

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**IZABELA CRUVINEL DI CASTRO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ASPECTOS SOBRE AS MICOTOXINAS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, apresentado como exigência parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Profa. Dra. Alessandra G. Mascarenhas

**GOIÂNIA  
2014**

IZABELA CRUVINEL DI CASTRO

ASPECTOS SOBRE AS MICOTOXINAS NA PRODUÇÃO DE SUÍNOS

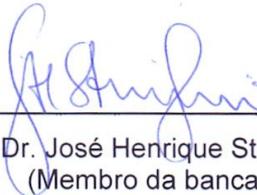
Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, apresentado como exigência parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADA: 11/ 06/ 2014

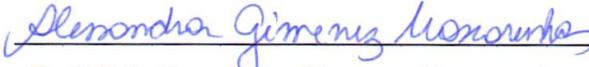
Nota: 9,66



Profª Drª Heloisa Helena de Carvalho Mello  
(Membro da banca)



Prof Dr. José Henrique Stringhini  
(Membro da banca)



Profª Drª. Alessandra Gimenez Mascarenhas  
(Orientador)

Dedico este trabalho com muito amor e gratidão, à  
minha família, amigos e professores.

## AGRADECIMENTOS

Todas as minhas conquistas se devem primeiramente à Deus, que sempre será, o meu grande inspirador para seguir os caminhos corretos. E é por ele e através dele, que me aproximo do fim da minha graduação e se me for permitido concluir, prometo seguir minha vida cuidando e administrando da melhor forma todas as suas criações.

Agradeço ao meu pai Luiz Carlos, por ter dedicado sua vida à mim, trabalhando arduamente para nunca me faltar nada, oferecendo-me amor desde criança e cuidados quando eu ainda não tinha idéia de tudo que eu iria passar na vida. Ele é sem dúvida a minha maior inspiração para a escolha do curso, ensinando-me a dedicação e afeto pelos animais.

A minha mãe Vânia Maria, agradeço pelo amor mais puro, verdadeiro e sincero que pude conhecer. E por ser para mim, o grande exemplo de determinação, renúncia a si própria, força e sabedoria.

Aos meus irmãos Viviane e João Luiz, agradeço à vocês a oportunidade de crescermos juntos e dividirmos parte de nossas vidas.

Aos meus familiares de coração, Dulce, Vitor Hugo, Hiltoney e Nara, que também fazem parte desta vitória, agradeço-os, lembrando à vocês o tão importante papel que exercem para mim.

À todos os meus familiares próximos e distantes, principalmente avós e tia, agradeço por torcerem por mim e pela paciência por minhas várias ausências e/ou falta de atenção que eu já tenha feito.

À Thiago Molinar, por ter me dado a oportunidade de conhecê-lo, dividindo momentos inesquecíveis ao meu lado, amparando-me com seus braços em horas difíceis e com seu grandioso coração, enchendo-me de segurança e felicidade.

À minha orientadora, Alessandra Gimenez, por me aceitar como orientanda. Motivando-me várias vezes com suas ótimas aulas, mostrando-se uma excelente profissional, e um grande exemplo pessoal de gentileza, educação e mãe.

Ao meu grande mentor, ensinador, professor Romão Da Cunha Nunes, que me ofereceu sempre excelentes oportunidades de convívio e trabalho ao seu lado.

Aos professores, Eliane Miyagi, José Henrique Stringhini, Victor Rezende Moreira Couto, Heloisa Mello, Fernanda De Paula, Leonardo Collier, Livia Mendonça, entre tantos outros, devo-os minha enorme gratidão e apreço eterno por seus esforços.

Às companheiras Ana Paula Sobrinho, Edilane Pereira, Heloisa Almeida, Hyara Paula, Kamilla Martins, Lidiamar Lorena, Thuany Navas, e outros por dividirem comigo, cinco anos de grandes crises, risos, histórias, confusões, chatices e sonhos. Foi uma honra conhecê-las e ter a oportunidade de conviver intensamente com vocês.

