KUBENA et al. (1993), KUBENA et al. (1991) e DWYER et al. (1997) observaram expressivo aumento no peso relativo do fígado, mas verificaram também, aumento no peso relativo dos rins, coração, baço e pró-ventrículo, em frangos de corte alimentados com dietas contendo 2,5 ppm de aflatoxinas.

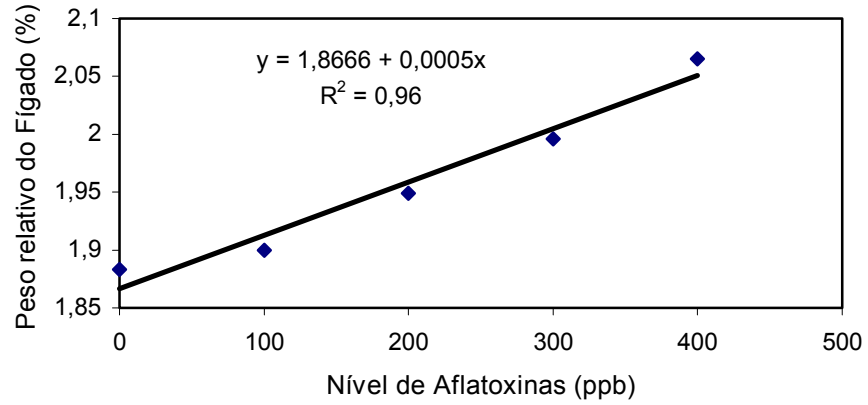


Figura 1 – Efeito do nível de aflatoxinas nas dietas sobre o peso relativo do fígado de frangos de corte aos 42 dias de idade.

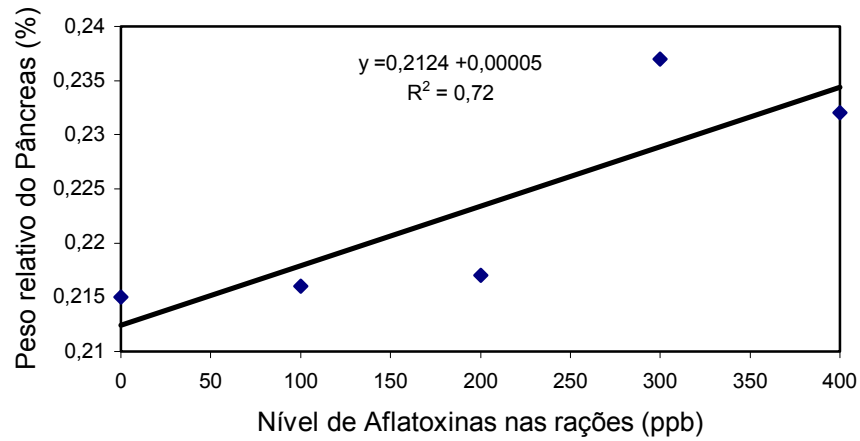


Figura 2 – Efeito do nível de aflatoxinas nas dietas sobre o peso relativo do pâncreas de frangos de corte aos 42 dias de idade.

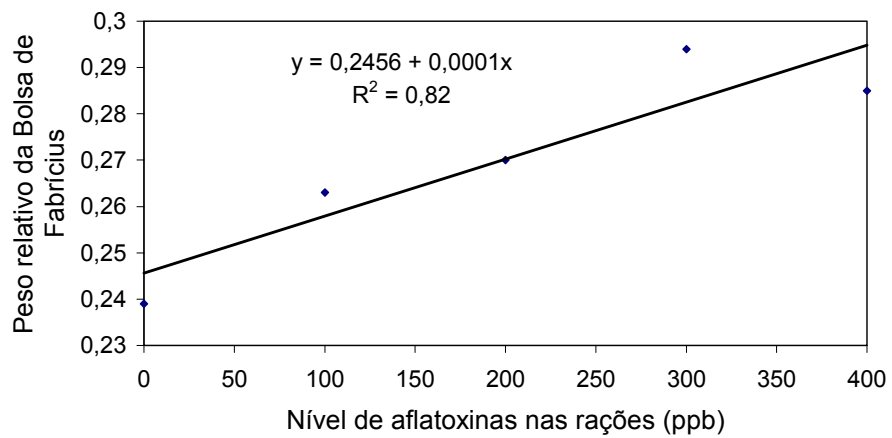


Figura 3 – Efeito do nível de aflatoxinas nas dietas sobre o peso relativo da Bolsa de Fabrício de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Entretanto, KUBENA et al. (1990) observaram redução no peso relativo da Bolsa de Fabrícus, em frangos de corte, que receberam alimentação com 3,5 ppm de aflatoxina.

As avaliações das lâminas histológicas do fígado e da Bolsa de Fabrícus das aves nos diversos tratamentos não indicou haver lesões histológicas características de aflatoxinas ou de fumonisinas. Todavia, lesões ou alterações histológicas foram identificadas, todavia consideradas normais, não podendo serem atribuídas às micotoxinas.

Os valores dos parâmetros plasmáticos avaliados encontram-se nas Tabelas 5, 6 e 7.

Perdas crônicas de sangue, como, microhemorragias constantes, poderiam levar a depleção do ferro no plasma, entretanto, devido a inalteração deste parâmetro, nos diferentes tratamentos, conclui-se que os níveis de toxinas não foram suficientes para causar este efeito.

Tabela 5 – Concentrações plasmáticas (ferro, cálcio, magnésio e fósforo) de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de micotoxinas

Parâmetro		Nível Aflatoxina (%)					Média	CV (%)
		0	100	200	300	400		
Ferro (mg/L)	Controle	1,33	1,29	1,36	1,27	1,38	1,33 a	
	Adsorvente A	1,29	1,29	1,34	1,31	1,34	1,31 a	
	Adsorvente B	1,36	1,35	1,32	1,35	1,37	1,35 a	
	Adsorvente C	1,31	1,39	1,31	1,36	1,34	1,34 a	
	Média	1,32	1,33	1,33	1,32	1,35	1,33	11,61
Cálcio (mg/L)	Controle	11,77	10,82	11,46	11,23	11,12	11,28 a	
	Adsorvente A	11,24	12,06	11,14	11,92	10,91	11,45 a	
	Adsorvente B	11,00	11,09	11,20	11,07	10,88	11,05 a	
	Adsorvente C	11,31	11,24	11,36	11,35	11,17	11,28 a	
	Média	11,33	11,30	11,29	11,39	11,02	11,27	8,34
Magnésio (mg/L)	Controle	1,99	1,92	1,86	1,82	1,82	1,88 a	
	Adsorvente A	1,86	1,92	1,93	1,87	1,82	1,88 a	
	Adsorvente B	1,93	1,91	1,84	1,84	1,92	1,89 a	
	Adsorvente C	1,90	1,87	1,81	1,75	1,69	1,80 a	
	Média	1,92	1,90	1,86	1,82	1,81	1,86 a	11,50
Fósforo (mg/L)	Controle	6,80	6,22	6,45	7,08	6,43	6,60 a	
	Adsorvente A	6,47	6,46	6,30	6,25	6,38	6,37 a	
	Adsorvente B	6,70	6,25	6,29	6,21	6,72	6,43 a	
	Adsorvente C	7,21	6,83	6,32	6,41	6,87	6,73 a	
	Média	6,79	6,44	6,34	6,49	6,60	6,53 a	11,09

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P > 0,05$).

