

NUTRItime

REVISTA ELETRÔNICA
www.nutritime.com.br

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 147
v. 8, n° 06 p.1619- 1623 – Novembro/Dezembro 2011



Artigo Número 147

RAÇÃO, FUNGOS E MICOTOXINAS
Revisão

Francisco das Chagas Cardoso Filho, Maria Christina Sanches Muratori



RAÇÃO

Ração é uma porção de alimento que é dada aos animais, sendo formulada de acordo com as necessidades nutricionais de cada indivíduo. Fatores como a idade e espécie interferem na sua composição. A ração representa um dos principais custos operacionais na produção animal. Para a sua formulação são empregados diversos ingredientes, e dentre os mais usados nas formulações são o milho, soja e trigo, dentre outros ingredientes como a farinha de carne e de peixe, que são balanceados para garantir um bom desempenho na produtividade animal, os quais constituem substratos ideais para o desenvolvimento de fungos e micotoxinas. Este desenvolvimento pode ser de origem externa devido à utilização de matéria-prima contaminada, transporte inadequado, dentre outras formas, ou interna, oriunda do interior da fábrica devido à presença de partículas da matéria-prima e rações que se aderem às máquinas e equipamentos em geral. (GIMENO, 2000; DANTIGNY et al., 2005). Essa contaminação pode causar inúmeras perdas econômicas associadas à redução de nutrientes, da palatabilidade e à presença de micotoxinas, afetando tanto a saúde humana como a animal (SCUSSEL, 2002; PEREIRA et al., 2005).

FUNGOS

Os fungos são organismos eucarióticos cujos núcleos são dispersos em um micélio contínuo ou septado. Sua nutrição é obtida por absorção. São saprofitos, parasitos facultativos ou biotróficos. Crescem como célula única (leveduras) ou como colônias filamentosas multicelulares (bolor). Encontra-se em abundância no solo, nos vegetais e nas águas e se reproduzem por meios de ciclos teleomorfos e anamorfos (TRABULSI et al., 2002).

Os fungos têm sido evidenciados como microrganismos de grande importância para os alimentos.

Estes têm sido responsáveis por perdas econômicas de relevância, o que representa uma série de prejuízos em todo o mundo (DANTIGNY et al., 2005; PEREIRA, et al., 2005), devido capacidade de produzir micotoxinas, que são metabólitos secundários com potencial de toxicoses ao homem e aos animais, depois de ingeridos. O impacto causado por elas abrangem desde a queda na produtividade animal, favorecendo a uma debilidade imunológica, apresentando propriedades alergênicas, teratogênicos, carcinogênicos e mutagênicos (KAWASHIMA et al., 2002; CAST, 2003; ROSSETTO et al., 2005). Outro metabólito capaz de ser produzido por fungos é o etanol, que possui baixo peso molecular e é tóxico apenas em alta concentração (BENNETT; KLICH, 2003).

A presença de fungos na ração não significa necessariamente a presença de micotoxinas (PEREIRA et al., 2002), entretanto, elevadas contagens fúngicas são consideradas como indicativo da presença de micotoxinas no alimento (FAO, 2004).

Existem mais de 100 espécies fúngicas micotoxigênicas, que podem produzir mais de 400 diferentes tipos de micotoxinas, sendo que dessas mais de 250 já tiveram sua estrutura química definida. Os principais fungos produtores pertencem aos gêneros: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizoctonia* e *Stachybotrys*, dentre eles destacam-se os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, que são considerados os de maior importância para alimentos e ração, por serem os mais encontrados e os maiores produtores de micotoxinas (PATERSON et al., 2004; PEREIRA et al., 2005; ROSA et al., 2006; SIMAS et al., 2007). No entanto, a maioria ainda não tem claramente definido seu impacto biológico sobre a saúde humana, animal e ao ambiente (KNASMULLER et al., 2004). Estes fungos podem ser encontrados em uma diversidade de alimentos, tanto utilizados na alimentação humana como na alimentação animal (BATISTA;



FREITAS, 2000; PEREIRA et al., 2005; HERMANNNS et al., 2006; CHIOTTA, et al., 2009; CARDOSO FILHO, 2011).

No Brasil não há padrões legais para contagem de fungos em ração animal, mas segundo o padrão utilizado em outros países do mundo para certificação de ração animal (GMP, 2008) não se deve ter contagens superiores que 4,00 UFC/g em log₁₀.

Aspergillus spp.