Aos técnicos administrativos, porteiros e responsáveis da limpeza relato o meu enorme carinho e agradecimento por seus cuidados.

*“...se lembra quando a gente chegou um dia a acreditar que tudo era pra sempre, sem saber que o pra sempre, sempre acaba...”*

*(Cássia Eller).*

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	12
2 DEFINIÇÃO DE MICOTOXINAS .....	13
2.1 Legislação sobre micotoxinas.....	14
2.2 Métodos de detecção para micotoxinas.....	16
3 FATORES AMBIENTAIS QUE AFETAM O CRESCIMENTO DOS FUNGOS E PRODUÇÃO DE MICOTOXINAS NOS GRÃOS.....	18
3.1 Temperatura .....	19
3.2 Umidade .....	19
3.3 Taxas de oxigênio.....	20
4 RELAÇÃO ENTRE QUALIDADE DOS GRÃOS E DESENVOLVIMENTO DE MICOTOXINAS.....	20
4.1 Práticas para se evitar e/ou diminuir a presença de micotoxinas nos grãos em campo .....	20
4.2 Controle de micotoxinas em fábricas de ração.....	22
4.2.1 Na recepção de matérias-primas.....	22
4.2.2 No processamento e expedição de rações.....	24
4.3 Métodos corretivos com o uso de adsorventes nas rações.....	26
4.3.1 Adsorventes inorgânicos .....	27
4.3.2 Adsorventes orgânicos .....	27
5 MICOTOXINAS QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE SUÍNOS .....	27
5.1 Aflatoxinas .....	27
5.2 Fumonisinias .....	28
5.3 Ocratoxinas.....	28
5.4 Tricotecenos .....	29
5.5 Zearalenona.....	29
6 CAUSAS, EFEITOS E TRATAMENTOS DAS MICOTOXINAS EM SUÍNOS.....	30
6.1 Aflatoxinas .....	30
6.2 Fumonisinias .....	32
6.3 Ocratoxinas.....	33
6.4 Tricotecenos .....	34
6.5 Zearalenona.....	34
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	39
8 REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	40

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Amostragem de cargas a granel.....	22
Figura 2- Amostragem de cargas em sacarias.....	23
Figura 3- Sinais clínicos da aflatoxicose.....	30
Figura 4- Sinais clínicos das fumonisinas.....	31
Figura 5- Sinais clínicos das fumonisinas.....	32
Figura 6- Sinais clínicos dos tricotecenos.....	34
Figura 7- Sinais clínicos da presença de zearalenona.....	36

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Limites máximos totais de micotoxinas para determinados produtos, em diferentes países.....	13
Quadro 2 - Efeitos das principais micotoxinas em suínos.....	36

## LISTA DE ABREVIACOES

AFB1	Aflatoxina B1
AFB2	Aflatoxina B2
AFG1	Aflatoxina G1
AFG2	Aflatoxina G2
AFLs	Aflatoxinas
CCD	Cromatografia de camada delgada
CLAE	Cromatografia líquida de alta eficiência
DAS	Diacetoxi-cirpenol
DON	Deoxinivale-nol ou vomitoxina
ELISA	Enzyme- Linked Immunosorbent Assay
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GC	Cromatografia gasosa
LC-MS	Espectrometria de massas
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NIR	Espectrometria de Infravermelho Próximo
NIV	Nivalenol
OTA	Ocratoxinas
SIIA	Imunoensaio de injeção sequencial
SWAB'S	Objeto de uso laboratorial para esfregaços
TCT	Tricotecenos
TSEs	Encefalopatas espongiformes transmissíveis
UV	Ultravioleta
ZEA	Zearalenona