Tabela 6 – Concentração plasmática de creatinina, triglicerídeos, aspartato aminotransferase (TGO), alanino amino transferase (TGP) e de fosfatase alcalina de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de micotoxinas

Parâmetro		Nível Aflatoxina (%)						Média	CV %
		0	100	200	300	400			
Creatinina (mg/dL)	Controle	0,161	0,168	0,152	0,177	0,182	0,168 a	38,29	
	Adsorvente A	0,147	0,198	0,158	0,163	0,161	0,166 a		
	Adsorvente B	0,170	0,153	0,170	0,193	0,153	0,168 a		
	Adsorvente C	0,127	0,168	0,173	0,178	0,203	0,170 a		
	Média	0,151	0,171	0,163	0,178	0,175	0,168		
Triglicerídeos (mg/dL)	Controle	32,98	36,38	33,25	31,51	33,83	33,59 a	23,62	
	Adsorvente A	32,97	32,91	35,84	35,43	41,02	35,63 a		
	Adsorvente B	34,93	33,03	31,59	26,43	42,99	33,80 a		
	Adsorvente C	33,62	31,79	34,05	35,48	36,52	34,29 a		
	Média	33,62	33,53	33,68	32,21	38,59	34,32		
TGO (UI)	Controle	345	353	354	342	376	342 a	18,44	
	Adsorvente A	338	320	356	346	352	354 a		
	Adsorvente B	337	352	349	331	370	348 a		
	Adsorvente C	377	323	346	344	365	351 a		
	Média	349	337	351	341	366	349		
TGP (UI)	Controle	7,33	12,50	8,42	4,92	6,50	7,93 a	104,40	
	Adsorvente A	9,50	4,08	7,92	5,67	4,42	6,32 a		
	Adsorvente B	10,16	5,08	4,92	6,92	10,33	7,48 a		
	Adsorvente C	9,83	4,58	4,33	6,58	4,25	5,92 a		
	Média	9,21	6,56	6,40	6,02	6,38	6,91		
Fosfatase Alcalina (UI)	Controle	4349	3847	3604	4379	4513	4138 a	33,29	
	Adsorvente A	4339	3583	4290	3649	3780	3928 a		
	Adsorvente B	4053	3230	3615	3941	3804	3729 a		
	Adsorvente C	3894	3971	3381	3472	3976	3739 a		
	Média	4159	3658	3722	3860	4018	3883		

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P > 0,05$).

Pelos resultados obtidos, conclui-se que a adição de micotoxinas nos níveis mencionados neste trabalho, não foram suficientes para causar problemas renais e conseqüente alteração dos níveis plasmáticos de fósforo. LEDOUX et al. (1999), BAILEY et al. (1998), KECECI et al. (1998), verificaram redução nos valores de fósforo total no plasma, em razão do consumo de ração com níveis elevados de aflatoxinas (3,5 a 4 ppm) por frangos de corte.

No presente estudo, o cálcio plasmático não sofreu alterações em função dos tratamentos, concordando com as conclusões de KECECI et al. (1998) e discordando das conclusões de LEDOUX et al. (1999) e KUBENA et al. (1993) que observaram significativa redução na concentração plasmática

de cálcio com o uso de dietas contendo níveis elevados de aflatoxinas (3,5 a 4 ppm) em dietas de frangos de corte.

Tabela 7 – Concentrações plasmáticas de proteína, glicose, gama glutamil transferase e albumina de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de micotoxinas

		Nível Aflatoxina (%)							
Parâmetro		0	100	200	300	400	Média	CV (%)	
Proteína ^{1/} (g/L)	Controle	31,52	30,89	30,83	30,71	29,93	30,77 a		
	Adsorvente A	31,26	31,10	30,79	30,75	30,22	30,82 a		
	Adsorvente B	31,99	31,37	30,46	30,76	31,06	31,13 a		
	Adsorvente C	31,21	31,57	30,68	30,58	30,15	30,84 a		
	Média	31,49	31,23	30,69	30,70	30,34	30,89	6,49	
Glicose ^{2/} (mg/dL)	Controle	264	238	242	268	259	254 a		
	Adsorvente A	285	239	252	246	243	253 a		
	Adsorvente B	287	268	261	247	248	262 a		
	Adsorvente C	265	257	236	243	280	256 a		
	Média	275	251	248	251	258	256	12,53	
Gama Glutamil Transferase ^{1/} (UI)	Controle	29,25	28,50	31,08	32,75	32,83	30,88 a		
	Adsorvente A	29,25	29,39	30,08	30,42	31,08	30,04 a		
	Adsorvente B	29,17	30,75	30,08	30,50	32,42	30,58 a		
	Adsorvente C	29,75	30,42	31,92	31,67	33,00	31,35 a		
	Média	29,35	29,76	30,79	31,33	32,33	30,72	14,36	
Albumina ^{1/} (g/dL)	Controle	1,86	1,77	1,74	1,67	1,65	1,74 a		
	Adsorvente A	1,83	1,81	1,79	1,76	1,71	1,78 a		
	Adsorvente B	1,86	1,80	1,79	1,76	1,76	1,79 a		
	Adsorvente C	1,83	1,79	1,71	1,69	1,66	1,74 a		
	Média	1,84	1,79	1,76	1,72	1,70	1,76	8,19	

^{1/} Efeito Linear e ^{2/} Efeito Quadrático.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F (P>0,05).

A não alteração da concentração plasmática de creatinina, em função dos tratamentos, nos permite concluir que a adição de micotoxinas às dietas, neste estudo, não foi suficiente para afetar a função renal (concordando com as conclusões obtidas pelo estudo de outras variáveis, como a concentração plasmática de magnésio, cálcio e fósforo) ou de provocar redução na massa muscular de forma significativa.

Não observou-se efeito dos tratamentos sobre a concentração plasmática de triglicerídeos, sugerindo que a adição de micotoxinas neste estudo, não foi suficiente para causar patologias do fígado e pâncreas, capazes de provocar hiperlipidemia ou hipolipidemia. KUBENA et al. (1993), entretanto, verificaram a queda na concentração plasmática de triglicerídeos, associando o fato à perda parcial da capacidade do fígado em metabolizar gorduras, ocasionando quadros patológicos comuns em aflatoxicose, como o fígado gorduroso.

Devido à observação de as concentrações plasmáticas de TGP e TGO não terem sido afetadas pelos tratamentos, pode-se concluir que, neste estudo, a adição de micotoxinas, nos níveis anteriormente mencionados, não foi suficiente para causar lesões hepáticas e em outros tecidos, em dimensões suficientes, para causar elevação das transaminases plasmáticas. Esperava-se que ao menos, a TGP se apresentasse elevada, nos níveis mais altos de contaminação por micotoxinas, devido a sua maior sensibilidade a lesões menos extensas e profundas no fígado, entretanto, devido ao elevado coeficiente de variação apresentado por esta variável, não foi possível detectar diferenças estatísticas. KUBENA et al. (1993) observaram redução significativa nos valores de TGO, em frangos de corte, alimentados com dietas contaminadas com 3,5 ppm de aflatoxinas. Esta redução também foi observada por HUFF et al. (1992).