Os fungos deste gênero habitam em uma ampla variedade de ambientes, sendo os mais frequentes em solo e alimentos. Algumas espécies, principalmente o *Aspergillus oryzae* têm importância econômica na manufatura da fermentação de alimentos, como na produção de sake, assim como a utilização de suas enzimas na alimentação de bovinos. Os *Aspergillus* também podem causar impacto negativo na economia tanto pela produção de toxinas potentes, quanto pela deterioração de alimentos (KLICH; PITT, 1988; RIBEIRO et al., 2003; SAMSON et al., 2004; PITT; HOCKING, 2009; EMBRAPA, s.d.).

A presença de *Aspergillus flavus* nas rações representa um perigo potencial, pois pode ocasionar enfermidades nos trabalhadores que diretamente estão em contato com ela, como a aspergilose (AKAN et al., 2002), alergias e problemas respiratórios pelo contato e inalação de conídios.

Penicillium spp.

O gênero *Penicillium* possui a maior quantidade de espécies e pode ser encontrado em quase todos os substratos. São considerados ubíquos e saprófitos oportunistas. A maioria das espécies habita o solo, e sua ocorrência em alimentos dá-se de forma accidental. Algumas espécies causam patogenias graves e destrutivas em frutos e cereais, crescendo com baixa presença de oxigênio, atividade de água mínima de 0.80. Vários são psicotróficos e

capazes de causar deterioração alimentar em produtos mantidos sobre refrigeração (SAMSOM et al., 2004; PITT; HOCKING, 2009).

Alguns fungos desse gênero são capazes de produzir diversas micotoxinas, como a Ocratoxina produzida pelo *Penicillium verrucosum*, e a citrinina produzida pelo *P. citrinum*.

Fusarium spp.

Os fungos pertencentes ao gênero *Fusarium* desenvolvem-se em colônias que apresentam crescimento rápido e são largamente distribuídas no solo, principalmente nos cultivados, estando presente na decomposição da celulose de algumas plantas. Eles são a maior causa de deterioração em frutos e vegetais e são comumente encontrados em cereais de forma geral (SAMSOM et al., 2004; PITT; HOCKING, 2009). Muitas das espécies de *Fusarium* são patógenas e destroem os cereais e outros produtos. A produção de micotoxinas ocorre antes ou logo após a colheita, sendo as mais estudadas as fumonisinas e zearalenona.

MICOTOXINAS

As micotoxinas quando presentes nos alimentos e rações são potencialmente perigosas para a saúde, tanto humana como animal, pois além de não estimular o sistema imune, possuem vários efeitos tóxicos e dificilmente são degradadas, pois possuem de modo geral grande estabilidade química que permite sua presença durante as etapas de processamento de alimentos e rações (TRISTAN, 2002; GARDA; BADIALE-FURLONG, 2003; RICHARD, 2007).

Atualmente 25% dos cereais produzidos no mundo estão contaminados por micotoxinas. Fatores como clima e localização influenciam diretamente na produção de determinado tipo de micotoxina (LAWLOR; LYNCH, 2001).

A pesquisa das micotoxinas assume um papel importante na área



de alimentos, tendo em vista o risco potencial que pode ocasionar aos consumidores, bem como as perdas econômicas provocadas, que representam um percentual bastante elevado no cenário mundial (PEREIRA et al., 2005). A micobiota e o nível de contaminação das micotoxinas em rações animais vêm sendo monitorados em diversas partes do mundo (MAGNOLI et al., 1998; SIAME et al., 1998; ROSA et al., 2006).

As micotoxicoses apresentam alterações que dificilmente são detectadas em inspeção animal, a não ser quando expostos há muito tempo, com a presença de tumores, hoje sabe-se que diversos alimentos contaminados com concentrações baixas de micotoxinas são amplamente utilizados na alimentação humana (DILKIN; MALLMANN, 2004). As micotoxicoses apresentam-se de três formas: aguda, subaguda ou na forma crônica (FIGUEIRA et al., 2003). As micotoxicoses agudas são aquelas em que o efeito aparece em poucas horas após a ingestão da micotoxinas, normalmente quando essa ingestão é de grandes concentrações. A de forma subaguda são aquelas que a quantidade de micotoxina ingerida são menores que na forma aguda, mas os sinais de intoxicações aparecem em alguns dias, já a de forma crônica é aquela em que a ingestão de micotoxinas ocorre em pequenas doses e de forma contínua, sendo que os sinais vão aparecer a longo prazo, como exemplos temos os tumores.