## RESUMO

As micotoxinas são substâncias tóxicas resultantes do metabolismo secundário de diversos fungos filamentosos; além de prejudicarem a imunidade, facilitam o surgimento de doenças, reduzem o ganho de peso, e ainda provocam inúmeros prejuízos na suinocultura. Em climas como o do Brasil, o desenvolvimento fúngico é favorecido por diversos fatores. Este desenvolvimento causa alterações na qualidade dos grãos, que conseqüentemente representa um grande desafio na cadeia suinícola, sendo necessário como primeira medida a retirada do alimento contaminado e o uso de posteriores tratamentos dos cereais. Para o uso dos grãos na fabricação de rações é de grande valia a padronização dos limites de aceitação de micotoxinas e demais aspectos de qualidade dos produtos entre os países, tanto para fins de importação, como exportação. O meu objetivo com o trabalho de conclusão é realizar uma revisão bibliográfica sobre os problemas causados pela presença de micotoxinas nos grãos e rações processadas, que consistirão no primeiro passo para a prevenção e redução dessas, utilizando métodos para sua remoção ou descontaminação com o uso de rotina de inspeção, práticas agrícolas que previnam a contaminação e o desenvolvimento de fungos, para que aliado a outros testes de qualidade possa garantir matéria-prima satisfatória para a fabricação de bons alimentos para os animais. Dando ênfase aos efeitos causados pelas micotoxinas na espécie suína, formas de prevenção e tratamento.

Palavras chaves: fábricas de ração, grãos, prevenção

## 1 INTRODUÇÃO

A população mundial aumentou de 3 bilhões de pessoas para 6 bilhões em um intervalo de 40 anos de 1959 a 1999. As últimas projeções indicam que o crescimento continuará ocorrendo e a população deverá crescer de 6 bilhões em 1999 para 9 bilhões em 2042, o que representa um acréscimo aproximando de 50% em 43 anos (U.S. Census Bureau, 2013). Quando este número for atingido, a demanda global por alimento e rações será quase o dobro que a atual (FAO, 2009). O aumento da demanda por alimento acarretará o aumento do consumo de carne, que estimulará a produção animal e seus insumos.

As rações fazem parte do sistema de produção animal e quando intensivamente utilizadas, representam cerca de 70% a 80% do custo da produção, sendo que a qualidade das mesmas deve ser sempre garantida. Para que se garanta qualidade dos alimentos destinados aos animais, deve de início haver a implantação de um programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle e Boas Práticas de Fabricação em fábricas de ração, sendo fundamental elaborar uma análise de riscos dos produtos expostos no local de processamento.

Esta análise é utilizada para definir os perigos potenciais à qualidade das rações (CORADI et al., 2009). Esses perigos podem ser de três categorias: físicos, presença de materiais estranhos nocivos à saúde do consumidor; químicos, resíduos indesejáveis e que podem ser inseguros se consumidos (por exemplo, resíduos de pesticidas, de drogas e de aditivos, produtos da decomposição biológica, micotoxinas, dioxinas, minerais e ácidos remanescentes no produto e farinhas animais como veículos de príons de encefalopatias transmissíveis – TSEs; e microbiológicos, presença de microrganismos patogênicos ou produtores de toxinas, como por exemplo, *Salmonella* sp., *Clostridium botulinum*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., etc (BELLAYER, 2004).

Como foco da revisão um dos perigos químicos que podem prejudicar a qualidade das rações é a contaminação por micotoxinas que muitas das vezes são produzidas em condições de estresse sofridas pelos fungos como mudanças de temperatura, umidade, aeração e na presença de agentes agressivos (SANTIN, 2005). E para se entender a magnitude do problema, afirma-se que, cerca de 25 % de todos os grãos produzidos no mundo estão contaminados com alguma micotoxina(FREIRE et al., 2007).

Com isso, a produção de micotoxinas pelos fungos pode causar alterações patológicas ou funcionais, chamadas de micotoxicoses que poderão gravemente ter efeito carcinogênico, tanto para os animais quanto para os humanos (PEREIRA E SANTOS, 2011).