No presente estudo, não se verificou efeito dos tratamentos sobre a fosfate alcalina plasmática e, portanto, não podemos afirmar ter havido alterações patológicas graves no tecido hepático e ósseo. Estas conclusões discordam, entretanto, das observações de BAILEY et al. (1998) e PHILIPS et al. (1990) que verificaram redução na concentração plasmática da fosfatase alcalina, em frangos de corte recebendo dietas contaminadas por altos níveis de aflatoxinas (5 ppm).

A proteína e albumina plasmáticas reduziram linearmente, com o aumento nos níveis de micotoxinas (Figuras 4 e 5). A enzima gama glutamil-transferase aumentou linearmente com os níveis de micotoxinas (Figura 6). Os valores de glicose apresentaram efeito quadrático.

A redução na concentração da proteína e da albumina plasmática observada com o aumento dos níveis de micotoxinas, pode ser explicada pelo efeito inibitório de aflatoxinas sobre a síntese de proteínas, no fígado.

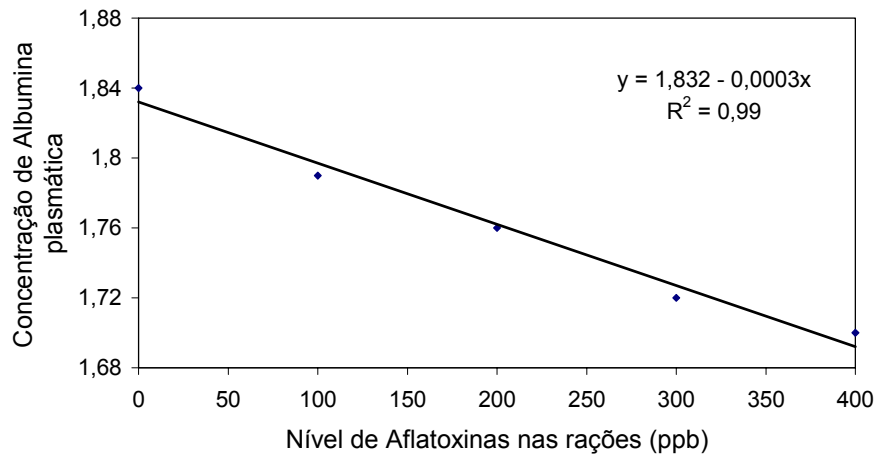


Figura 4 – Efeito do nível de aflatoxinas nas dietas sobre a concentração plasmática de albumina em frangos de corte aos 42 dias de idade.

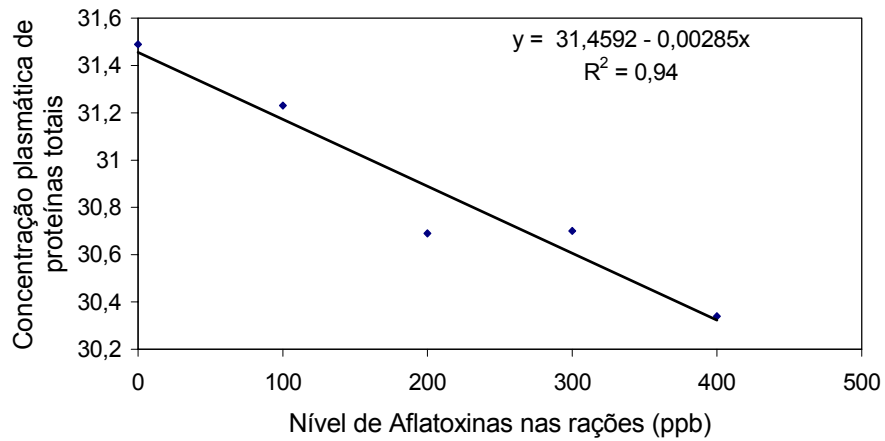


Figura 5 – Efeito do nível de aflatoxinas nas dietas sobre o peso relativo do pâncreas de frangos de corte aos 42 dias de idade.

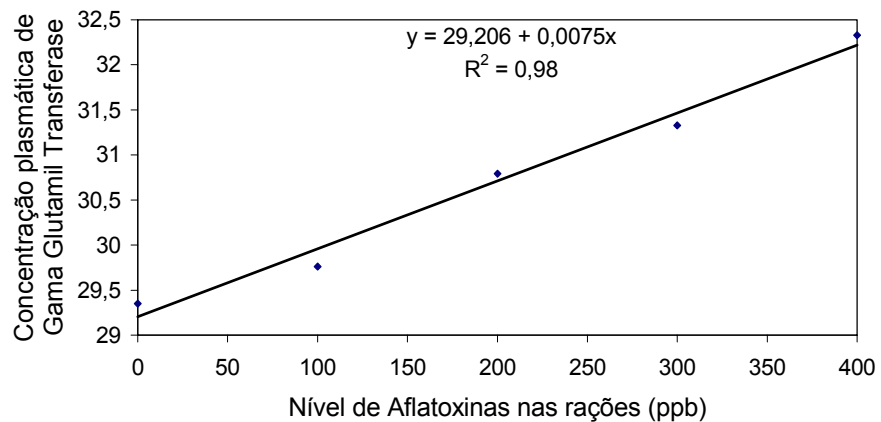


Figura 6 – Efeito do nível de aflatoxinas nas dietas sobre a concentração plasmática de gama glutamil transferase de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Pela observação do aumento linear da concentração plasmática da enzima gama glutamil transferase, conclui-se que a elevação dos níveis de micotoxinas, provocou a ocorrência de, pelo menos, leves lesões no tecido hepático. Estas observações concordam com os relatos de KUBENA et al. (1993), KUBENA et al. (1990) que observaram elevação desta enzima no plasma de frangos de corte recebendo dietas contaminadas por elevados níveis de aflatoxinas (3,5 ppm) e ARAVIND et al. (2003) que observaram elevação desta enzima no plasma de frangos de corte recebendo dietas contaminadas por moderados níveis de micotoxinas (168 ppb de aflatoxinas, 8,4 ppb de ochratoxina, 54 ppb de zearelenona e 32 ppb de toxina T-2).

O efeito observado sobre as concentrações plasmáticas de glicose apresentaram efeito quadrático, mas sempre com valores reduzidos nos níveis que apresentavam contaminação por micotoxinas, concordando com as observações de LEDOUX et al. (1999), KUBENA et al. (1993) e discordando de KECECI et al. (1998) que não observaram efeito de contaminação por micotoxinas sobre a glicose plasmática.

Os resultados de incidência de lesões de coccidiose, erosão na moela, e fígado com pontos de necrose encontra-se na Tabela 8.

Por se tratarem de variáveis descontínuas, com distribuição não normal e em um experimento com arranjo fatorial, não cabe para as variáveis de incidência de lesões por coccidiose, de erosões e de pontos de necrose no fígado, análises de regressão ou de comparação de médias (estando todavia os resultados destas apresentados na Tabela 8), devendo os dados serem analisados de forma criteriosa com base nos valores absolutos.