Alguns fatores podem influenciar na toxicidade das micotoxinas como: a espécie e raça dos animais; nível e duração da contaminação; nutrição e saúde dos animais; idade e sexo; infecções bacterianas, virais ou parasitárias; condições inadequadas de habitat dos animais (temperatura, umidade e ventilação); presença de várias micotoxinas e sinergismos entre elas; tipos e variedades de matérias-primas (GIMENO, 2000).

Rações contaminadas por micotoxinas, além de reduzir o

desempenho e afetar o estado geral de saúde do animal (principalmente em aves, suínos, bovinos e cavalos), causam redução da produtividade, declínio na produção de ovos, problemas reprodutivos, vulnerabilidade a infecções, aumento da morbidade e por último, a mortalidade. Constituem um risco para os seres humanos, uma vez que produtos animais contendo resíduos de micotoxinas, como o leite, ovos e na carne, vêm se transformando em um grave problema de saúde pública, pois ao serem consumidos por pessoas podem causar possíveis danos à saúde como: ocorrência de doenças auto-imunes, apresentando propriedades alergênicas, teratogênicos, carcinogênicos e mutagênicos (KAWASHIMA et al., 2002; CAST, 2003; GONÇALEZ et al., 2004; ROSSETTO et al., 2005).

A maioria de mortes em animais de produção tem sido causada pelas micotoxinas, principalmente as aflatoxinas, fumonisinas, zearalenona e ocratoxina. São registradas perdas na produção devidas a uma combinação dessas micotoxinas e sua presença nas rações. (BATH; VASANTHI, 1999)

AFLATOXINAS

Essas micotoxinas são principalmente produzidas por fungos da espécie *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*, que são ubíquos no ambiente e potencialmente capazes de produzir contaminação direta em uma grande variedade de alimentos (HERMANNNS et al, 2006; REDDY et al., 2009; ROIGÉ et al., 2009; FERNÁNDEZ-CRUZ et al., 2010).

Existem, até o momento, 18 tipos de aflatoxinas (MÍDIO; MARTINS, 2000; GIMENO, 2000), sendo que a aflatoxina B1 é a mais prevalente e biologicamente ativa dentre as aflatoxinas, e é considerado o mais potente hepatotóxico e carcinogênico, além de ser um imunossupressor natural conhecido por afetar os humanos e animais (CREPPY, 2002; WILLIAMS et al.,



2004). E seus efeitos variam com a espécie, idade, sexo e estado nutricional (CAST, 2003), ela possui características nefrotóxicas, mutagênicas, teratogênicas e também causam encefalopatias. Tem sido identificada como fator associado ao câncer hepático, após a ingestão de alimentos contaminados, tanto em animais como no homem (GIMENO, 2000; FERREIRA et al., 2006).

A ocorrência de aflatoxinas em produtos destinados à alimentação animal é oriunda de vários estados do Brasil; Paraná (SASSAHARA et al., 2003), Minas Gerais (PEREIRA et al., 2005), São Paulo (OLIVEIRA et al., 2006), Rio de Janeiro (ROSA et al., 2006; KELLER et al., 2007) e Piauí (CARDOSO FILHO, 2011). Os sinais de intoxicação por aflatoxinas dependem principalmente de sua concentração no alimento, do tipo de aflatoxina e do tempo de ingestão (OGIDO et al., 2004), são altamente cancerígenas e podem causar toxicidade aguda quando em concentrações elevadas (KABAK; DOBSON, 2006; KHANAFARI et al., 2007). Além disso produzem efeitos mutagênicos, teratogênicos e imunossupressores (MURTHY et al., 2005). Por isso são motivo de grande preocupação devido aos seus efeitos nocivos sobre a saúde dos seres humanos e animais, também caracterizada pela imunodepressão e por anomalias ósseas, hemorragias e despigmentação (MIAZZO et al., 2005).

Há no Brasil uma recomendação do Ministério da Saúde, de que para qualquer ingrediente a ser utilizado na formulação de rações, não deve exceder os níveis de 50 µg/kg de aflatoxinas, esse limite também vale para o produto final, ou seja, a ração (BRASIL, 2002).

OCRATOXINAS

As ocratoxinas são uma das principais micotoxinas encontradas em rações, naturalmente produzidas por fungos das espécies *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus carbonarius* e

Penicillium verrucosum. Existem sete tipos de ocratoxinas, sendo a ocratoxina A o metabólito primário mais abundante e mais tóxico dentre as ocratoxinas encontradas na natureza. (MAGNOLI et al., 2004; WELKE et al., 2009), é classificada pelo IARC como um agente possivelmente carcinogênico para humanos (IARC, 2003).