A contaminação por micotoxinas em rações para suínos desencadeia vários problemas relacionados com a redução da imunidade, o surgimento de doenças, a redução do ganho de peso, os prejuízos reprodutivos e de produção (NONES, 2010). Na cadeia suinícola, assim como nas demais produções animais, a presença dos fungos em grãos, principalmente de milho, geram perdas energéticas que reduzem o seu valor nutricional. Conseqüentemente o nível energético interfere no desempenho animal de modo significativo, pois o aumento do nível de energia das rações resulta em maior ganho de peso e melhor conversão alimentar (SOUZA, 2003).

Desta forma, torna-se de fundamental importância a abordagem do impacto da presença da micotoxinas em grãos, discutindo-se com ênfase as possíveis formas de combate à contaminação e as possíveis formas de tratamentos aos suínos já contaminados e/ou uso de aditivos adicionados as rações para redução de problemas.

## **2 DEFINIÇÃO DE MICOTOXINAS**

Pinto e Vaamonde (1996) definiram micotoxinas como substâncias tóxicas resultantes do metabolismo secundário de diversas cepas de fungos filamentosos. São compostos orgânicos de baixo peso molecular e que não possuem imunogenicidade.

Em climas tropicais e subtropicais, como do Brasil, o desenvolvimento fúngico é favorecido por diversos fatores, dentre eles os mais importantes pode-se verificar a excelentes condições de umidade e de temperatura (DILKIN, 2002). O crescimento e a produção de micotoxinas nos cereais, principalmente, no amendoim, milho, trigo, cevada, sorgo e arroz, geralmente encontram um substrato altamente nutritivo para o seu desenvolvimento. Podendo ocorrer nas diversas fases do desenvolvimento (maturação, colheita, transporte, processamento ou armazenamento dos grãos).

Mais de quatrocentas micotoxinas são conhecidas na atualidade, e estas são produzidas por aproximadamente uma centena de fungos. As principais micotoxinas

e órgãos alvo na espécie suína são: aflatoxinas, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus* como *A. flavus* e *A. parasiticus* que atingem principalmente o fígado; zearalenona no sistema reprodutor; ocratoxina, produzidas pelo *Aspergillus ochraceus* e diversas espécies do gênero *Penicillium* atingindo os rins; fusariotoxinas, que possuem como principais representantes os tricotecenos, danificadores do trato digestivo; e as fumonisinas que danificam o pulmão, produzidas por diversas espécies do gênero *Fusarium* (FREITAS, 2012).

Os alimentos e rações podem estar contaminados por micotoxinas de forma direta ou indireta. A contaminação indireta ocorre quando um ingrediente qualquer foi previamente contaminado por um fungo toxigênico, mesmo que este tenha sido eliminado durante o processamento, as micotoxinas ainda permanecerão no produto final. A contaminação direta, por outro lado, ocorre quando o produto, o alimento ou a ração, se tornam contaminados por um fungo também toxigênico, com posterior formação de micotoxinas (FREIRE et al, 2007).

## 2.1 Legislação sobre micotoxinas

Para evitar os efeitos nocivos das micotoxinas em alimentos e em rações para animais, várias legislações têm sido adotadas em muitos países, sendo estas ainda específicas de cada país. Segundo Van Egmond (1989), a grande maioria dos países possuem legislação, com limites para as aflatoxinas, no entanto, não possuem níveis para as demais micotoxinas. No Brasil, as AFLs são as únicas micotoxinas cujos níveis máximos em alimentos estão previstos na legislação. Apesar de não existir legislação vigente para as demais micotoxinas, seguem limites máximos aceitos de algumas micotoxinas de maior destaque ao controle (Quadro 1).