Os resultados de incidência de lesões nos órgãos, estão de acordo com as conclusões de STRINGINNI (2000) de que as aflatoxinas causam lesões no fígado.

Em valores absolutos, observa-se que os níveis mais elevados de micotoxinas provocaram expressivos aumentos no número de aves com lesões por coccidiose, com lesões na moela, pontos de necrose no fígado e ocorrência de um maior percentual de refugos.

Observa-se para a variável incidência de lesões por coccidiose, aumentos expressivos com o aumento nos níveis de micotoxinas, e que os adsorventes A e B foram eficientes para reduzi-las. Quanto à incidência de

pontos de necrose no fígado, pode-se observar que apenas o adsorvente A foi capaz de reduzi-la.

Tabela 8 – Incidência de lesões de coccidiose, erosão na moela e de fígado com pontos de necrose de frangos de corte, aos 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo milho em diferentes níveis de micotoxinas

Parâmetro		Nível Aflatoxina (%)					Média	CV (%)
		0	100	200	300	400		
Lesões de Coccidiose (%)	Controle	0,500	1,083	1,500	1,583	1,333	1,200 a	
	Adsorvente A	0,417	0,833	1,417	0,833	0,750	0,850 a	
	Adsorvente B	0,417	0,750	0,917	1,167	1,083	0,867 a	
	Adsorvente C	0,417	1,250	1,250	1,667	1,167	1,150 a	
	Média	0,437	0,979	1,270	1,313	1,083	1,016	89,54
Erosão Moela (%)	Controle	0,083	0,250	0,250	0,167	0,250	0,200 a	
	Adsorvente A	0,167	0,333	0,167	0,250	0,250	0,233 a	
	Adsorvente B	0,167	0,333	0,333	0,250	0,417	0,300 a	
	Adsorvente C	0,083	0,250	0,167	0,083	0,333	0,183 a	
	Média	0,125	0,292	0,229	0,187	0,312	0,229	125
Necrose Fígado (%)	Controle	0	0,250	0,250	0,667	1,000	0,433 a	
	Adsorvente A	0	0,250	0,167	0,167	0,333	0,183 a	
	Adsorvente B	0	0,167	0,500	0,667	0,667	0,400 a	
	Adsorvente C	0,083	0,333	0,333	0,833	1,083	0,533 a	
	Média	0,020	0,25	0,312	0,583	0,770	0,387	119

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste F ($P > 0,05$).

À necrópsia, as aves consideradas refugos foram em sua quase absoluta maioria consideradas como resultado da ação de micotoxinas sobre indivíduos mais susceptíveis da população. Hepatomegalia e pancreatomegalia foram freqüentes à necropsia e os parâmetros plasmáticos, muito diferentes das aves selecionadas no peso médio de cada tratamento, verificando-se enorme amplitude de variação nestes parâmetros. A análise das lâminas histológicas do tecido hepático mostrou haver em pelo menos 60% das aves refugo, lesões e alterações típicas de intoxicação por aflatoxinas, sendo a proliferação de ductos biliares e a ocorrência de fígado gorduroso (vacuolização citoplasmática de hepatócitos) as ocorrências de maior frequência. As lesões e alterações foram mais marcantes nas aves refugos que receberam dietas com 300 ppb ou mais de aflatoxinas.

CONCLUSÕES

A contaminação com aflatoxinas na dieta de aves, até os níveis de 400 ppb, não foi suficiente para promover redução no desempenho destes animais, porém, provocou alterações nos parâmetros séricos, reduzindo os teores de proteína e de albumina e aumentando linearmente as concentrações de gama glutamil transferase, evidenciando assim, prejuízo da função hepática.

Aumento na incidência de lesões e de ocorrência de refugos, bem como, aumento no peso relativo do fígado e do pâncreas foi ocasionado pelo consumo de rações contaminadas por micotoxinas por frangos de corte.

Os adsorventes A e B reduziram a incidência de lesões por coccidiose e de aves refugo, e o adsorvente A reduziu também a incidência de pontos de necrose no fígado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAVIND, K.L.; PATIL, V.S.; DEVEGOWDA, G. Efficacy of esterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers. *Poultry Science*, 82: 571-576, 2003.
- BAILEY, R.H.; KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; et al. Efficacy of various inorganic Sorbents to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens. *Poultry Science*, 77: 1623-1630, 1998.
- BLANKFARD, M.B.; OTTINGER, M.A.; DOERR, J.A. Aflatoxicosis on Leghorn males in sexual maturation. *Poultry Science*, 60(7): 1625-1626, 1981.
- DWYER, M.R.; KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; MAYURA, K.; SARR, A.B.; BUCKLEY, S.; BAILEY, R.H.; PHILLIPS, T.D. Effects of inorganic adsorbents and cyclopiazonic acid in broilers chickens. *Poultry Science*, 76: 1141-1149, 1997.
- HUFF, W.E.; KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; PHILLIPS, T.D.; et al. Effect of hydrated sodium calcium aluminosilicates to reduce the individual and combined toxicity of aflatoxin and ochratoxin A. *Poultry Science*, 71: 64-69, 1992.
- KECECI, T.H.; OGUZ, V.K.; DEMET, O. Effects of polyvynylpolypyrrolidone syntetic zeolite and bentonite on serum biochemical and hematological characters of broiler chickens during aflatoxicosis. *Br. Poult. Sci.*, 39: 452-458, 1998.

- KUBENA, L.F.; HUFF, W.E.; HARVEY, R.B.; YERSIN, A.G.; ELISSALDE, M.H.; WILTZEL, D.A.; GIRIOR, L.E.; PHILLIPS, T.D. Effects of a hydrated sodium calcium aluminosilicate on growing turkey poult during aflatoxicosis. *Poultry Science*, 70: 1823-1830, 1991.
- KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; BAILEY, R.H.; et al. Effect of hydrated sodium calcium aluminosilicates (T-Bind) on aflatoxicosis in briler chicks. *Poultry Science*, 72: 651-657, 1993.
- KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; PHILLIPS, T.D.; et al. Diminution of aflatoxicosis in growing chickens by the dietary addition of a hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Poultry Science*, 69: 727-735, 1990.
- KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B.; PHILLIPS, T.D.; et al. Effect of hydrated sodium calcium aluminosilicates on Mycotoxicosis in young broiler chicks. *Poultry Science*, 77: 1502-1509, 1998.
- LEDOUX, D.R.; ROTTINGHAUS, G.E. BERMUDEZ, A.J. et al. Efficacy of a hydrated sodium calcium aluminosilicate to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broiler chicks. *Poultry Science*, 78: 204-210, 1999.
- MAURICE, D.V.; BODINE, A.B.; REHER, N.J. Effects metabolics of levels aflatoxin B1 on poultry chicks. *Applied and Environmental Microbiology*, 45 (3): 980-984, 1983.
- OSBORNE, D.J.; HAMILTON, P.B. Reduction of digestion and pancreatic enzymes during aflatoxicosis. *Poultry Science*, 60(8): 1818-1821, 1981.
- PHILLIPS, T.D.; CLEMENT, B.A.; KUBENA, L.F.; HARVEY, R.B. Detection and detoxification of aflatoxins: prevetion of aflatoxicosis and aflatoxin residues with hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Vet. Human. Toxicol.*, 32: 15-19, 1990.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.* Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.
- SANTÚRIO, J.M. Micotoxinas na produtividade avícola: Tipos, seus efeitos, como detectá-las e previni-las. In: CONFERÊNCIA APINCO 97 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1997, Santos. *Anais...* Santos: Facta, 1997. p.224-257.
- SCHEIDELER, S.E. Effects of various types of aluminosilicates and aflatoxin B1 on aflatoxin Toxicity, chick performance, and mineral status. *Poultry Science*, 1993, 72:282-288.
- STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; ANDRADE, M.A; ORSINE, G.F.; CAFÉ, M.B.; BORGES, S.A. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 29: 191-1989, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – *Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário), 2001.

