

Aflatoxicoses: prejuízos causados ao desempenho zootécnico de frangos de corte, boas práticas agrícolas e métodos biológicos de detoxificação

Aflatoxicosis: losses in poultry performance, agricultural good practices and biological methods of detoxification

Ágatha Cristina de Pinho CARÃO¹; Ricardo de ALBUQUERQUE¹;
Carlos Augusto Fernandes de OLIVEIRA²; Pedro de Assunção Pimenta RIBEIRO¹;
Carlos Eduardo Bellinghausen MERSEGUEL¹; Karen ANDRADE¹

¹ Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
Departamento da Faculdade USP de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga – SP, Brasil

² Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos,
Departamento de Engenharia de Alimentos, Pirassununga – SP, Brasil

Resumo

As aflatoxicoses são micotoxioses causadas por toxinas produzidas por estirpes de fungos do gênero *Aspergillus*. Causam prejuízos importantes à produção animal, em especial àquelas que têm nos grãos sua matéria-prima base para preparação de ração, como a avicultura de corte. Atualmente, diversas técnicas, tais como uso de substâncias químicas, métodos físicos, estratégias de colheita, armazenagem e processamento de alimentos, estão sendo estudadas para que se diminua e, se bem aplicadas, evite os efeitos deletérios causados por essas substâncias à saúde animal. O objetivo desta revisão é descrever os principais efeitos das aflatoxinas sobre o desempenho zootécnico na produção de frangos de corte, as alterações nas matérias-primas de ração e os avanços científicos em metodologias de detoxificação biológica e de boas práticas agrícolas.

Palavras-chave: AFB₁. Avicultura. Detoxificação. *Aspergillus*. Armazenamento.

Abstract

Aflatoxicosis are mycotoxicosis caused by toxins produced by strains of fungi of the genus *Aspergillus*. They cause important losses to animal production, especially to those that use grains like base raw-material to prepare feeds, like poultry production. Currently, many techniques are being studied to prevent the deleterious effects caused by these substances to animal health, including the use of chemical substances, physical methods, strategies for harvest, storage and processing food. The objective of this review is to describe the main effects of aflatoxins on poultry performance, the alterations in raw-materials of feeds and scientific advances on methods for biological detoxification and agricultural good practices.

Keywords: AFB₁. Poultry production. Detoxification. *Aspergillus*. Storage.

Introdução

Micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos que podem estar presentes na dieta de seres humanos e animais, por meio de contaminação direta ou indireta de grãos e cereais. Após a ingestão, as micotoxinas podem causar efeitos agudos, caracterizados pela ingestão de altas concentrações da toxina na dieta, ou crônicos, sendo estes os mais observados em condições de campo com exposição dos animais a baixas concentrações. Nesses casos, as micotoxinas causam síndromes com sintomatologia difusa, que podem facilmente ser confundidas com doenças

causadas por microrganismos (PIER; CYSENSKY; RICHARD, 1973), como a Doença Infecciosa da Bursa de Fabricius, causada por um Birnavírus, ou deficiências de manejo ou nutricionais (MALLMANN; DILKIN; RAUBER, 2009).

Correspondência para:

Ágatha Cristina de Pinho Carão
Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
Departamento de Nutrição e Produção Animal
Av. Duque de Caxias Norte, 225
CEP 13635-900, Pirassununga, SP, Brasil
e-mail: agathapinho@gmail.com

Recebido: 06/09/2013

Aprovado: 12/06/2014

Aflatoxicoses são micotoxicoses causadas por aflatoxinas, as quais foram descobertas em 1960, na Inglaterra (*Turkey-X-disease*), após provocarem um surto tóxico em perus alimentados com torta de amendoim, no qual milhares de aves morreram apresentando necrose do tecido hepático (ASAO et al., 1963; LEESON; DIAZ; SUMMERS, 1995). As aflatoxinas são produzidas por estirpes de fungos do gênero *Aspergillus*, espécies *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. nomius*. Os principais tipos de aflatoxinas de interesse médico-sanitário são identificados como B1, G1, B2 e G2, sendo que a aflatoxina B1 (AFB₁), além de ser a mais frequentemente encontrada em cereais, é a que apresenta maior poder toxigênico.

