

Função hepática e renal de frangos de corte alimentados com dietas com aflatoxinas e clinoptilolita natural

Roberto Marinho Maciel⁽¹⁾, Sonia Terezinha dos Anjos Lopes⁽²⁾, Janio Morais Santurio⁽³⁾, Danieli Brolo Martins⁽¹⁾, Alexandre Pires Rosa⁽⁴⁾ e Mauren Picada Emanuelli⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima nº 1.000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP 97105-900 Santa Maria, RS. E-mail: roberto.marinho@uol.com.br, doggycatz@yahoo.com.br, maurenvet@hotmail.com ⁽²⁾UFSM, Dep. de Clínica de Pequenos Animais. E-mail: sonia@smail.ufsm.br ⁽³⁾UFSM, Dep. de Microbiologia. E-mail: santurio@smail.ufsm.br ⁽⁴⁾UFSM, Dep. de Zootecnia. E-mail: alexandreprosa@smail.ufsm.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar os minerais séricos e as funções hepática e renal de frangos de corte, alimentados com dietas com aflatoxinas e dietas com aflatoxinas e argila clinoptilolita natural. Foram utilizados 528 frangos de corte machos, da linhagem Ross, distribuídos em seis tratamentos com quatro repetições cada: T₁ – testemunha: ração sem aflatoxina ou clinoptilolita; T₂ – ração com 5 ppm de aflatoxinas; T₃ – ração com 0,25% de clinoptilolita; T₄ – ração com 5 ppm de aflatoxinas e 0,25% de clinoptilolita; T₅ – ração com 0,5% de clinoptilolita; e T₆ – ração com 5 ppm de aflatoxinas e 0,5% de clinoptilolita. As aves foram submetidas aos tratamentos do 1º ao 42º dia de idade. Foram abatidos 72 animais, e foram analisadas as concentrações séricas de cálcio, fósforo, uréia, creatinina, ácido úrico, colesterol, triglicerídeos e gamaglutamil-transferase (GGT). As aflatoxinas diminuem o nível sérico de colesterol. A clinoptilolita diminui o nível sérico do ácido úrico, quando na concentração de 0,25%. As aflatoxinas com 0,25% de clinoptilolita diminuem os níveis séricos da creatinina, do ácido úrico e do colesterol. As aflatoxinas acrescidas por 0,5% de clinoptilolita diminuem os níveis séricos da creatinina e do colesterol e elevam os de gamaglutamil-transferase.

Termos para indexação: micotoxina, concentração de minerais, adsorvente, zeolite, nutrição animal.

Hepatic and renal functions in broilers fed on diets with aflatoxins and natural clinoptilolite

Abstract – The objective of this study was to evaluate serum minerals and hepatic and renal activities in broiler chicks fed with diets containing aflatoxins and diets with aflatoxins and natural clinoptilolite clay. Five hundred and twenty-eight Ross male broiler chicks were grouped in six treatments with four replications each: T₁ – control: diet free from aflatoxins and clinoptilolite; T₂ – aflatoxins 5 ppm diet; T₃ – 0.25% clinoptilolite diet; T₄ – aflatoxins 5 ppm and 0.25% clinoptilolite diet; T₅ – 0.5% clinoptilolite diet; and T₆ – aflatoxins 5 ppm and 0.5% clinoptilolite diet. The birds were treated from the 1st to the 42nd day of age. Seventy-two birds were slaughtered. Calcium, phosphorus, urea, creatinine, uric acid, cholesterol, triglycerides and gammaglutamil transferase (GGT) were all analyzed in serum. Aflatoxins decrease cholesterol; and 0.25% clinoptilolite decreases serum uric acid and has no effect at 0.5%. Aflatoxins plus 0.25% clinoptilolite diets decrease creatinine, uric acid and cholesterol serum levels. Also aflatoxins plus 0.5% clinoptilolite diets decrease creatinine and cholesterol, but increase GGT serum levels.

Index terms: mycotoxin, mineral concentration, adsorbent, zeolite, animal nutrition.

Introdução

As aflatoxinas são micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, espécies *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. nominus* (Moss, 1998). As micotoxinas têm como características principais: amplo espectro de toxicidade, baixo peso molecular, termo-estabilidade, ausência de imunogenicidade e

ação em baixas concentrações. Em saúde animal, várias espécies domésticas são sensíveis aos seus efeitos tóxicos agudos, mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos (Bok et al., 2004). A contaminação de rações e outros alimentos por micotoxinas varia em razão de condições ambientais como umidade no substrato e temperatura do ambiente (Pitt & Hocking, 1997).