WYATT, R.D. Poultry. In: SMITH, J.E.; HENDENSON, R.S. (Eds.) *Mycotoxins and Animals Foods*. CRC Press, Chapter 24, p. 553605, 1991.

3. RESUMO E CONCLUSÕES

Cinco experimentos foram conduzidos, com frangos de corte da linhagem ROSS, com o objetivo de estudar o efeito do nível de carunchamento do milho e a contaminação de dietas para frangos de corte com micotoxinas sobre os valores de energia metabolizável aparente corrigida pela retenção de nitrogênio (EMAn) e dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das dietas e de avaliar o seu impacto sobre o desempenho (peso, consumo de ração, conversão alimentar e incidência de refugos), parâmetros plasmáticos, rendimento de carcaça e de cortes, peso relativo e incidência de lesões em órgãos. O primeiro experimento envolveu 900 aves, de 1 a 26 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial 5x2 (5 níveis de carunchamento do milho e 2 períodos de adaptação às dietas) com 6 repetições contendo 6 aves por gaiola cada. Observou-se redução linear de EMAn nas dietas, não se observando diferenças causadas pelos diferentes tempos de adaptação às dietas. No segundo experimento, 400 pintos de um dia foram distribuídos em boxes em um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial 5x2 (5 níveis de carunchamento do milho e 2 sexos) com 4 repetições de 10 aves cada. Observou-se redução linear no peso vivo e aumento linear sobre o consumo de ração e índice de conversão alimentar das aves, 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade, em função do aumento do nível de carunchamento. Não foi verificado nenhum efeito do nível de carunchamento sobre o volume globular médio do sangue, a concentração

sérica de albumina, rendimento de carcaça e de cortes e peso relativo dos órgãos. O terceiro experimento avaliou a suplementação de DL-metionina e a inclusão de adsorventes comerciais em dietas contendo milho 45% carunchado e levemente contaminado por aflatoxinas, utilizando 480 pintos de um dia, da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial 6X2 (6 tratamentos e 2 sexos) onde os tratamentos foram a utilização de milho 2% carunchado (testemunha), milho 45% carunchado e milho 45% carunchado com suplementação de DL-metionina ou de um dos três adsorventes de micotoxinas. Não constatou-se diferença no desempenho aos 21 dias, entretanto, aos 42 dias observou-se redução, em valores absolutos, no peso das aves e na concentração sérica de albumina e aumento no índice de conversão alimentar com a utilização de milho 45% carunchado, tendo sido, a suplementação com DL-metionina eficiente em recuperar estas perdas. Não observou-se alterações no peso relativo dos órgãos, rendimento de carcaça e de cortes e valores de proteínas plasmáticas totais e volume globular médio do sangue das aves, aos 42 dias de idade. O quarto experimento envolveu 900 pintos de um dia, da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com um arranjo fatorial 5x2 (5 níveis de micotoxinas e 2 períodos de adaptação às dietas) para avaliação de EMAn. Não observou-se diferenças nos valores de EMAn das dietas, em função da contaminação destas por micotoxinas ou pelo tempo de adaptação às dietas usados nos ensaios biológicos. O quinto experimento envolveu 1800 pintos de um dia, da linhagem ROSS, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado disposto em um arranjo fatorial 5x4 (5 níveis de micotoxinas e 4 tratamentos) com 6 repetições contendo 15 aves cada. Os 4 tratamentos foram a utilização de 3 adsorventes comerciais e um tratamento testemunha (sem uso de adsorventes). Não constatou-se diferenças significativas no peso, consumo de ração e conversão alimentar de 1 a 21 e 1 a 42 dias de idade. Entretanto, observou-se, em números absolutos, maior incidência de refugos, nos níveis mais elevados de contaminação por micotoxinas. Observou-se, ainda, aumento significativo no peso do fígado, pâncreas e Bolsa de Fabrícus, na incidência de pontos de necrose no fígado e na incidência de coccidiose e na concentração da enzima gama glutamil transferase no plasma das aves, aos 42 dias de idade, com a elevação dos

níveis de micotoxinas nas dietas. Reduções significativas foram observadas na concentração de proteínas plasmáticas totais e de albumina plasmática. Não foram observadas alterações nas concentrações de transaminases no plasma (alanina amino transferase e aspartato amino transferase), minerais (cálcio, ferro, fósforo e magnésio), creatinina, triglicerídeos e colesterol e no peso relativo do baço, intestino e coração. Conclui-se que a utilização de milho carunchado em dietas de frangos de corte provoca redução no desempenho das aves, por reduzir o valor energético e de aminoácidos sulfurados do milho e que a suplementação com DL-metionina é eficaz para reduzir a perda de peso e aumentar a eficiência alimentar. A utilização de dietas contendo micotoxinas provoca alterações metabólicas em aves e aumentam a incidência de lesões em órgãos e de animais refugos. A utilização de adsorventes comerciais foram pouco eficientes em evitar este quadro, tendo sido, os adsorventes A e B eficientes em reduzir a incidência de lesões de coccidiose e o adsorvente A, em reduzir a incidência de pontos de necrose no fígado das aves. Sugere-se ainda que o real limite de segurança de contaminação por aflatoxinas para dietas de frangos de corte seja superior a 20 ppb.

APÊNDICES

APÊNDICE A



Figura 1A – Milho de boa qualidade (a) e milho mofado (b) – Artigo 5.



Figura 2A – Adsorventes comerciais de micotoxinas A, B e C usados nos experimentos.