Na aflatoxicose crônica, o sinal clínico mais evidente é a diminuição da taxa de crescimento de animais jovens (LEESON; DIAZ; SUMMERS, 1995). A síndrome tóxica aguda ocorre pela ingestão de alimento com alta concentração de aflatoxinas, sendo os efeitos observados em curto espaço de tempo. Caracteriza-se principalmente pela rápida deterioração do estado geral do animal, perda de apetite, hepatite aguda, icterícia, hemorragias e morte (OSWEILLER, 1990). As aflatoxinas induzem a vários efeitos deletérios, tais como doenças hepáticas, alterações na taxa de crescimento, mudanças nos mecanismos imunogênicos, e efeitos carcinogênicos e mutagênicos em espécies animais diferentes, especialmente em aves domésticas (PIER; CYSENSKY; RICHARD, 1973), o que leva a muitos prejuízos envolvendo a produção de aves comerciais, em especial, os frangos de corte. Assim, o objetivo desta revisão é descrever os principais efeitos das aflatoxinas sobre o desempenho zootécnico na produção de frangos de corte, as alterações causadas nas matérias-primas das rações, e os avanços científicos em metodologias de biodetoxificação e boas práticas agrícolas.

Efeitos das aflatoxinas sobre o desempenho de frangos de corte

Os parâmetros zootécnicos clássicos adotados em avicultura, como o ganho de peso, o consumo de ra-

ção, a conversão alimentar, a mortalidade e o índice de eficiência produtiva, são negativamente influenciados pelas aflatoxicoses. Em consequência, os efeitos das aflatoxinas sobre o desempenho zootécnico acarretam diminuição no lucro dos produtores, cujo impacto na atividade dependerá da severidade da intoxicação.

Os efeitos das aflatoxinas em aves comerciais têm sido estudados desde a descoberta destas toxinas. Em experimento realizado com frangos de corte, Doerr et al. (1983) observaram diminuição significativa do peso dos animais alimentados com ração contendo aflatoxina (2,7 mg/kg). Bailey et al. (1998) obtiveram redução no ganho de peso corporal aos 21 dias de frangos alimentados com 5,0 mg/kg de aflatoxinas (79% de AFB₁, 16% de AFG₁, 4% de AFB₂ e 1% de AFG₂). Tedesco et al. (2004) utilizaram menor concentração de AFB₁ (0,8 mg/kg) na ração de aves durante 35 dias, e observaram diminuição do peso corporal e do consumo de ração das aves intoxicadas em relação às aves não-intoxicadas. Tejada-Castañeda et al. (2008) também relataram que frangos alimentados com milho contaminado com AFB₁ (1,155 mg/kg de ração) apresentam menor peso corporal aos 21 dias de idade. Similarmente, Denli et al. (2009) alimentaram frangos de corte com ração contendo 1,0 mg AFB₁/kg durante 42 dias, e constataram diminuição significativa no ganho de peso e no consumo de ração, além de aumento na conversão alimentar das aves intoxicadas. Ressalta-se que esses estudos foram conduzidos com rações adicionadas experimentalmente com AFB₁. No entanto, Aravind et al. (2003) utilizaram dieta naturalmente contaminada com 0,168 mg/kg de aflatoxinas totais, fornecida a 350 aves durante 35 dias. Os autores observaram redução significativa do ganho de peso e do consumo de ração, além de piora na conversão alimentar, indicando que em condições de campo com exposição à ração naturalmente contaminada os níveis de aflatoxinas necessários para causar efeitos sobre o desempenho podem ser menores do que as concentrações utilizadas nos estudos realizados com rações contaminadas experimentalmente.

Analisando-se os trabalhos apresentados, são notáveis os efeitos deletérios das aflatoxinas sobre a saúde das aves e seus reflexos nos índices zootécnicos, mesmo quando os animais são expostos a concentrações baixas na ração. Considerando-se que a avicultura industrial possui seu lucro sensivelmente atrelado ao ganho de peso das aves, efeitos negativos decorrentes da presença de micotoxinas nas rações podem determinar diminuição da lucratividade para a cadeia produtiva de carne de frangos. Além disso, a imunossupressão causada por aflatoxinas normalmente é um fator determinante para o aparecimento de doenças secundárias às aflatoxicoses, como as salmoneloses, aspergilose, coccidiose e Doença de Marek (MALLMANN; DILKIN; RAUBER, 2009).