O fígado é o órgão-alvo da ação das aflatoxinas (Osweiler, 1990), as quais inibem a produção de alguns fatores de coagulação no fígado, em razão da diminuição no metabolismo protéico (Powers, 2000). Hemorragias, observadas no fígado de patos e perus, têm sido associadas às aflatoxinas. Aves experimentalmente alimentadas com diferentes concentrações de aflatoxinas exibiram elevação no tempo de protrombina, assim como no tempo total de coagulação sanguínea (Doerr et al., 1976). As aflatoxinas também podem aumentar a fragilidade capilar, por meio da generalizada perda de resistência e integridade dos capilares, o que predispõe as aves às hemorragias (Tung et al., 1971). Em frangos de corte, podem ocorrer importantes lesões hepáticas, caracterizadas por degeneração gordurosa e proliferação dos ductos biliares (Borsa et al., 1998).

A melhor forma de impedir a produção de micotoxinas e seus efeitos deletérios é controlar o crescimento dos fungos. Porém, quando as micotoxinas já estão presentes, a estratégia passa a ser o controle da ação desses metabólitos tóxicos. Métodos químicos, físicos e biológicos têm sido testados, com o objetivo de prevenir e controlar a ação das micotoxinas (Santin, 2000). Os adsorventes são indicados como eficazes agentes redutores de micotoxinas (Mumpton, 1999). De acordo com Phillips (1999), as argilas zeólitas podem ser usadas como adsorventes eficazes de agentes tóxicos, principalmente em relação às aflatoxinas.

As zeólitas são aluminossilicatos cristalinos, com grande aplicação industrial por suas propriedades físicas e químicas que favorecem sua utilização como peneiras moleculares, trocadores iônicos, catalisadores e, principalmente, adsorventes (Breck, 1984). Seus sistemas de poros tridimensionais, aliados à grande abertura desses poros, permitem a troca de certos cátions entre soluções aquosas e sítios de troca intracristalinos (Pansini, 1996). A clinoptilolita é uma das 40 espécies de zeólitas naturais conhecidas (Luz, 1995); é um mineral comum em rochas sedimentárias vulcânicas, e é rara sua ocorrência na forma de macrocristais (Tschernich, 1992). A alta capacidade de adsorção da clinoptilolita decorre de sua grande superfície interna, cerca de $300 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ (Luz, 1995). Os canais da estrutura da clinoptilolita são formados por conexões sucessivas entre anéis de oito e dez membros, constituídos por tetraedros Al-O⁻ e Si-O⁻. Estes anéis formam as chamadas unidades de construção secundárias, as quais são consideradas como critérios fundamentais na classificação estrutural das zeólitas (Fernández, 2004).

Entretanto, o emprego de adsorventes do grupo dos aluminossilicatos, no qual se incluem as zeólitas, pode gerar resultados indesejáveis, em razão da possibilidade de adsorção de componentes úteis da dieta, como minerais, vitaminas, promotores de crescimento e coccidiostáticos (Santin, 2000). Huwig et al. (2001) atribuem aos aluminossilicatos a desvantagem de adsorver uma alta porcentagem de vitaminas e minerais.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos das aflatoxinas, isoladas ou associadas à clinoptilolita, na concentração de minerais séricos e nas funções hepática e renal de frangos de corte.

Material e Métodos

Foram utilizadas 528 aves da linhagem Ross, machos, provenientes do incubatório do Laboratório de Avicultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

As aves foram alojadas em 24 boxes, com 22 animais cada. Nos primeiros 21 dias, o período de luminosidade foi de 24 horas. A partir do 22º dia, a iluminação passou a ser com luz natural. Durante o experimento, a ração foi fornecida de acordo com a fase de desenvolvimento da ave (Tabela 1). Tanto a água quanto a ração foram disponibilizadas *ad libitum*.

O desenho experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições: T₁) dieta normal (controle); T₂) dieta com 5 ppm de aflatoxinas; T₃) dieta com 0,25% de clinoptilolita; T₄) dieta com 5 ppm de aflatoxinas mais 0,25% de clinoptilolita; T₅) dieta com 5% de clinoptilolita; e T₆) dieta com 5 ppm de aflatoxinas mais 0,5% de clinoptilolita.