As ocratoxinas têm sido encontradas em diferentes tipos de alimentos incluindo o trigo, milho, café, cacau, cevada, cerveja, figos secos, centeio, queijo, pão, uvas, feijão seco, grãos de soja, frutas cítricas, castanhas do Brasil, tabaco mofado, presunto curado, amendoins e demais produtos similares. (JAY, 2005; WELKE et al., 2009).

A Ocratoxina A (OTA) possui diversas propriedades tóxicas, principalmente nefrotóxicas (JECFA, 2001). Esta micotoxina foi associada à nefropatia endêmica dos Balcãs, doença caracterizada por progressiva redução das funções renais em humanos. Em estudos com animais, a OTA tem demonstrado efeitos carcinogênicos, mutagênicos, teratogênicos, imunossupressores, genotóxicos e neurotóxicos (CAST, 2003).

ZEARALENONA

A zearalenona (ZEA) é produzida por diversas espécies de *Fusarium*, principalmente pelas espécies, *F. graminearum*, *F. equiseti* e *F. semitectum*, são fungos considerados invasores secundários mais frequentemente associados ao solo (DESARDINS, 2006; LESLIE; SUMMERELL, 2006), a produção de ZEA por esses fungos é favorecida pela alta umidade (>25%) nos cereais e/ou em ração numa temperatura baixa a moderada (8 a 24°C). Dentre os alimentos que apresentam maior probabilidade de contaminação, destacam-se: milho, trigo, cevada, aveia, sorgo, banana, mandioca, sorgo, feijão, soja e nozes (CAZANAVE; MÍDIO, 1998; AGAG, 2004; SCHWARZER, 2009)



É um composto não-esteróide que exibe atividade estrogênica em animais de produção como: bovinos, ovinos e suínos, os principais sinais nas fêmeas são: tumefação vulvar, prolapso vaginal, atrofia dos ovários, hipertrofia das mamas e úteros, já nos machos causam atrofia dos testículos e hipertrofia das mamas (GIMENO, 2000; MÍDIO e MARTINS, 2000; SCWARZER, 2009).

Além de efeitos na atividade estrogênica, Outros efeitos também podem ser provocados pela ZEA, dentre as quais; o efeito citotóxico em tecidos não reprodutivos. Esse efeito danifica a estrutura do DNA, impedindo a replicação celular e a síntese proteica (ABID-ESSEFI et al., 2004).

FUMONISINAS

Fumonisinias (FBS) são um grupo de micotoxinas produzidas principalmente, por *Fusarium verticillioides* e *F. proliferatum*, que são os fungos mais frequentemente associados à contaminação em grãos de milho, sendo o primeiro o mais prevalente (RHEEDER et al., 2002; GONZÁLEZ PEREYRA et al., 2008; MORENO et al., 2009), onde esta contaminação, tanto pelos fungos como pelas micotoxinas, tem sido relatada previamente em grãos de milho no mundo todo (LOGRIECO et al., 2002; RHEEDER et al., 2002).

Existem pelo menos sete diferentes compostos de ocorrência natural que fazem parte do grupo das fumonisinias: Fumonisinias B1, B2, B3, B4, A1, A2 e A3, sendo as três primeiras as mais frequentemente isoladas em milho e seus derivados (JAY, 2005; PITT; HOCKING, 2009) e aparentemente são as únicas que são produzidas em quantidades significantes em condições naturais (AZIZ et al., 2005).

Fumonisina B1 é classificado como um carcinogênico humano (IARC, 2003), o consumo de alimentos contaminados por fumonisinias tem sido relacionado à incidência de câncer hepático e de