Efeitos das aflatoxinas sobre os alimentos constituintes da ração de frangos

Cerca de 70% da ração de aves industriais é composta de grãos, que são altamente susceptíveis ao crescimento de fungos. Os principais fungos capazes de colonizar sementes, grãos, fibras naturais e seus subprodutos são categorizados em fungos de campo, intermediários e de armazenamento (LÁZZARI, 1993). As principais espécies de fungos de campo pertencem aos gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium*, os quais podem alterar a aparência dos grãos e o valor comercial do produto, enquanto os dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são os fungos de armazenamento ou depósito mais frequentemente encontrados (PUZZI, 1986). A presença de fungos toxigênicos é um indicativo de deterioração das sementes ou grãos de cereais e oleaginosas, sendo que estes patógenos causam danos ao embrião, descoloração, perdas nutricionais e de massa seca (MILLER, 1995; SINHA; SINHA, 1992).

O desenvolvimento fúngico nos alimentos afeta todos os nutrientes do produto. Em geral, alimentos com alto teor de carboidratos são mais favoráveis ao desenvolvimento de fungos e produção de toxinas, embora as espécies do gênero *Aspergillus* apresen-

tem ótimo desenvolvimento em grãos de oleaginosas, principalmente o amendoim (IAMANAKA; OLIVEIRA; TANIWAKI, 2010). As gorduras e os carboidratos servem de fonte energética para o crescimento fúngico, enquanto os aminoácidos servem de base para a biossíntese de proteínas e as vitaminas e os minerais estão envolvidos no metabolismo global. O milho apresenta-se como um excelente substrato para o desenvolvimento fúngico, tendo em vista sua riqueza nutricional, sobretudo a alta proporção de amido (BANKOLI; ADEBANJO, 2003).

A contaminação de grãos por fungos é favorecida pela ocorrência de lesões provocadas por artrópodes e outras pragas. Souza (1999) observou que o aumento dos níveis de carunchamento de milho foi acompanhado pelo aumento linear do teor de matéria seca, fibra bruta e cinzas, além de produzir efeito quadrático sobre o extrato não nitrogenado, a gordura, a proteína bruta, a densidade e a energia bruta. Essa diferença na composição bromatológica do alimento pode ser determinante na redução do desempenho produtivo dos animais, seja por diminuição do valor nutritivo da matéria-prima da ração quanto por ser porta de entrada para a contaminação fúngica e produção de micotoxinas. Esse fato é coerente com os resultados apresentados por Stringhini et al. (2000), os quais relataram aumento nas alterações hepáticas e no aparelho locomotor de frangos de corte quando alimentados, durante os primeiros 28 dias de vida, com dietas contendo 20 ou 40% de milho infestado por insetos ou fungos. Os dados apresentados ressaltam a importância do controle da qualidade dos grãos oferecidos aos animais, com intuito de preservação da saúde e bem-estar das aves.

Silva et al. (2008) analisaram o efeito de diferentes densidades de milho (alta, média, baixa e total) e milho sem seleção densitométrica sobre a produção de micotoxinas. Os autores observaram aumento crescente da concentração de aflatoxinas e tricotecenos à medida que houve redução da densidade do milho, devido à maior presença de pó segregado pela mesa

densitométrica. Ainda, a energia metabolizável aparente e a energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio diminuíram conforme aumentou a colonização por fungos.

Boas Práticas Agrícolas

O Brasil, devido ao seu clima predominantemente tropical, propicia condições ideais para a proliferação de fungos toxigênicos. Além disso, observam-se frequentemente condições inadequadas de plantio, colheita, secagem, transporte e armazenamento de produtos agrícolas. Desse modo, a adoção de práticas agrícolas que previnam a contaminação e o desenvolvimento de fungos é fundamental para garantir a obtenção de insumos de boa qualidade para a elaboração de rações empregadas em avicultura (ROSMANINHO; OLIVEIRA; BITTENCOURT, et al., 2001).