A constituição das aflatoxinas utilizadas no experimento foi: 80% B₁, 12% B₂, 5% G₁ e 3% G₂, e foram produzidas pelo Laboratório de Pesquisas

Tabela 1. Composição estimada das dietas basais de frangos de corte das fases inicial, de crescimento e final.

Composição química	Fases (dias)		
	Inicial 1–21	Crescimento 22–36	Final 36–42
Proteína bruta (%)	22,00	20,00	20,00
Energia metaból. (kcal kg ⁻¹)	3.050	3.100	3.200
Cálcio (%)	1,00	0,96	0,90
Fósforo útil (%)	0,45	0,45	0,40
Lisina (%)	1,30	1,17	1,10
Metionina (%)	0,56	0,54	0,52
Metionina + cisteína (%)	0,92	0,89	0,88
Treonina (%)	0,80	0,71	0,71
Triptofano (%)	0,20	0,22	0,22

Micológicas (Lapemi, UFSM), a partir do *Aspergillus parasiticus*, cepa NRRL 2999, via fermentação do arroz (Shotwell et al., 1966). O adsorvente clinoptilolita natural foi fornecido pelo Lapemi.

Após 42 dias, foram retirados, aleatoriamente, três frangos de cada um dos 24 boxes. Para dessensibilização, antes do abate, as 72 aves foram submetidas à aplicação de corrente elétrica. Imediatamente após o abate, foram coletados, de cada animal, 10 mL de sangue, sem anticoagulante, por punção cardíaca. Após a centrifugação, o soro obtido foi acondicionado e armazenado a -20°C para posterior análise bioquímica. O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Bem-Estar Animal, da Universidade Federal de Santa Maria, e recebeu a aprovação para a execução sob o nº 2381-013743/2006-96.

Os exames laboratoriais foram realizados no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária, do Hospital de Clínicas Veterinárias, da UFSM. O material empregado no experimento foi previamente submetido à imersão por 24 horas, em solução saturada de hidróxido de sódio a 70%, e sucessiva lavagem em água corrente, seguida de imersão por 48 horas em água tridestilada e deionizada. As análises bioquímicas do cálcio, fósforo, uréia, creatinina, ácido úrico, triglicérides, colesterol e da gamaglutamil-transferase (GGT) foram realizadas em um espectrofotômetro de leitura monocromática e bicromática Bioplus (BIO-200FL), com uso de reagentes comerciais.

A análise dos dados foi realizada com o programa Graph Pad, versão 3.0, e a comparação dos grupos foi estabelecida pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A média da concentração de cálcio no grupo controle foi de 10,25 mg dL⁻¹ (Tabela 2). O fósforo, no mesmo grupo, apresentou média de 5,35 mg dL⁻¹, o que correspondeu à relação Ca:P de 1,98. Estes resultados estão de acordo com Gonzales & Macari (2000), quando afirmam que a proporção fisiológica de cálcio é aproximadamente duas vezes mais elevada que a de fósforo.

A adição de 5 ppm de aflatoxinas à ração não influenciou na concentração de cálcio (p>0,05) (Tabela 2). A inclusão isolada da clinoptilolita, nas concentrações de 0,25 e 0,5%, não interferiu na concentração de cálcio (p>0,05). A associação de 5 ppm de aflatoxinas com 0,25% de clinoptilolita não resultou em alteração da concentração de cálcio (p>0,05).

Contudo, ao se aumentar a dose da clinoptilolita para 0,5%, mantido a concentração das aflatoxinas em 5 ppm, observou-se redução de 25,6% no cálcio do tratamento 6, em relação ao do tratamento 3 (p<0,05). Esses dados concordam com os de Desheng et al. (2005) e Franciscato et al. (2006), que não observaram diferenças significativas no cálcio sérico, nos tratamentos com 3 ppm e 200 mg kg⁻¹ de aflatoxinas, respectivamente, e são discordantes de Eraslan et al. (2005), que descrevem significativa diminuição do nível de cálcio nos tratamentos com 1 ppm de aflatoxinas. A concentração sérica do fósforo não apresentou variação significativa no tratamento com 5 ppm de aflatoxinas (p>0,05). A adição da clinoptilolita, isolada ou associada a 5 ppm de aflatoxinas, nas concentrações de 0,25 e 0,5%, não influenciou nas concentrações do fósforo (p>0,05).