Quadro 1- Limites máximos totais de micotoxinas para determinados produtos, em diferentes países

País/Produto	Micotoxina	Limite ppb ou µg/kg
Argentina		
Alimentos infantis	B1	0
Amendoim, milho e derivados	B1	5
	B1B2G1G2	20

Continua

Quadro 1- Limites máximos totais de micotoxinas para determinados produtos, em diferentes países

Farelo de soja	B1	30
Leite <i>in natura</i> e em pó	M1	0,05
Produtos lácteos	M1	0,5
Uruguai		
Alimentos infantis	B1B2G1G2	3
Leite e derivados	M1	0,5
Amendoim, soja e frutas secas	B1B2G1G2	30
Milho e cevada	Zearalenona	200
Arroz, cevada, café e milho	Ocratoxina	50
CE- Comunidade Européia		
Cereais em geral, frutas secas, condimentos	B1B2G1G2	4
Leite fluido	M1	0,05
Estados Unidos		
Rações de crescimento - aves e	B1B2G1G2	20
Suínos	zearalenona	2
Ração final – suínos	B1B2G1G2	200
Produtos lácteos	M1	0,5
MERCOSUL		
Milho	B1B2G1G2	20
Farelo de milho	B1B2G1G2	20
Amendoim e subprodutos	B1B2G1G2	20
BRASIL		
Leite fluido, amendoim e milho	M1	0,5
Leite em pó	M1	5
Alimentos para consumo humano (somatório das 4 aflatoxinas)	B1B2G1G2	20
Matérias primas e rações- (Portaria MA/SNAD/SFA 07 de 09/11/88).	B1B2G1G2	50

Fonte: Adaptado de FONSECA (2013)

Segundo Fonseca (2013), os órgãos brasileiros de fiscalização de micotoxinas são, o Ministério da Saúde e o Ministério da Agricultura. De acordo com o Ministério da Agricultura (BRASIL, 1988) qualquer matéria prima a ser

utilizada diretamente ou como ingrediente para rações destinadas ao consumo animal, o limite máximo de AFLs presente pode ser de 50µg/kg de AFB1 + AFB2 + AFG1 + AFG2. Por sua vez a União Européia estabeleceu como nível máximo o valor de 20µg/kg para rações destinadas a suínos (FONSECA, 2013).

## **2.2 Métodos de detecção para micotoxinas**

A partir da descoberta das aflatoxinas, foram realizadas muitas investigações no desenvolvimento de métodos analíticos para detectar e determinar micotoxinas em produtos agrícolas e derivados, e fluídos biológicos (LAMARDO et al., 2006).

Uma vez que a presença do fungo não implica necessariamente na presença de toxinas, as determinações analíticas são necessárias para fiscalização, monitoramento e pesquisa (AMARAL e MACHINSKI, 2006). No entanto, existem vários fatores que dificultam esse tipo de análise como; distribuição não uniforme das micotoxinas nos lotes contaminados, por isso, o material a ser analisado deverá ser submetido a um rigoroso processo de amostragem; níveis de contaminação extremamente baixos, devendo-se observar características específicas de cada método que irão condicionar a sua escolha, como por exemplo, capacidade de recuperação, precisão, repetibilidade, limite de detecção, limite de quantificação, sensibilidade, robustez e exatidão; e a natureza variada das amostras (FERNANDES, 2007).

De acordo com Amaral e Machinski (2006) e Fernandes (2007) várias técnicas podem ser utilizadas para a determinação de micotoxinas, como os métodos cromatográficos, por exemplo, cromatografia em camada delgada (CCD), cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), cromatografia gasosa (GC) e métodos imunológicos como, ELISA, biossensores e ensaio imunoenzimático colorimétrico de injeção sequencial (SIIA).