As boas práticas agrícolas enquadram-se na tentativa de impedir e/ou reduzir a contaminação da matéria-prima das rações por fungos toxigênicos, sejam de campo ou de armazenamento. A distinção entre fungos de campo e de armazenamento não é baseada na classificação taxonômica, mas de acordo com as condições ambientais e/ou ecológicas que favorecem o crescimento dos mesmos. Os fungos do campo requerem um teor de umidade em equilíbrio com a umidade relativa de 90% – 100% para crescerem. Os principais gêneros são *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Gibberella*, *Nigrospora*, *Helminthosporium*, *Alternaria* e *Cladosporium*, os quais invadem grãos e sementes durante o amadurecimento, sendo que o dano é causado antes da colheita. Esses fungos não se desenvolvem normalmente durante o armazenamento, exceto em milho armazenado com alto teor de umidade (MARCIA; LÁZZARI, 1998).

Os fungos de armazenamento (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus* e *Mucor*) são encontrados em grande número em armazéns, moinhos, silos, elevadores, equipamentos e lugares onde são armazenados, manuseados e processados produtos agrícolas. Causam danos ao produto somente se as condições de arma-

zenagem forem impróprias à manutenção da qualidade do produto. As espécies do gênero *Aspergillus* (*A. halophilius*, *A. restrictus*, *A. glaucus*, *A. candidus*, *A. alutaceus* (*A. ochraceus*) e *A. flavus*) e as do gênero *Penicillium* (*P. viridicatum*, *P. verrucosum*) são os indicadores de deterioração em sementes e grãos, causando danos ao germe, descoloração, alterações nutricionais, perda da matéria seca e os primeiros estágios da deterioração microbiológica (MARCIA; LÁZZARI, 1998).

A ocorrência e a magnitude da contaminação por fungos variam de acordo com os fatores geográficos e sazonais, com as condições locais de crescimento do vegetal e ainda com as práticas de colheita e estocagem utilizadas. *A. flavus* e *A. parasiticus* são saprófitas naturais do solo e do ar, sendo que em condições ideais são capazes de contaminar os alimentos. A formação de micotoxinas é dependente de muitos fatores, como a umidade, a temperatura, a presença de oxigênio, o tempo para o crescimento fúngico, a constituição do substrato, as lesões à integridade dos grãos causadas por insetos ou dano mecânico ou térmico, a quantidade de inóculo fúngico, bem como a interação ou competição entre as linhagens fúngicas (MALLMANN; DILKIN; RAUBER, 2009). Essa gama de fatores evidencia o grau de dificuldade para o controle efetivo dos mesmos com a finalidade de prevenir a ocorrência de fungos toxigênicos nos alimentos, sobretudo no Brasil, onde as condições climáticas são favoráveis ao desenvolvimento de fungos do gênero *Aspergillus*, tendo em vista as elevadas temperatura e umidade na maior parte de sua extensão territorial.

O tipo do sistema de secagem e armazenagem utilizado também contribui para a dinâmica da contaminação fúngica. A temperatura da massa de grãos no interior dos silos, em muitas situações, ultrapassa os 18°C recomendados, permitindo o crescimento intenso de fungos, especialmente pela deficiente aeração da maioria das unidades armazenadoras, que, mesmo existindo, pelo excesso e má distribuição das impurezas, não são efetivas no controle dos pontos de calor na massa de grãos (MALLMANN; DILKIN;

RAUBER, 2009). Adicionalmente, as condições climáticas brasileiras no período de colheita dos cereais, em função do regime pluviométrico, não favorecem a secagem dos grãos nas principais regiões produtoras, especialmente do milho (MALLMANN; DILKIN; RAUBER, 2009).

A presença de fungos nas rações ou nos grãos pode representar importantes perdas em termos da qualidade nutricional, o que torna o processo de descontaminação oneroso e difícil. Os problemas decorrentes da contaminação fúngica podem ser reduzidos se adotadas medidas preventivas no tratamento dos grãos e das rações, entre as quais se destacam (GONZALES; STRINGHINI; CAFÉ, 2005):

- a) redução no período de armazenamento;
- b) manutenção dos teores de umidade, temperatura e taxas de oxigênio em níveis desfavoráveis para o desenvolvimento fúngico durante o armazenamento;
- c) secagem rápida e eficiente do grão logo após a colheita, para atingir os níveis de umidade recomendados (para milho, até 15%, m/m);
- d) controle de impurezas nos grãos e aeração da massa armazenada para manter a uniformidade de temperatura e umidade;
- e) peletização da ração, que reduz a carga fúngica;
- f) limpeza periódica dos equipamentos e silos da fábrica de ração e das granjas.