A relação Ca:P não apresentou diferença significativa entre os seis tratamentos (p>0,05) (Tabela 2). Pode ser depreendido desses resultados que 0,25% de clinoptilolita foi a concentração adequada de adsorvente, no tratamento com 5 ppm de aflatoxinas, para preservar o nível sérico de cálcio. O nível do fósforo não sofreu influência significativa nem das aflatoxinas e nem da clinoptilolita, nas concentrações avaliadas.

A média da concentração de uréia no tratamento de controle foi de 3,75 mg dL⁻¹ (Tabela 3). Não foram observadas mudanças significativas nos demais tratamentos (p>0,05). A concentração de creatinina no grupo controle foi de 0,33 mg dL⁻¹. A adição isolada de 5 ppm de aflatoxinas à dieta não alterou a concentração de creatinina (p>0,05). Da mesma forma, a inclusão da clinoptilolita à ração, de forma isolada, em duas concentrações distintas – 0,25 e 0,5% – não resultou em alteração significativa (p>0,05). Contudo, a inclusão de 5 ppm de aflatoxinas, associados à clinoptilolita nas concentrações de 0,25 e 0,5%, promoveu redução de

Tabela 2. Concentrações séricas de cálcio (Ca), fósforo (P) e relação entre cálcio e fósforo (Ca:P), em seis tratamentos, em frangos de corte alimentados com dietas com aflatoxinas (AFLA) e clinoptilolita natural (CLIN)⁽¹⁾.

Tratamento	AFLA (ppm)	CLIN (%)	Ca (mg dL ⁻¹)	P (mg dL ⁻¹)	Ca:P
1	0	0,00	10,25±2,16a	5,35±1,16	1,98±0,55
2	5	0,00	8,08±2,60a	4,47±1,53	2,02±1,00
3	0	0,25	10,66±1,84ab	5,45±1,81	2,17±0,85
4	5	0,25	8,98±3,28a	4,52±1,03	2,04±0,79
5	0	0,50	10,31±2,03a	5,40±1,87	2,09±0,75
6	5	0,50	7,93±2,33ac	3,87±0,95	2,18±0,87

⁽¹⁾Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

30,3%, em relação ao grupo controle, bem como ao tratamento 3 ($p < 0,05$). Depreende-se, desses resultados, que a capacidade de excreção das aves submetidas a 5 ppm de aflatoxinas não foi afetada. As concentrações de 0,25 e 0,5% de clinoptilolita, usadas isoladamente, foram inertes ao sistema renal. Contudo a associação da clinoptilolita, em ambas as concentrações, com 5 ppm de aflatoxinas, promoveram redução no nível sérico da creatinina, o que sugere elevação na eliminação dessa substância.

O ácido úrico apresentou média de $7,72 \text{ mg dL}^{-1}$ no tratamento controle (Tabela 3). A inclusão de 5 ppm de aflatoxinas à dieta não alterou significativamente a concentração de ácido úrico ($p > 0,05$). O acréscimo de 0,25% de clinoptilolita na ração resultou em redução de 41,1% no nível médio do ácido úrico ($p < 0,05$). No tratamento com 5 ppm de aflatoxinas e 0,25% de clinoptilolita, a redução do ácido úrico foi de 52,2% ($p < 0,05$). O aumento de 0,5% na concentração de clinoptilolita não foi acompanhado de variações significativas na concentração do ácido úrico, tanto na presença quanto na ausência de 5 ppm de aflatoxinas, nos tratamentos 6 e 5, respectivamente ($p > 0,05$). A ausência de variação significativa na concentração de ácido úrico, no tratamento com 5 ppm de aflatoxinas, é indicação de que a ação dessas micotoxinas, no tecido hepático, não influenciou a síntese desse produto nitrogenado. Porém, as significativas reduções dos níveis de ácido úrico, observadas na presença de 0,25% de clinoptilolita, tanto na forma isolada, quanto na associada às aflatoxinas, indicam que essas variações decorreram do aumento da excreção renal, nesses tratamentos.

A concentração do colesterol, no grupo controle, foi de $140,75 \text{ mg dL}^{-1}$ (Tabela 3). Na presença de 5 ppm de aflatoxinas, no tratamento 2, o colesterol diminuiu 59,4% ($p < 0,05$). Nos tratamentos em que se utilizou apenas a clinoptilolita, nas concentrações de 0,25 e 0,5%, não houve variação nos níveis séricos de colesterol

($p > 0,05$). Porém, quando além da clinoptilolita, em ambas as concentrações, acrescentaram-se 5 ppm de aflatoxinas, verificaram-se reduções do colesterol inversamente proporcionais à concentração do adsorvente ($p < 0,05$). As significativas reduções observadas nos níveis do colesterol, nos tratamentos em que as aflatoxinas estavam presentes, são indicação de que a ação dessas micotoxinas no fígado induziram à redução da síntese hepática do colesterol. Observou-se, também, que a clinoptilolita nas duas concentrações não conseguiu impedir a ação das aflatoxinas.