esôfago (MARASAS et al., 2004) e também na formação do tubo neural (MISSMER et al., 2006). Além disso, as fumonisinias podem causar uma variedade de problemas de saúde dos animais, com isso reduzindo a sua produtividade. Os níveis de fumonisinias nos alimentos são dependentes do grau de contaminação e dos processos de transformação utilizados na produção do produto final. (KATTA, 1997). As fumonisinias são estáveis ao calor e sobrevivem sob condições de cozimento ou fritura, que é em torno de 70° C e 120°C, respectivamente dependendo do tipo de alimento (HUMPF, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto, pode-se verificar a importância de se estudar fungos e micotoxinas em alimentos destinados a alimentação animal devido aos prejuízos que este pode trazer, tanto na produção como na saúde animal, sem deixar de frisar nos malefícios que podem causar aos seres humanos. Então, deve-se evitar que haja o favorecimento de condições para o desenvolvimento fúngico e produção de micotoxinas, tanto na indústria como na propriedade produtora, fatores como acondicionamento de ração de maneira adequada, procurando locais com baixa umidade, livre de poeiras, assim também como a utilização de transporte fechado, outro cuidado que deve se ter após abertura dos sacos de ração é evitar deixá-los abertos no ambiente, dentre outros fatores, devem ser controlados para que assegurem o fornecimento de um alimento de boa qualidade.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABID-ESSEFI, S.; OUANES, Z.; HASSEN, W.; Cytotoxicity inhibition of DNA and protein syntheses and oxidative damage in cultures cells exposed to zearalenone. *Toxicology In Vitro*, v.18, p. 467-474, 2004
- AGAG, B.I. Mycotoxins in foods and feeds aflatoxins. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches*, v.7, p. 36, 2004
- AKAN, M.; HAZIROGLU, R.; ILHAN, Z.; SAREYYÜPOGLU, B.; TUNCA, R. A case of 9 aspergillosis in a broiler breeder flock. *Avian Diseases*, v.42, n.2, p.497-501, april/june, 2002
- AZIZ, N.H.; MATTER, Z.A.; SHAHIN, A.A.M. Detection of fumonisin B1 produced by *Fusarium moniliforme* and its control by gamma radiation and food preservatives. *Nat. Egypt. J. Microbiol.*, 10, 96-107, 2005
- BAHT, R. V.; VASANTHI. Contaminación por micotoxinas de alimentos y piensos: situación general, incidencia y efectos económicos sobre la disponibilidad de alimentos, comercio, exposición de los animales de granja y pérdidas económicas conexas. Lista da Terceira Conferência Internacional Mixta FAO/OMS/PNUMA sobre Micotoxinas. Mar. 1999
- BATISTA, L. R. ; FREITAS, R. F. de. Avaliação da produção de aflatoxinas por espécies do fungo *Aspergillus* associados ao café. *Rev. Bras. de Armaz.*, Viçosa, Especial- (1): p. 44-49, 2000
- BENNETT, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. *Clinical Microbiology Reviews*, v.16, n.3, p. 497-516, 2003
- BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada Nº 274, d ANVISA, de 15 de outubro de 2002
- CARDOSO FILHO, F. C. C. Monitoramento de fungos toxigênicos e aflatoxinas em rações utilizadas na piscicultura em Teresina, Piauí, Brasil. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Pós Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Teresina
- CAST. Council for Agricultural Science and Technology. Mycotoxins: risks in plant, animal and human systems, 2003. Task Force Report Nº139, Ames, Iowa, USA
- CAZANAVE, S. O. S.; MÍDIO, A. F. A simplified method for the determination of zearalenone in corn-flour. *Alimentaria*, v. 298, p. 27-9, 1998
- CHIOTTA, M.L.; PONSONE, M.L.; COMBINA, M. TORRES, A.M.; CHULZE, S.N. *Aspergillus* section Nigri species isolated from different wine-grape growing regions in Argentina. *International Journal of Food Microbiology* 136, 137-141, 2009
- CREPPY, E. E. Update of survey, regulation and toxic effects of mycotoxins in Europe. *Toxicology Letters*, Amsterdam, n. 1/2, p. 1-10, Jan. 2002
- DANTIGNY, P. ; GUILMART, A. ; BENSOUSSAN, M. Basis of predictive mycology. *Int. J. Food Microbiol.* 100, 187-196, 2005



DESJARDINS, A.E., 2006. *Fusarium* Mycotoxins: Chemistry, Genetics, and Biology. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA
DILKIN, P.; MALLMANN, C.A. Sinais clínicos e lesões causadas por micotoxinas. In. ENCONTRO NACIONAL DE MICOTOXINAS, 11., 2004, São Paulo. Anais. São Paulo, 2004.

EMBRAPA. Suplementação direta de microorganismos e seus extratos. Embrapa Gado de Corte. <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc106/08microorganismos.html>. acesso em 27 de novembro de 2010

FAO.Almacenaje.2004.Disponível em:<<http://www.fao.org>> Acessado em: 23 set. 2010

FERNÁNDEZ-CRUZ,M.L.; MANSILLA, M.L.; TADEO, J.L. Mycotoxins in fruits and their processed products: Analysis, occurrence and health implications. *Journal of Advanced Research*, 1, 113-122, 2010

FERREIRA, H.; PITNER, E.; SANCHES, H.F. Aflatoxinas: um risco à saúde animal. *Ambiência*, v.2, n.1, p.113-127, 2006