Assim, métodos que visam à detoxificação das matérias-primas ou da ração em si têm sido estudados visando à diminuição dos efeitos deletérios das micotoxinas à saúde e produção animal. Uma alternativa promissora, porém que necessita ainda de muitos estudos aplicados, é a inativação biológica por meio de microrganismos vivos, constituintes estruturais ou suas enzimas.

Inativação Biológica de Micotoxinas

Existe um grande interesse em se usar produtos biológicos para reduzir a biodisponibilidade de micoto-

xinas. A melhor abordagem para a descontaminação deveria ser a degradação de micotoxinas por microrganismos, possibilitando a remoção das micotoxinas sob condições suaves, sem o uso de produtos químicos perigosos (como o etanol, acetona aquosa, isopropanol, hexano-metanol, metanol-água, acetonitrila-água, hexano-etanol-água e acetona-hexano-água) e sem perdas significativas no valor nutritivo e na palatabilidade de alimentos e rações descontaminadas (BATA; LÁSZTITY, 1999).

Utilização de Leveduras

Uma estratégia disponível para atenuar o efeito de alguns grupos de micotoxinas é usar a capacidade adsorptiva dos complexos de carboidratos presentes na parede celular de leveduras (ROSSI et al., 2010). Stanley et al. (1995) relataram reestabelecimento do ganho de peso, peso de fígado, coração e proventrículo de frangos de corte submetidos à dieta contaminada com 5 ppm de aflatoxina e adicionadas de 1% de cultura viva de *Saccharomyces cerevisiae*. Aravind et al. (2003) avaliaram glucomanano esterificado, que é a substância encontrada na parede celular de leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae* e sugeriram que a adição desta cultura à dieta é efetiva na contenção dos efeitos tóxicos de alimentação naturalmente contaminada com micotoxinas (178 ppb de aflatoxina B1; 8,4 ppb de ocratoxina; 54 ppb de zearalenona; 32 ppb de toxina T-2).

Recentemente, Pizzolitto et al. (2013) descreveram a eficácia da adição de cultura de *Saccharomyces cerevisiae* CECT1891 à dieta contaminada com aflatoxina B1. Frangos jovens alimentados com ração contendo 1,2 ppm de AFB1 apresentaram efeito protetor positivo para o peso de fígado, histopatologia de fígado, parâmetros bioquímicos séricos, além de melhora no desempenho zootécnico, quando foram fornecidas 5×10^9 células/L adicionadas à água de bebida.

Utilização de enzimas microbianas

Pesquisas recentes avaliaram enzimas produzidas por bactérias cuja função seria detoxificar alimen-

tos. Entre as descobertas, destaca-se a uma enzima exógena produzida por estirpe específica da bactéria *Myxococcus fulvus* (ANSM068). Essa enzima recebe a denominação de Enzima de Degradação de Aflatoxina da Mixobactéria (EDAM, do original em Inglês MADE), a qual foi capaz de degradar as aflatoxinas B1 (71-79%), G1 (13-68%) e M1 (63-82%). A produção em escala dessa enzima representa uma inovação importante na área de micotoxinas, tendo em vista seu potencial de aplicação em processos industriais de transformação de alimentos (ZHAO et al., 2010), incluindo a fabricação de rações.

Extratos livres de células de *Rhodococcus erythropolis* e de *Mycobacterium fluoranthenorans* foram capazes de reduzir significativamente a concentração de AFB₁ em testes in vitro, possivelmente pela presença de enzimas degradadoras, indicando uma possível aplicação na indústria de alimentos devido às altas taxas de degradação e ampla faixa de temperatura de funcionamento (TENIOLA et al., 2005). Similarmente, Tejada-Castañeda et al. (2008) demonstraram a viabilidade da utilização de *Nocardia corynebacterioides* NRRL24037 para detoxificação de milho contaminado com aflatoxina, uma vez que o microrganismo não causou prejuízo ao desempenho das aves e reduziu parcialmente o nível de contaminação da ração.