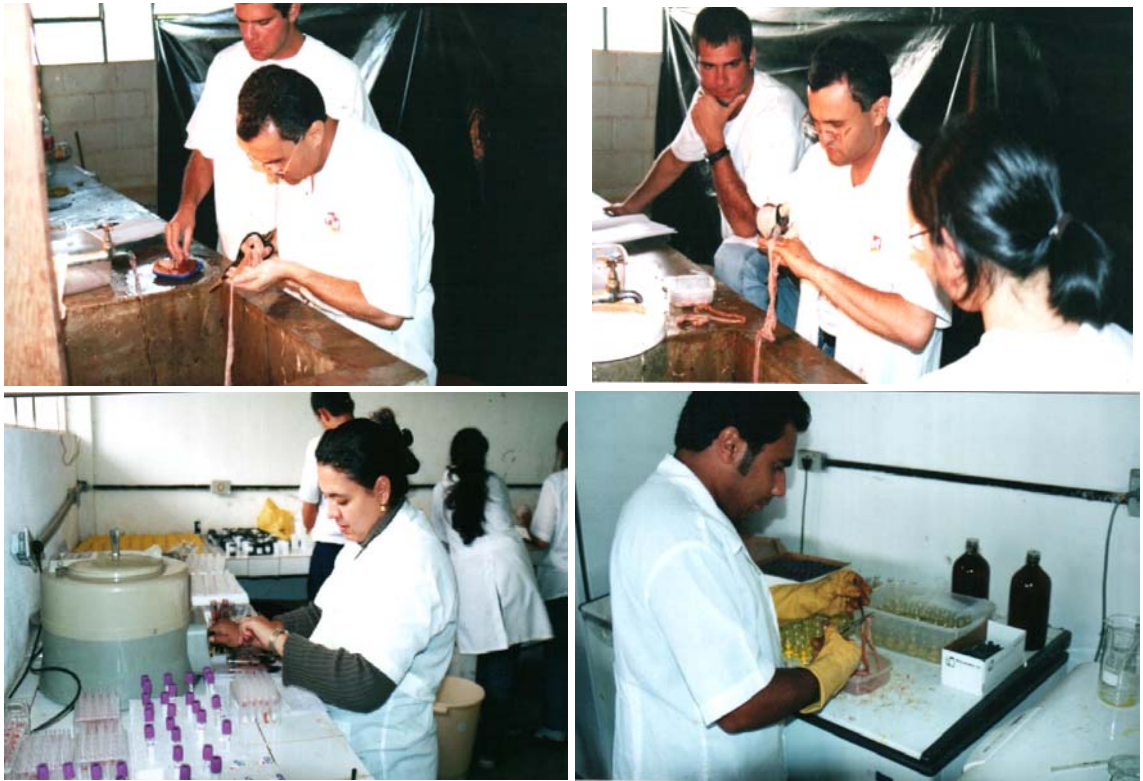


Figura 3A – Avaliações patológicas de órgãos e hematológicas – Artigo 5.

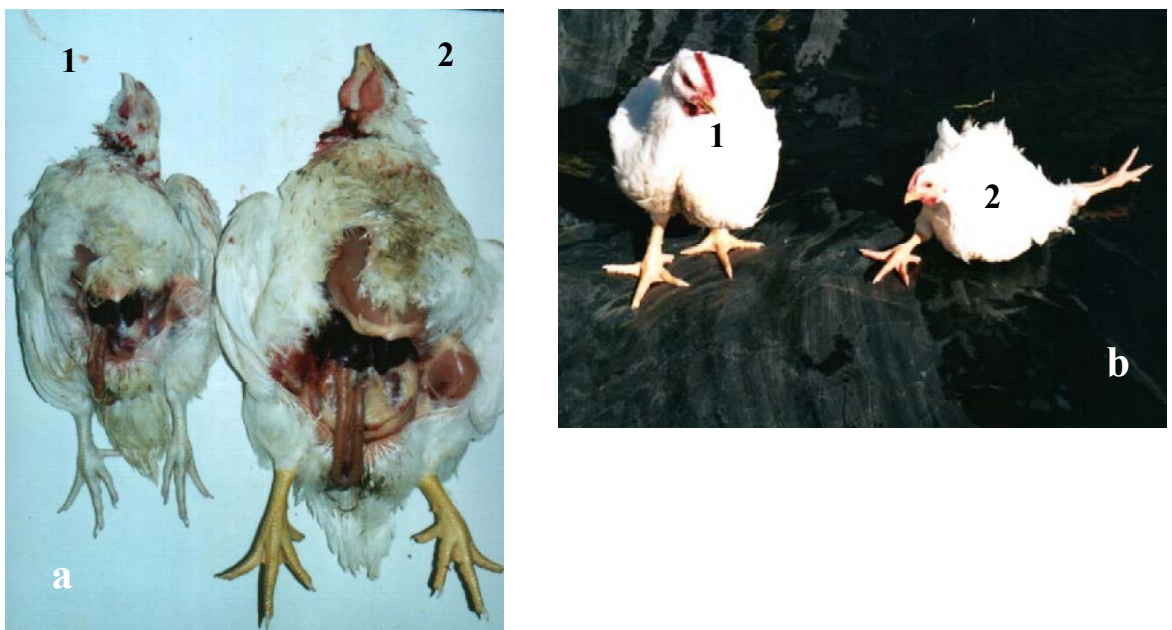


Figura 4A – (a) Frango refugio (1) e frango normal (2) e (b) frango normal (1) e frango apresentando problema de perna (2) – Os problemas de perna só foram identificados em lotes com 300ppb ou mais de aflatoxinas e os frangos refugos se concentraram nos tratamentos com níveis de aflatoxinas mais elevados - Artigo 5.

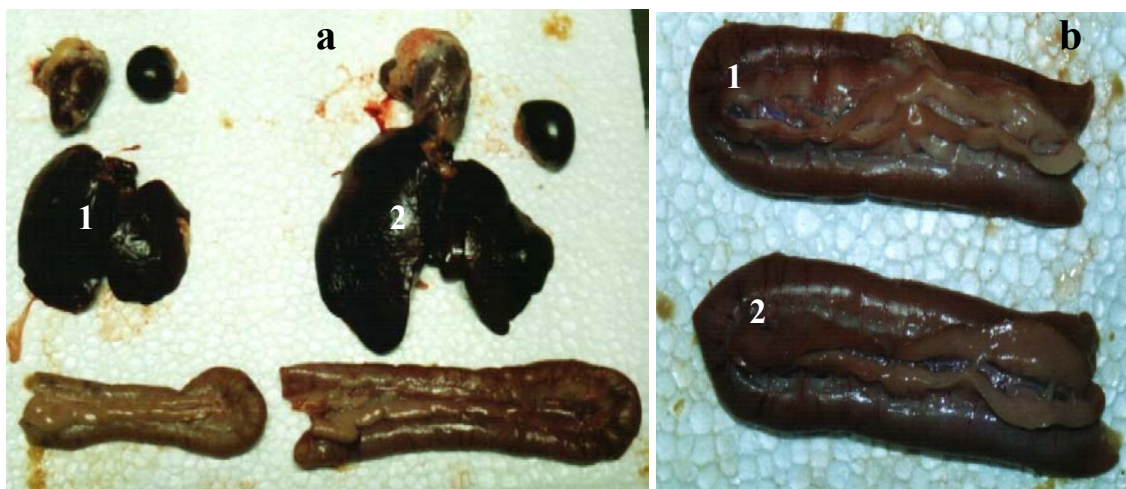


Figura 5A – (a) Fígado normal (1) e hepatomegalia apresentada nos níveis mais elevados de aflatoxinas (2) e (b) pancreatomegalia apresentada nos níveis mais elevados de aflatoxinas (1) e pâncreas normal (2) – Artigo 5.