A concentração de triglicerídeos foi de $72,92 \text{ mg dL}^{-1}$, em média, no grupo controle (Tabela 3). Em relação ao controle, a adição de 5 ppm de aflatoxinas à dieta não apresentou efeito nas concentrações de triglicerídeos ($p > 0,05$). A inclusão isolada da clinoptilolita, tanto na concentração de 0,25% quanto na de 0,5%, também não teve influência nas concentrações dos triglicerídeos ($p > 0,05$). Quando, além das duas concentrações de clinoptilolita, se acrescentaram à ração 5 ppm de aflatoxinas, não foram observadas alterações significativas nas concentrações de triglicerídeos em relação ao controle ($p > 0,05$). Porém, ao se compararem os tratamentos 3 e 5, com os tratamentos 2 e 4, foram observadas diferenças ($p < 0,05$) nessas concentrações. Essas diferenças decorreram da elevação, não significativa, das médias dos triglicerídeos, nos tratamentos com a clinoptilolita sem a presença de aflatoxinas.

A concentração de gamaglutamil-transferase (GGT), no grupo controle, foi de $23,91 \text{ UI L}^{-1}$ (Tabela 3). A adição de 5 ppm de aflatoxinas à dieta não promoveu alteração na concentração de GGT ($p > 0,05$). A inclusão de clinoptilolita, isoladamente, nas concentrações de 0,25 e 0,5%, também não tiveram influência significativa na concentração de GGT ($p > 0,05$). A associação de 5 ppm de aflatoxinas com 0,5% de clinoptilolita, no tratamento 6, resultou em elevação do nível sérico da GGT, tanto

Tabela 3. Concentrações séricas de uréia, creatinina, ácido úrico, colesterol, triglicerídeos e gamaglutamil-transferase (GGT), em seis tratamentos em frangos de corte, alimentados com dietas com aflatoxinas (AFLA) e clinoptilolita natural (CLIN)⁽¹⁾.

Tratamento	AFLA (ppm)	CLIN (%)	Uréia (mg dL ⁻¹)	Creatinina (mg dL ⁻¹)	Ácido úrico (mg dL ⁻¹)	Colesterol (mg dL ⁻¹)	Triglicerídeos (mg dL ⁻¹)	GGT (UI L ⁻¹)
1	0	0,00	3,75±1,22	0,33±0,08ab	7,72±3,34ab	140,75±38,77a	72,92±28,57a	23,91±10,58ab
2	5	0,00	3,08±1,08	0,28±0,06a	5,34±3,42a	57,17±23,62b	45,67±9,16ac	37,73±21,67a
3	0	0,25	3,50±0,80	0,33±0,06ab	4,55±1,33ac	129,67±26,95a	81,75±32,17ab	33,64±12,11a
4	5	0,25	3,00±0,95	0,23±0,08ac	3,69±1,41ac	74,75±32,38b	45,08±18,06ac	39,46±17,17a
5	0	0,50	4,08±0,99	0,28±0,10a	6,11±1,91a	145,75±54,00a	73,42±23,64ab	24,46±6,65ab
6	5	0,50	3,25±1,29	0,23±0,05ac	5,33±2,58a	83,92±25,53b	53,83±21,34a	45,09±20,37ac

⁽¹⁾Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

no grupo controle quanto no tratamento 5 ($p < 0,05$). No tratamento 4, em que se associaram 5 ppm de aflatoxinas com 0,25% de clinoptilolita, não foi verificada variação significativa na concentração de GGT ($p > 0,05$). A elevação do nível da GGT é indicação da ocorrência de colestase, quando se empregou a clinoptilolita na concentração de 0,5% e na presença de 5 ppm de aflatoxinas.

Novos estudos sobre a clinoptilolita são necessários para a compreensão mais ampla de suas possibilidades de adsorver micotoxinas e de seus possíveis efeitos no organismo animal.

Conclusão

1. A adição de 5 ppm de aflatoxinas, na dieta de frangos de corte, diminui o nível sérico de colesterol.

2. A adição de clinoptilolita, na dieta de frangos de corte, diminui o nível sérico do ácido úrico, quando na concentração de 0,25%; e não apresenta efeitos, quando na concentração de 0,5%.