MA et al. (2012) relataram que a bactéria *Bacillus subtilis* ANS060, isolada de intestino de peixes, possui uma forte habilidade em detoxificar aflatoxinas. Os autores observaram que a adição dessa estirpe na ração contaminada de poedeiras comerciais diminuiu os efeitos tóxicos das aflatoxinas no fígado e rins, além de aumentar a atividade de enzimas antioxidantes e restaurar a síntese proteica hepática. Outra estirpe de *B. subtilis*, UTBSP1, encontrada em pistaches, também foi capaz de reduzir a concentração de AFB₁ em 85,66% e 95% em meio de cultura de caldo de carne e nas nozes, respectivamente (FARZANEH et al., 2012). O sobrenadante dos extratos da bactéria reduziu a concentração da toxina em 78,39%, indicando

que a enzima responsável pela degradação é extracelular (FARZANEH et al., 2012). Embora os dados experimentais indiquem uma perspectiva para detoxificação enzimática de aflatoxinas, novos estudos são necessários para esclarecer os mecanismos de degradação das aflatoxinas pelas enzimas, bem como estabelecer os parâmetros ideais para a ação enzimática com vistas à futura aplicação em alimentos.

Conclusão

As aflatoxinas causam efeitos adversos em frangos de corte e alterações nas matérias-primas utilizadas em rações, os quais resultam na diminuição do desempenho zootécnico de criações avícolas comerciais. Considerando a complexidade de fatores que contribuem para a contaminação dos cereais utilizados na alimentação animal, especialmente o milho, as atividades de controle devem envolver a aplicação de Boas Práticas Agrícolas direcionadas a todas as etapas produtivas, desde a colheita dos cereais até a produção e armazenagem das rações prontas. Os métodos químicos e físicos de descontaminação de alimentos contendo aflatoxinas apresentam importantes limitações que impedem seu uso regular pela indústria. Avanços recentes em técnicas biológicas têm demonstrado novas perspectivas para o uso de enzimas microbianas para redução da concentração de aflatoxinas em matérias-primas alimentares. Deve-se ressaltar, contudo, que a prevenção de micotoxicoses em criações avícolas requer ações integradas para a aplicação de técnicas tanto de prevenção quanto de descontaminação, visando combater estas enfermidades silenciosas que tantos prejuízos financeiros causam à cadeia produtiva de carne de frango.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Referências