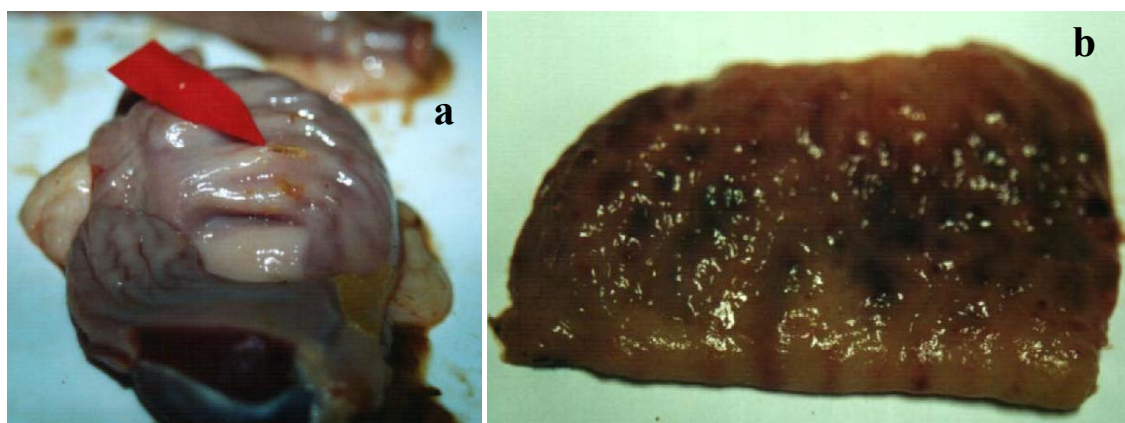


Figura 6A – Lesões na moela (a) e proventrículo (b) observadas com maior frequência nos tratamentos com níveis de aflatoxinas acima de 300 ppb – Artigo 5.

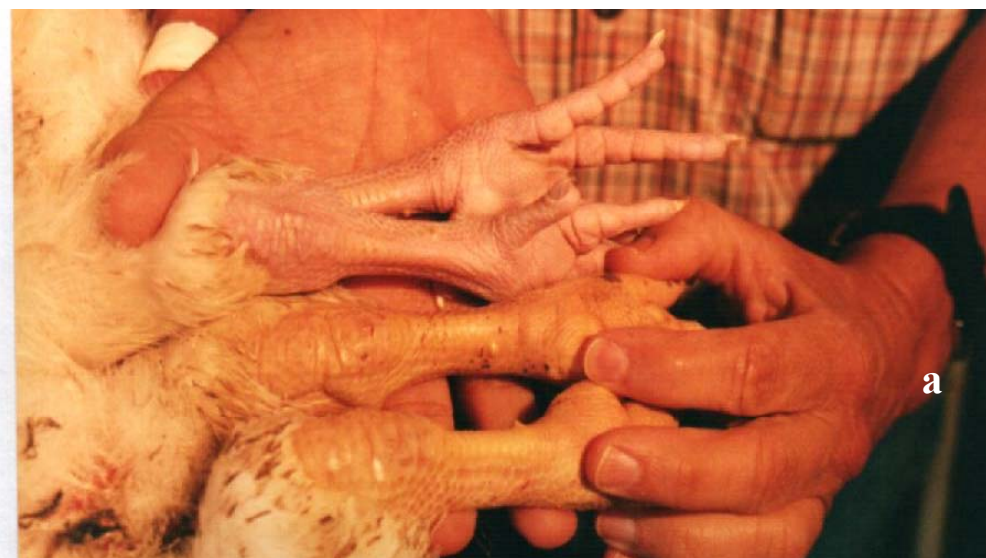


Figura 7A – Descoloração das pernas provocadas pelo uso de milho carunchado (a) ou pelo uso de milho mofado (b).

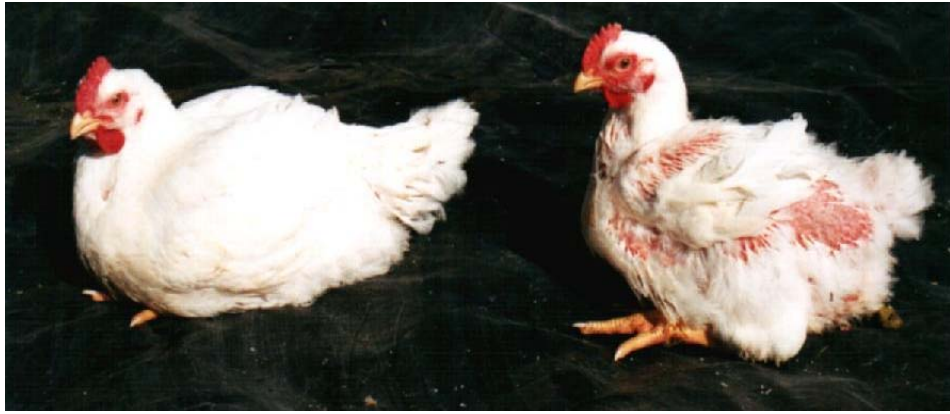


Figura 8A – Problemas de empenamento observado nos tratamentos com níveis de aflatoxinas acima de 300 ppb – Artigo 5.



Figura 9A – Ocorrência de coccidiose observada com mais freqüência nos tratamentos com níveis de aflatoxinas acima de 300 ppb – Artigo 5.

APÊNDICE B

INTERPRETAÇÃO DOS PARÂMETROS PLASMÁTICOS

As informações de interpretação destes parâmetros foram todas extraídas do site <http://www.diagnosticosdaamerica.com.br/exames>.

Alterações nas concentrações de ferro no plasma são atribuídas principalmente a uma menor ingestão do elemento na dieta, problemas de absorção do elemento no intestino ou ainda por perda de sangue. As causas citadas devem entretanto ocorrer por períodos prolongados pois há grandes reservas (cerca de 20% do fósforo total no organismo) no interior das células reticulares da medula óssea, baço e fígado, sendo 60% sob a forma de ferritina e cerca de 40% como hemossiderina. A fração hemoglobina do sangue utiliza cerca de 80% do fósforo do corpo sendo a transferrina o carreador plasmático.

O fósforo é um dos constituintes mais abundantes do organismo, presente em diferentes tecidos. Em um adulto normal, a maior parte encontra-se no osso, e o restante, nos tecidos moles e ligados a proteínas, lipídios e carboidratos. Participa de diferentes processos metabólicos e está presente como fosfolipídio em todas as membranas celulares. Sua homeostase depende basicamente do controle da absorção no intestino delgado, filtração e reabsorção renal e estoque de reserva (nos ossos). A maior parte do fósforo absorvido é excretada na urina. É filtrado pelos glomérulos e reabsorvido em grande parte pelo túbulo proximal. O aumento do fósforo sérico ocorre principalmente por diminuição da filtração glomerular, e aumento da reabsorção tubular renal em patologias renais.