3. A adição de 5 ppm de aflatoxinas e 0,25% de clinoptilolita, na dieta de frangos de corte, diminui os níveis séricos da creatinina, do ácido úrico e do colesterol.

4. A adição de 5 ppm de aflatoxinas e 0,5% de clinoptilolita, na dieta de frangos de corte, diminui os níveis séricos da creatinina e do colesterol e eleva o nível sérico da gamaglutamil-transferase.

Referências

BOK, J.W.; KELLER, N.P.; LAE, A. A regulator of secondary metabolism in *Aspergillus* spp. **Eukaryotic Cell**, v.3, p.527-535, 2004.

BORSA, A.; LOPES, S.T.A.; SANTURIO, J.M. Enzimas de função hepática na aflatoxicose aguda experimental em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.28, p.587-590, 1998.

BRECK, D.W. **Zeolite molecular sieves: structure, chemistry and use**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1984. 771p.

DESHENG, Q.; FAN, L.; YANHU, Y.; NIYA, Z. Adsorption of aflatoxin B₁ on montmorillonite. **Poultry Science**, v.84, p.959-961, 2005.

DOERR, J.A.; WYATT, R.D.; HAMILTON, P.B. Impairment of coagulation function during aflatoxicosis in young chickens. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v.35, p.437-446, 1976.

ERASLAN, G.; ESSIZ, D.; AKDOGAN, M.; SAHINDOKUYUCU, F.; ALTINTAS, L. The effects of aflatoxin and sodium bentonite

combined and alone on some blood electrolyte levels in broiler chickens. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Science**, v.29, p.601-605, 2005.

FERNÁNDEZ, J.C.T. **Seletividade da clinoptilolita natural por metais tóxicos em sistemas aquosos**. 2004. 170p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

FRANCISCATO, C.; LOPES, S.T.A.; SANTURIO, J.M.; WOLKMER, P.; MACIEL, R.M.; PAULA, M.T.; GARMATZ, B.C.; COSTA, M.M. Concentrações séricas de minerais e funções hepática e renal de frangos intoxicados com aflatoxina e tratados com montmorillonite sódica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1573-1577, 2006.

GONZALES, E.; MACARI, M. Enfermidades metabólicas em frangos de corte. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. (Ed.). **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000. p.451-464.

HUWIG, A.; FREIMUND, S.; KAPPELI, O.; DUTLER, H. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. **Toxicology Letters**, v.122, p.179-188, 2001.

LUZ, A.B. **Zeólitas: propriedades e usos industriais**. Rio de Janeiro: Cetem, 1995. 35p. (Série Tecnologia Mineral, n.68).

MOSS, E.Y. Recent studies of mycotoxins. **Journal of Applied Microbiology**, v.84, p.62S-76S, 1998.

MUMPTON, F.A. La roca magica: uses of natural zeolites in agriculture and industry. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.96, p.3463-3470, 1999.

OSWEILER, G.D. Mycotoxins and livestock: what role do fungal toxins play in illness and production losses? **Veterinary Medicine**, v.85, p.89-94, 1990.

PANSINI, M. Natural zeolites as cation exchangers for environmental protection. **Mineralium Deposita**, v.31, p.563-575, 1996.

PHILLIPS, T.D. Dietary clay in the chemoprevention of aflatoxin-induced disease. **Toxicological Science**, n.52, p.118-126, 1999.

PITT, J.L.; HOCKING, A.D. **Fungi and food spoilage**. London; New York: Blackie Academic & Professional, 1997. 175p.

POWERS, L.V. Avian hemostasis. In: FUDGE, A.M. **Laboratory medicine: avian and exotic pets**. Philadelphia: W.S. Saunders Company, 2000. 470p.

SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. (Ed.). **Doenças das aves**. Campinas: Facta, 2000. p.379-387.

SHOTWELL, O.L.; HESSELTINE, C.W.; STUBBLEFIELD, R.D.; SORENSON, W.G. Production of aflatoxin on rice. **Applied and Environmental Microbiology**, v.14, p.425-428, 1966.

TSCHERNICH, R.W. **Zeolites of the world**. Phoenix: Geoscience Press, 1992. 592p.

TUNG, H.T.; SMITH, J.W.; HAMILTON, P.B. Aflatoxicosis and bruising in the chicken. **Poultry Science**, v.50, p.795-800, 1971.