A cromatografia em camada delgada é a técnica de referência para muitos laboratórios brasileiros porque não necessita de equipamentos onerosos e é confiável (SOARES e RODRIGUEZ-AMAYA, 1989). É mais comumente utilizado na análise e determinação de micotoxinas, pois se trata de um método de multidetecção pelo qual se podem determinar a maioria das micotoxinas de interesse e também mantém-se como uma técnica importante pois não necessita de trabalho intensivo(FERNANDES, 2007). A CCD permite a separação eficaz dos

compostos, o que torna este método muito útil na caracterização das micotoxinas. A quantificação das micotoxinas pode ser realizada utilizando técnica visual sob luz ultravioleta ou a densitometria (STROKA, e ANKLAM, 2000).

A cromatografia líquida de alta eficiência tem sido usada com detecção por absorção ultravioleta (UV), fluorescência, espectrometria de massas (LC-MS) e Espectrometria de Infravermelho Próximo (NIR). No entanto, o CLAE apresenta algumas limitações, como custo do equipamento e de operação é mais elevado do que para o CCD e é necessário uma extensa experiência para obter o benefício máximo de um sistema de CLAE, visto que o CCD pode ser aprendido com relativa facilidade não havendo necessidade de pessoal altamente qualificado. Foram desenvolvidos métodos de CLAE para quase todas as micotoxinas que se encontram frequentemente nos cereais e outros produtos agrícolas, no entanto, o CCD permanece como o método preferencial quando o objetivo é a seleção rápida (FERNANDES, 2007).

A cromatografia gasosa (GC) é um método quantitativo que pode identificar, com exatidão, algumas micotoxinas. Já que esta análise se faz através do cálculo da volatilidade destas, o seu uso rotineiro é limitado a um reduzido número de micotoxinas, pois alguma delas não são voláteis ou apresentam uma volatilidade insuficiente. Além disso, o fato de muitas das micotoxinas serem facilmente detectadas e quantificadas a baixos níveis de concentração, usando o CCD ou o CLAE, não tem estimulado o desenvolvimento deste tipo de técnica (AMARAL e MACHINSKI, 2006).

Os imunoenaios são testes encontrados na forma de reagentes comerciais, baseados em métodos imunológicos tanto para a detecção qualitativa (triagem de qual a micotoxina presente na amostra) como para a determinação quantitativa de micotoxinas (AMARAL e MACHINSKI, 2006).

A técnica de ELISA pode ser competitiva direta ou indireta, e consiste em dois passos: primeiro, a reação entre o anticorpo e a micotoxina; e segundo, a detecção da reação usando a hidrólise enzimática do substrato pelo complexo micotoxina-enzima. A técnica de ELISA pode ser usada como procedimento de triagem na determinação de micotoxinas, visto sua sensibilidade, especificidade, rápido tempo de análise e facilidade de manuseio, pois não é necessária prévia experiência (OLIVEIRA, 2000). No entanto, o custo elevado torna esse método inadequado para

programas de monitoramento e de controle. Quando por exemplo, o teste mostra positividade indica que está presente uma certa quantidade de toxina na amostra. Já com a negatividade indica que caso a toxina esteja presente, a sua concentração está abaixo do nível de detecção do teste ELISA, o que faz com que alguns pesquisadores caracterizem esse teste como passível de resultados falso-negativos. Vários *kits* do teste ELISA estão disponíveis para as todas as micotoxinas de maiores importância. Com a desvantagem de que os *kits* testam uma única micotoxina, sendo necessário um para cada uma delas e alguns deles projetados para determinar a concentração na amostra (FERNANDES, 2007).

Um biossensor tem como vantagens permitir que ensaios sejam mais rápidos, com capacidade de reutilização dos sensores. O aparelho opera nos princípios de imunoafinidade e fluorescência para um ensaio quantitativo (CARLSON, 2000). Segundo Garden e Strachan (2001) os imunossensores geralmente se referem ao sistema que acopla um material imunoativo a um transdutor para produzir um sinal elétrico proporcional à quantidade de micotoxina presente.