FIGUEIRA, E. L. Z ; COELHO, A.R. ; ONO, E.Y.S ; HIROOKA, E.Y. Milho: riscos associados à contaminação por *Fusarium verticillioides* e fumonisinas. *Semina: Ciências Agrárias*, v.24, n.2, p.359-378, 2003

GARDA J.; BADIÁLE-FURLONG E. Descontaminação de micotoxinas: uma estratégia promissora. *Revista Veter*, 13(2):7-15, 2003

GIMENO, A. Revisión genérica del problema de los hongos y de las micotoxinas en al alimentacion animal. 2000 Disponível em: <http://www.micotoxinas.com.br/boletim1.htm>.> Acesso em 2 abr. 2008

GMP (Good Manufacturing Practices). Certification Scheme Animal Feed. Sector 2008, Appendix 1: *Product standards; Regulations on Product Standards in the Animal Feed Sector*. GMP14, p. 1- 39. 2008

GONÇALEZ, E.; PINTO, M.M.; MANGINELLI, S.; FELICIO, J.D. Intoxicação de vacas leiteiras por farelo de algodão naturalmente contaminado com aflatoxinas. *Revista Ciência Rural*, v.34, n.1, p.171-174, 2004

GONZÁLEZ PEREYRA, M.L.; ALONSO, V.A.; SAGER, R.; MORLACO, M.B.; MAGNOLI, C.E.; ASTORECA, A.L.; ROSA, C.A.R.; CHIACCHIERA, S.M.; DALCERO, A.M.; CAVAGLIERI, L.R. Fungi and selected mycotoxins from pre- and postfermented corn silage. *Journal of Applied Microbiology* 104, 1034-1041, 2009

HERMANN, G.; PINTO,F.T.; KITAZAWA,S.E.; NOLL,I.B. Fungos e fumonisinas no período pré-colheita do milho. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(1): 7-10, jan.-mar. 2006

HUMPF, H. U.; VOSS, K. A. Effects of thermal food processing on the chemical structure and toxicity of fumonisin mycotoxins. *Mol. Nutr. Food Res.* 48, 255-269, 2004

IARC (International Agency for Research on Cancer). Monographs on evaluation of carcinogenic risks to humans: some naturally occurring substances, food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Lyon: IARC, 2003



- JAY, J. M. Microbiologia de alimentos. 6 ed. Porto Alegre. Artmed, 2005
- JECFA. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Safety evaluations on certain mycotoxins in food 2001. Acesso em 10 set. 2010. Online. Disponível em: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je01.htm>
- KABAK, B.; DOBSON, A.D. Strategies to prevent mycotoxin contamination of food and animal feed: a review. *Critical Rev Food Sci Nutr* 46, 593-619, 2006
- KATTA, S. K.; CAGAMPANG, A.E.; JACKSON, L.S.; BULLERMAN, L.B. Distribution of *Fusarium* molds and fumonisins in dry-milled corn fractions. *Cereal Chem.* 1997, 74, 858-863
- KAWASHIMA, L. M.; SOARES, L. M. V.; MASSAGUER, P. R. The development of an analytical method for two micotoxins, patulin and verruculagem, and survey of their presence in commercial tomato pulp. *Brazilian Journal of Microbiology*, v.33, p.269-273, 2002
- KELLER, K.M; QUEIROZ, B. D.; KELLER, L. A. M.; CAVAGLIERI, L.R.; PEREYRA, M.L.G.; DALCERO, A.M.; ROSA, C.A.R. The mycobiota and toxicity of equine feeds. *Veterinary Research Communications*, v. 31, n. 8, p. 1037-1045, 2007
- KHANAFARI, A.; SOUDI, H.; MIRABOULFATHI, M. Biocontrol of *Aspergillus flavus* and aflatoxin B1 production in corn. *Iranian J Environ Health Sci Engin* 4,163-168, 2007
- KLICH, M. A.; PITT, J. I. A laboratory guide to commo *Aspergillus* species and their teleomorphs. CDIRO, Division of food research Sydney, academic Press, Austrália, 1988
- KNASMULLER S.; CAVIN C.; CHAKRABORTY A.; DARROUDI F.; MAJER B.; HUBER W.; EHRLICH V.; "Structurally Related Mycotoxins Ochratoxin A, Ochratoxin B, and Citrinin Differ in Their Genotoxic Activities and in Their Mode of Action in Human-Derived Liver (Hep G2) Cells: Implications for Risk Assessment"; *Nutrition and Cancer*, 50(2): 190-197, 2004
- LAWLOR, P.G.; LYNCH, P.B., Micotoxins in pig feeds 2: clinical aspects. *Irish Veterinary Journal*. 54(4):172-176, 2001
- LESLIE, J.F.; SUMMERELL, B.A. The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, USA, 2006
- LOGRIECO, A.; MULÉ, G.; MORETTI, A.; BOTTALICO, A. Toxogenic *Fusarium* species and mycotoxins associated with maize ear rot in Europe. *Eur. J. Plant Pathol.* 108, 597-609, 2002
- MAGNOLI, C.; DALCERO, A.; CHIACCIERA, S.M.; MIAZZO, R.; SÁENZ, M. Enumeration and identification of *Aspergillus* group and *Penicillium* species in poultry feeds in Argentina. *Mycopathologia* 142, 27-32, 1998
- MAGNOLI, C.; ASTORECA, A.; PONSONE, L.; COMBINA, M.; PALÁCIO, G.; ROSA, C.A.R.; DALCERO, A.M. Survey of mycoflora and ochratoxin A in dried vine fruits from Argentina markets. *Letters in Applied Microbiology* 39, 326-334, 2004
- MARASAS, W.F.O.; RILEY, R.T.; HENDRICKS, K.A.; STEVENS, V.L.; SADLER, T.W.; GELINEAU-VAN WAES, J.; MISSMER, S.A.; CABRERA, J.; TORRES, O.;