O magnésio é um dos cátions inorgânicos mais abundantes no organismo. É essencial para diversos processos físico-químicos, sendo um co-fator para diversas enzimas intracelulares. Sua concentração é maior no meio intracelular do que no extracelular. A absorção é feita principalmente pelo intestino delgado, sendo a distribuição em 50% nos ossos, menos de 1% no sangue, e o restante em tecidos moles. A homeostase é mantida por excreção renal e regulada pela reabsorção tubular e os níveis séricos podem manter-se

inalterados até que ocorra cerca de 20% de depleção do magnésio do organismo. No presente estudo não se observou efeito das micotoxinas sobre este parâmetro.

O cálcio está principalmente localizado nos ossos (cerca de 98%) na forma de hidroxiapatita. O restante, cerca de 2%, encontra-se no fluido extracelular e em outros tecidos, principalmente no músculo esquelético. A manutenção do equilíbrio dos níveis de cálcio no organismo envolve diferentes órgãos: intestino delgado, rins e esqueleto. Basicamente, os valores do cálcio dependem das taxas de absorção intestinal, reabsorção óssea e perda renal. Concentrações anormais do cálcio ósseo indicam distúrbios na função da glândulas paratireóides, doenças ósseas, neoplasias, síndrome de má absorção ou desnutrição, deficiência de vitamina D e doenças renais.

A creatinina não é formada pelo metabolismo corporal, sendo apenas um resultado do metabolismo da creatina e, portanto, relacionada com a massa muscular. A conversão da creatina em creatinina é praticamente constante, sendo que cerca de 2% da creatina total são convertidas em creatinina a cada 24 horas. A concentração sérica é praticamente constante. Normalmente, sua excreção não é afetada pela dieta e pela velocidade do fluxo urinário. Seus níveis séricos aumentam à medida que ocorre a diminuição da taxa de filtração glomerular. Por isso, são utilizados como marcador da função renal. Os aumentos se tornam significativos quando existe uma perda de mais de 50% dos néfrons funcionantes, com diminuição expressiva da filtração glomerular. Níveis séricos diminuídos podem ser encontrados em condições em que ocorra uma redução significativa da massa muscular.

Os triglicerídeos circulantes são provenientes da dieta (fonte exógena) e do fígado (fonte endógena). Triglicerídeos, ésteres de ácidos graxos de glicerol, representam a maior quantidade de gordura no organismo. Sua função primária é armazenar e providenciar energia para as células. Dosagens de triglicerídeos são usadas para avaliar hiperlipidemias. Altas concentrações podem ocorrer com hipoparatiroidismo, síndrome nefrótica, doenças de depósitos de glicogênio e diabetes mellitus. Concentrações extremamente elevadas ou baixas de triglicerídeos são comumente encontradas em casos de pancreatite aguda ou de alterações no metabolismo no fígado.

As transaminases (TGO e TGP ou aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase respectivamente) atuam no metabolismo dos aminoácidos. A TGP localiza-se predominantemente no tecido hepático, essencialmente no citoplasma do hepatócito, e em quantidades moderadas no rim e em pequenas quantidades no coração e na musculatura esquelética, ao contrário da TGO que é encontrada no citoplasma (70%) e mitocôndrias (30%) de vários tecidos e células (coração, músculo esquelético, rim, cérebro, fígado, eritrócitos e leucócitos). A meia vida da TGP é de 47 horas enquanto a da TGO é de apenas 17 horas, portanto a TGP é mais sensível a verificação de lesões hepáticas. A TGP pode apresentar-se elevada, em situações de trauma da musculatura esquelética, miosites e miocardites, e normal ou discretamente elevada nos casos de infarto agudo do miocárdio.

Por estar presente também nas mitocôndrias a TGO elevada indica um comprometimento celular mais profundo. Aumentos da AST no soro são comumente encontrados no infarto agudo do miocárdio, elevando-se nas primeiras 12 horas e apresentando um pico sérico após algo em torno de 24 horas, com retorno aos valores normais em um período de 3 a 5 dias. Valores discretamente elevados podem ser encontrados também no infarto pulmonar, no infarto renal ou em casos de grandes tumores, na embolia pulmonar, distrofias musculares, dermatomiosite, traumas da musculatura esquelética, anemias hemolíticas e pancreatite aguda e acidente vascular cerebral.

A fosfatase alcalina é uma enzima presente em praticamente todos os tecidos do organismo, especialmente nas membranas das células dos túbulos renais, ossos (osteoblastos), placenta, trato intestinal e fígado. Portanto, a fosfatase alcalina encontrada no soro é resultado da presença de diferentes isoenzimas originadas em diferentes órgãos, com predomínio das frações ósseas e hepáticas. Embora até hoje sua função ainda não esteja bem definida, a fosfatase alcalina parece estar envolvida com o transporte de lipídios no intestino e nos processos de calcificação óssea. Na prática clínica, a grande utilidade está na investigação de doenças hepatobiliares e nas doenças ósseas que cursam com aumento da atividade osteoblástica. Níveis elevados podem ser também encontrados em outras lesões hepáticas ativas e nas infiltrativas com níveis mais moderados de elevação. Está aumentada nos carcinomas hepáticos primários e secundários. Níveis moderadamente elevados podem ser

encontrados na osteomalacia, em alguns tumores ósseos. As fraturas levam a um aumento transitório, e na osteoporose os valores são normais. Nas neoplasias, os níveis da fosfatase alcalina são úteis para avaliar a presença de metástases envolvendo fígado e osso. Durante a fase de crescimento rápido da adolescência (estirão da puberdade), são encontrados níveis extremamente elevados. Os níveis séricos podem ser encontrados após uma refeição com alimentos ricos em gordura, devido à elevação da fração intestinal. Recomenda-se portanto que seja avaliada sempre em jejum.

O plasma contém diversas proteínas identificáveis, que representam um papel importante na manutenção da pressão osmótica e em diferentes funções como proteínas carreadoras, anticorpos, enzimas, inibidores enzimáticos, fatores da coagulação, entre outras. A avaliação de seus níveis séricos é de grande auxílio na avaliação do estado nutricional e da presença de doenças sistêmicas agudas ou crônicas, principalmente se acompanhada na redução de albumina plasmática o que mostraria alta interferência no metabolismo hepático ou estados carenciais graves. De todas as proteínas séricas, a albumina é a que está presente em maior concentração, respondendo por cerca de 60% do total de proteínas. É sintetizada exclusivamente pelo fígado, aparecendo primeiro no citoplasma dos hepatócitos como um precursor chamado pró-albumina. Tem um papel muito importante em diversas funções do organismo, como a manutenção da pressão osmótica do plasma e o transporte de substâncias. Por isso, está relacionada fisiopatologicamente às alterações do equilíbrio hídrico e aos mecanismos de detoxificação do organismo, já que tem a capacidade de fixar tanto substâncias do tipo fisiológico, tais como bilirrubina, magnésio, cálcio e ácido úrico, como também diversos medicamentos, como penicilina e sulfas, entre outros.

A enzima gama glutamil transpeptidase ou transferase (GGT) é uma enzima presente nas membranas celulares e nas frações microssômicas envolvidas no transporte de aminoácidos através da membrana celular. Está presente em ordem decrescente de abundância no túbulo proximal renal, fígado, pâncreas e intestino. Os níveis séricos da GGT são principalmente de origem hepática e apresenta-se elevada na ocorrência de leves lesões hepáticas.