O ensaio imunoenzimático colorimétrico de injeção sequencial é uma técnica de imunoensaio competitivo indireto com duplo anticorpo tão sensível quanto o ELISA na detecção de micotoxina. A desvantagem é que o método de SIIA realiza os ensaios individualmente e sequencialmente e, no caso de muitas amostras, a análise é demorada (GARDEN e STRACHAN, 2001).

Cada empresa escolhe o melhor método para detecção, sendo prioritária a análise de presença de micotoxinas, antes mesmo das demais análises de qualidade dos grãos.

### **3 FATORES AMBIENTAIS QUE AFETAM O CRESCIMENTO DOS FUNGOS E PRODUÇÃO DE MICOTOXINAS NOS GRÃOS**

Em muitos casos o início de toda produção de grãos é a escolha ideal de híbridos resistentes ao crescimento fúngico, de acordo com a região de plantio (MALLMANN, 2007). Segundo Lazzari (1997), a colheita tardia de grãos favorece a ocorrência de grãos ardidos que é um dos indicadores de possível presença de fungos e micotoxinas, por isso a colheita antecipada reduz a ocorrência da infestação dos grãos por fungos. Após a colheita, de qualquer forma é importante que se faça a secagem das commodities, para diminuir o teor de umidade ao

máximo, para uma posterior armazenagem segura.

Como fatores de grande importância para evitar o desenvolvimento fúngico estão manter o teor de umidade, de temperatura e as taxas de oxigênio a níveis ideais, sendo importante o controle de impurezas e a aeração da massa de grãos armazenados, mantendo a uniformidade de temperatura e de umidade (SANTOS, 2006). Já a formação de micotoxinas depende de fatores como umidade, temperatura, oxigênio, substrato, integridade dos cereais, quantidade de fungos, tempo para desenvolvimento e interação dos fungos (PEREIRA et al., 2008).

Alguns parâmetros comuns ao desenvolvimento fúngico e formação de micotoxinas, destaca-se a temperatura, umidade e taxas de oxigênio na massa, que diretamente estão interligados, faz-se provável o combate total da presença de ambos, como descrito por Faroni (1998) nos itens abaixo.

### **3.1 Temperatura**

A temperatura inicial dos grãos armazenados acaba por ser igual ou superior à temperatura do ar atmosférico e deve ser reduzida rapidamente para não permitir a deterioração dos grãos, pois quando estes estão frios há menor possibilidade de que isto ocorra. As temperaturas baixas podem compensar os efeitos de maiores teores de umidade no desenvolvimento de microrganismos, ácaros e insetos que atacam os grãos armazenados. É por isso que em climas mais frios, os grãos podem ser armazenados com segurança a uma umidade de 1,0 a 1,5% maior do que aquela de climas mais quentes. A temperatura está entre os fatores que influenciam no processo de respiração dos grãos. Já que o aumento de intensidade de respiração é proporcional ao aumento da temperatura, que fica também na dependência do teor de umidade dos grãos. Com altos índices de umidade, superior a 13-14%, a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais, o que causa a sua deterioração.

### **3.2 Umidade**

O teor de umidade do grão é outra variável que limita o desenvolvimento de fungos, que são uns dos principais agentes de deterioração dos grãos armazenados. A quantidade de água livre contida em um cereal logo depois de colhido e durante o armazenamento determina, indiretamente, na maioria dos casos a qualidade dos

grãos. Para um armazenamento seguro são importantes os seguintes pontos: teor de umidade abaixo de 13% para inibir o crescimento da maioria dos microrganismos; teor de umidade abaixo de 10% para limitar o desenvolvimento da maioria dos insetos-pragas de grãos armazenados; e o teor de umidade dentro da uma massa de grãos o mais uniforme possível, pois são raramente uniformemente distribuídos e variam de estação para estação e de uma zona climática para outra, que torna essa característica bem difícil de ser controlada.