GELDERBLOM, W.C.A.; ALLEGOOD, J.; MARTINEZ, C.; MADDOX, J.; MILLER, J.D.; STARR, L.; SULLARDS, M.C.; ROMAN, A.; VOSS, K.A.; WANG, E.; MERRIL, A.H. 2004. Fumonisin disrupt sphingolipid metabolism, folate transport, and neural tube development in embryo culture and in vivo: a potential risk factor for human neural tube defects among populations consuming fumonisin contaminated maize. *J. Nutr.* 134, 711-716

MIAZZO, R.; PERALTA, M.F.; MAGNOLI, C. Efficacy of sodium bentonite as a detoxifier of broiler feed contaminated with aflatoxin and fumonisin. *Poultry Science*, v.84, p.1-8, 2005

MÍDIO, A. F.; MARTINS, D. I. Toxicologia de alimentos. São Paulo: Varela, 2000
MISSMER, S. A.; SUAREZ, L.; FELKNER, M.; WANG, E.; MERRILL, A. H., Jr.; ROTHMAN, K. J.; HENDRICKS, K. A. Exposure to fumonisinas and the occurrence of neural tube defects along the Texas-Mexico border. *Environ. Health Perspect*, 114, 237-241, 2006

MORENO, E.C.; GARCIA, G.T.; ONO, M.A.; VIZONI, E.; KAWAMURA, O.; HIROOKA, E.Y.; ONO, E.Y.S. Co-occurrence of mycotoxins in corn samples from the Northern region of Paraná State, Brazil. *Food Chemistry*, 116, 220-226, 2009

MURTHY, G.S.; TOWNSEND, D.E.; MEERDINK, G.L.; BARGREN, G.L.; TUMBLESON, M.E.; SINGH, V. Effect of aflatoxin B1 on dry-grind ethanol process. *Cereal Chem* 82, 302-304, 2005

OGIDO, R. ; OLIVEIRA, C.A. ; LEDOUX, D.R. Effects of prolonged administration of aflatoxins B1 and fumonisin B1 in laying Japanese quail. *Poultry Science*, v.83, p.1953-1958, 2004

OLIVEIRA, C.A.F.; SEBASTIÃO, L.S.; ROSIM, R.E.; FAGUNDES, H.; FERNANDES, A.M. Ocorrência simultânea de aflatoxina e ácido ciclopiazônico em rações para vacas leiteiras. *Revista Analytica*. Agosto/Setembro, 24, 88-92, 2006

PATERSON, R. R. M.; VENÂNCIO, A.; LIMA, N. Solutions to Penicillium taxonomy crucial to mycotoxin research and health. *Research in Microbiology*. 155(7):507-513, 2004

PEREIRA, M.M.G.; CARVALHO, E.P.; PRADO, G. Crescimento e produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. *B. CEPPA*, 20(1):2002

PEREIRA, M. M. G.; CARVALHO, E.P.; PRADO, G.; ROSA, C.A.R.; VELOSO, T.; SOUZA, L.A.F.; RIBEIRO, J.M.M. Aflatoxinas em alimentos destinados a bovinos e em amostras de leite da região de Lavras, Minas Gerais – Brasil, *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 29, n. 1, p. 106-112, jan./fev. 2005