- ARAVIND, K. L.; PATIL, V. S.; DEVEGOWDA, G.; UMAKANTHA, B.; GANPULE, S. P. Efficacy of esterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers. **Poultry Science**, v. 82, n. 4, p. 571-576, 2003.
- ASAO, T.; BUCHI, G.; ABDEL-KADER, M. M.; CHANG, S. B.; WICK, E. L.; WOGAN, G. N. Aflatoxins B1 e G1. **Journal of the American Chemical Society**, v. 85, n. 11, p. 1706-1707, 1963. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ja00894a050>>. Acesso em: 6 ago. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1021/ja00894a050>.
- BAILEY, R. H.; KUBENA, L. F.; HARVEY, R. B.; BUCKLEY, S. A.; ROTTINGHAUS, G. E. Efficacy of various inorganic sorbents to reduce the toxicity of aflatoxin and T-2 toxin in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 77, n. 11, p. 1623-1630, 1998. Disponível em: <<http://ps.oxfordjournals.org/content/77/11/1623>>. Acesso em: 13 jul. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/ps/77.11.1623>.
- BANKOLI, S. A.; ADEBANJO, A. Mycotoxins in food in West Africa: current situation and possibilities of combating it. **African Journal of Biotechnology**, v. 2, n. 9, p. 254-263, 2003.
- BATA, A.; LÁSZTITY, R. Detoxification of mycotoxin-contaminated food and feeds by microorganisms. **Trends in Food Science and Technology**, v. 10, n. 6-7, p. 223-228, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224499000503>>. Acesso em: 5 jul. 2013. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00050-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00050-3).
- DENLI, M.; BLANDOM, J. C.; GUYNOT, M. E.; SALADO, S.; PEREZ, J. F. Effects of a dietary AflaDetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes, and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B1. **Poultry Science**, v. 88, n. 7, p. 1444-1451, 2009. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/26296904_Effects_of_dietary_AflaDetox_on_performance_serum_biochemistry_histopathological_changes_and_aflatoxin_residues_in_broilers_exposed_to_aflatoxin_B1>. Acesso em: 18 jul. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2008-00341>.
- DOERR, J. A.; HUFF, W. E.; WABECK, C. J.; CHALOUPKA, G. W.; MAY, J. D.; MERKLEY, J. W. Effects of low level chronic aflatoxicosis in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 62, n. 10, p. 1971-1977, 1983.
- FARZANEH, M.; SHI, Z-Q.; GHASSEMPOUR, A.; SEDAGHAT, N.; AHMADZADEH, M.; MIRABOLFATHY, M.; JAVANNIKKHAH, M. Aflatoxin B1 degradation by *Bacillus subtilis* UTBPS1 isolated from pistachio nuts of Iran. **Food Control**, v. 23, n. 1, p. 100-106, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713511002477>>. Acesso em: 19 jul. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.06.018>.
- GONZALES, E.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B. Antifúngicos. In: PALERMO-NETO, J.; SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L. **Farmacologia aplicada à avicultura**: boas práticas no manejo de medicamentos. São Paulo: Roca, 2005. p. 175-187.
- IAMANAKA, B. T.; OLIVEIRA, I. S.; TANIWAKI, M. H. Micotoxinas em alimentos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 7, p. 138-161, 2010.
- LÁZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 1993. Curitiba: EMBRAPA, 1993. 140 p.
- LEESON, S.; DIAZ, G. J.; SUMMERS, J. D. Aflatoxins. In: LEESON, S.; DIAZ, G. J.; SUMMERS, J. D. **Poultry metabolic disorders and mycotoxins**. Guelph: University Books, 1995.
- MA, Q. G.; GAO, X.; ZHOU, T.; ZHAO, L. H.; FAN, Y.; LI, X. Y.; LEI, Y. P.; JI, C.; ZHANG, J. Y. Protective effect of *Bacillus subtilis* ANS060 on egg quality, biochemical and histopathological changes in layers exposed to aflatoxin B1. **Poultry Science**, v. 91, n. 11, p. 2852-2857, 2012. Disponível em: <<http://ps.oxfordjournals.org/content/91/11/2852>>. Acesso em: 14 jul. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02474>.
- MARCIA, B. A.; LÁZZARI, F. A. Monitoramento de fungos em milho em grão, grits e fubá. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 363-367, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20611998000400001&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 13 ago. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611998000400001>.
- MALLMANN, C. A.; DILKIN, P.; RAUBER, R. H. Micotoxinas e micotoxicoses na avicultura. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; SILVA, E. N.; DI FÁBIO, J.; SESTI, L.; ZUANAZE, M. A. F. **Doenças das aves**. 2. ed. Campinas: FACTA, 2009. p. 821-832.
- MILLER, J. D. Fungi and mycotoxins in grain: implications for stored product research. **Journal of Stored Products Research**, v. 31, n. 1, p. 1-16, 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022474X9400039V>>. Acesso em: 5 ago. 2013. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X\(94\)00039-V](http://dx.doi.org/10.1016/0022-474X(94)00039-V).
- OSWEILLER, G. D. Mycotoxins and livestock: what role do fungal toxins play in illness and production losses? **Veterinary Medicine**, v. 85, p. 89-94, 1990.
- PIER, A. C.; CYSENSKY, S. L. J.; RICHARD, J. L. Mycotoxins as a veterinary problem. In: RODRICKS, J. V.; HESSELTINE, C. W. L.; MEHLMAN, M. **Mycotoxins in human and animal health**. Park Forest South: Pathox Publishers, 1973. p. 745-750.
- PIZZOLITTO, R. P.; ARMANDO, M. R.; SALVANO, M. A.; DALCERO, A. M.; ROSA, C. A. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* as an antiaflatoxicogenic agent in broiler feedstuffs. **Poultry Science**, v. 92, n. 6, p. 1655-2663, 2013. Disponível em: <<http://ps.oxfordjournals.org/content/92/6/1655>>. Acesso em: 3 ago. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02846>.
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. 603 p.
- ROSMANINHO, J. F.; OLIVEIRA, C. A. F.; BITTENCOURT, A. B. F. Efeitos das micotoxicoses crônicas na produção avícola. **Comunicação Científica. Arquivos do Instituto Biológico**, v. 68, n. 2, p. 107-114, 2001.
- ROSSI, P.; RUTZ, F.; LIMA, G. J. M. M.; NUNES, J. K.; ANCIUTI, M. A.; MORAES, P. V. D.; SILVA, J. G. C.; SILEVIRA, M. H. D.; MAIER, J. C. Efeito do absorvente a base de glucomanano esterificado no desempenho e caracterização visceral de frangos de corte. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 16, n. 1-4, p. 91-100, 2010.
- SILVA, C. S.; COUTO, H. P.; FERREIRA, R. A.; FONSECA, J. B.; GOMES, A. V. C.; SOARES, R. T. R. N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 883-889, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982008000500016>. Acesso em: 16 jul. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000500016>.
- SINHA, K. K.; SINHA, A. K. Impact of stored grains pests on seed deterioration and aflatoxin contamination in maize. **Journal of Stored Products Research**, v. 28, n. 3, p. 211-219, 1992. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022474X9290043P>>. Acesso em: 13 ago. 2013. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0022474X\(92\)90043-P](http://dx.doi.org/10.1016/0022474X(92)90043-P).
- SOUZA, A. V. C. **Composição química e valor nutritivo do milho com diferentes níveis de carunchamento para suínos**. 1999. 88 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-