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. Fungi and spoliage. 3 ed. London: Blackie academic and Professional, 2009

REDDY, K.R.N.; REDDY, C.S.; MURALIDHAREN, K. Detection of *Aspergillus* spp. and aflatoxin B1 in rice in India. *Food Microbiology* 26, 27-31, 2009

RHEEDER, J. P.; MARASAS, W. F. O.; VISMER, H. F. Production of Fumonisin analogs by *Fusarium* species. *Appl. Environ. Microbiol.* 68, 2101-2105, 2002



RIBEIRO, S.A.A.L.; CAVALCANTI, M.A.Q.; FERNANDES, M.J.S.; LIMA, D.M.M. Fungos filamentosos isolados de produtos derivados do milho comercializados em Recife, Pernambuco. *Revis. Brasil. Bot.*, vol. 26, n.2, p. 223-229. 2003

RICHARD, J. J. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses-An overview. *International Journal of Food Microbiology*. 119:3-10, 2007

ROIGÉ, M.B.; ARANGUREN, S.M.; RICCIO, M.B.; PEREYRA, S.; SORACI, A.L. TAPIA, M.O. Mycobiota and mycotoxins in fermented feed, wheat grains and corn grains in Southeastern Buenos Aires Province, Argentina. *Rev. Iberoamericana Micol.* 26(4):233-237, 2009

ROSA, C. A.R; RIBEIRO, J.M.M.; FRAGA, M.J.; GATTI, M.; CAVAGLIERI, L.R.; MAGNOLI, C.E.; DALCERO, A.M.; LOPES, C.W.G. Mycoflora of poultry feeds and ochratoxin-producing ability of isolated *Aspergillus* and *Penicillium* species. *Veterinary Microbiology*, v. 113, n.1-2, p.89-96, 2006

ROSSETTO, C. A.; SILVA, O. F.; ARAÚJO, A. E. S. Influência da calagem, da época de colheita e da secagem na incidência de fungos e aflatoxinas em grãos de amendoim armazenados. *Ciência Rural*, v.35, n.2, p.309-315, 2005

SAMSON, A. R.; HOEKSTRA, E.S.; FRISVAD, J.C. Introduction to food-and airborne fungi. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Netherlands: Utrecht, 2004

SASSAHARA, M.; YANAKA, E. K.; NETTO, D. P. Ocorrência de aflatoxina e zearalenona em alimentos destinados ao gado leiteiro na região Norte do Estado do Paraná. *Semina*, v.24, p.63- 72, 2003

SCHWARZER, K., 2009. Harmful effects of mycotoxins on animal physiology. In: 17th Annual ASAIM SEA Feed Technology and Nutrition Workshop, Hue, Vietnam
SCUSSEL, V.M. (2002). Fungos em grãos armazenados. In: Lorini, I. Miike, LH, Scussel, VM Armazenagem de grãos. IBG (Campinas, São Paulo, Brasil), 675-804

SIAME, B. A. ; MPUCHANE, S.E.; GASHE, B.A.; ALLOTEY, G.F.; TEFFERA, G. Occurrence of aflatoxins, fumonisin B1 and zearalenone in foods and feeds in Botswana. *J Food Prot .*, v. 61, p. 1670-1673, 1998

SIMAS, M. M.; BOTURA M. B.; CORREA, B. Determination of fungal microbiota and mycotoxins in brewers grain used in dairy cattle feeding in the State of Bahia, Brazil. *Food Control*, v.18, p. 404-408, 2007

TRABULSI, L. R. Microbiologia médica. São Paulo: Atheneu. 2002. p. 586. 2002

TRISTAN, T.Q. Dinâmica toxicológica de aflatoxinas em alimentos de origen animal em Aguascalientes y Querétaro. Santiago de Querétaro: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; Edición Comunicación del Centro, 2002

WELKE, J.E.; HOELTZ, M.; NOLL, I.B. Aspectos relacionados à presença de fungos toxigênicos em uvas e acratoxina A em vinhos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n.8, p. 2567-2575, Nov, 2009

WILLIAMS, J.H.; PHILLIPS, T.D.; JOLLY, P.E.; STILES, J.K.; JOLLY, C.M.; AGGARWAL, D. Human aflatoxicosis in developing countries: a review of toxicology, exposure, potential health consequences, and interventions. *Am. J. Clin. Nutr.* 80, 1106-1122, 2004