- MG, 1999. Disponível em: <<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/zootecnia/1999/149637f.pdf>>. Acesso em: 1 abr. 2013.
- STANLEY, V. G.; OJO, R.; WOLDESENBET, S.; HUTCHINSON, D. H.; KUBENA, L. F. The use of *Saccharomyces cerevisiae* to suppress the effects of aflatoxicosis in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 72, n. 10, p. 1867-1872, 1995.
- STRINGHINI, J. H.; MOGYCA, N. S.; ANDRADE, M. A.; ORSINI, G. F.; CAFÉ, M. B.; BORGES, S. A. Efeito da qualidade do milho no desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 191-198, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-3598200000100026&lng=pt&nrm=iso&tng=pt>. Acesso em: 13 jul. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-3598200000100026>.
- TEDESCO, D.; STEIDLER, S.; GALLETTI, S.; TAMENI, M.; SONZOGNI, O.; RAVAROTTO, L. Efficacy of silymarin-phospholipid in reducing the toxicity of aflatoxin B1 in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 83, p. 1839-1843, 2004.
- TEJADA-CASTAÑEDA, Z. I.; ÁVILA-GONZALEZ, E.; CASAUBON-HUGUENIN, M. T.; CERVANTES-OLIVARES, R. A.; VÁSQUEZ-PELÁEZ, C.; HERNÁNDEZ-BAUMGARTEN, E. M.; MORENO-MARTÍNEZ, E. Biodetoxification of aflatoxin-contaminated chick feed. **Poultry Science**, v. 87, n. 8, p. 1569-1576, 2008. Disponível em: <<http://ps.oxfordjournals.org/content/87/8/1569>>. Acesso em: 17 ago. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2007-00304>.
- TENIOLA, O. D.; ADDO, P. A.; BROST, I. M.; FÄRBER, P.; JANY, K.-D.; ALBERTS, J. F.; ZYL, W. H. VAN; STEYN, P. S.; HOZAPFEL, W. H. Degradation of aflatoxin B1 by cell-free extracts of *Rhodococcus erythropolis* and *Mycobacterium fluoranthenivorans* sp. nov. DSM44556. **International Journal of Food Microbiology**, v. 105, n. 2, p. 11-117, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160505003168>>. Acesso em: 27 ago. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.05.004>.
- ZHAO, J.; SHIRLEY, R. B.; DIBNER, J. D.; URAIZU, F.; OFFICER, M.; KITCHELL, M.; VAZQUEZ-ANON, M.; KNIGHT, C. D. Comparison of hydrated sodium calcium aluminosilicate and yeast cell wall on counteracting aflatoxicosis in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 89, n. 10, p. 2147-2156, 2010. Disponível em: <<http://ps.oxfordjournals.org/content/89/10/2147>>. Acesso em: 25 jul. 2013. doi: <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2009-00608>.