### **3.3 Taxas de oxigênio**

A disponibilidade de oxigênio, juntamente com o teor de umidade é provavelmente a variável química mais importante, pois afeta o crescimento e desenvolvimento de todos os organismos nocivos aeróbicos. Os fungos requerem oxigênio livre para o seu desenvolvimento, por esse motivo, os grãos devem ser armazenados com perda mínima de qualidade se esta variável é excluída, como no armazenamento hermético ou manipulado pela modificação da estrutura do local de armazenamento.

## **4 RELAÇÃO ENTRE QUALIDADE DOS GRÃOS E DESENVOLVIMENTO DE MICOTOXINAS**

### **4.1 Práticas para se evitar e/ou diminuir a presença de micotoxinas nos grãos em campo**

Para se diminuir os níveis de micotoxinas nas rações, que serão oriundas dos grãos, precisa-se atentar primeiramente para o processo de produção dos grãos, independente de qual for o grão, iniciado no próprio campo. Ao passo que, as boas práticas agrícolas representam a principal linha de defesa contra a contaminação de cereais por micotoxinas, seguido pela implementação de boas práticas de fabricação durante a manipulação, armazenamento, processamento e distribuição dos cereais para a alimentação animal (FAO, 2003). Segundo a FAO (2003) várias práticas são cabíveis de serem utilizadas, para a prevenção da contaminação de cereais por micotoxinas, descritas minuciosamente:

- ❖ Promover rotação de culturas. Como exemplo, trigo e milho são susceptíveis às espécies de *Fusarium*, mas culturas de batata, alfafa e trevo não são hospedeiros e podem ser utilizadas para reduzir o inóculo no campo;

- ❖ Quando possível, utilizar sementes de variedades desenvolvidas para a resistência ao ataque de fungos e insetos;
- ❖ O plantio deve ser programado para evitar altas temperaturas e o estresse hídrico no desenvolvimento dos grãos e maturação;
- ❖ Minimizar os danos de insetos e da infecção fúngica nas proximidades da safra pelo uso adequado de inseticidas registrados, fungicidas e outras práticas apropriadas dentro de um programa de manejo integrado de pragas;
- ❖ Os cereais devem ser secados para que os danos nos grãos sejam minimizados e os níveis de umidade sejam mais baixos que o necessário para o crescimento fúngico durante a estocagem;
- ❖ Para diminuir o risco de crescimento fúngico deve-se evitar acumular grãos úmidos por muitas horas antes da secagem ou debulha. A secagem ao sol de grãos em regiões de alta umidade pode resultar em contaminação fúngica;
- ❖ As instalações de armazenagem devem ser secas, bem ventiladas, com estrutura que promova proteção contra chuva e adequada drenagem da água do solo. Também devem ser protegidas contra a entrada de roedores e de aves e a flutuação de temperatura deve ser mínima;
- ❖ Sempre que possível, procurar promover a circulação de ar nos grãos armazenados, visando manter os níveis de temperatura adequados e uniformes em toda a área de armazenamento. O teor de umidade e a temperatura dos grãos armazenados devem ser verificados em intervalos regulares durante o período de armazenagem;
- ❖ Boas práticas de limpeza para minimizar os níveis de insetos e de fungos nas instalações de armazenagem devem ser utilizadas. Isso pode incluir o uso de instrumentos adequados, inseticidas e fungicidas registrados ou métodos alternativos. Deve-se tomar cuidado para selecionar apenas os produtos químicos que não irão interferir na qualidade ou causem danos aos grãos; e
- ❖ Os caminhões para transporte devem ser secos e livres de crescimento fúngico, insetos ou qualquer outro material contaminante. Quando necessário, devem ser limpos e desinfetados.

## **4.2 Controle de micotoxinas em fábricas de ração**

### **4.2.1 Na recepção de matérias-primas**

O monitoramento dos grãos recebidos ou à receber é o ponto fundamental em um programa de controle de micotoxinas (SANTURIO, 2000). Ao fabricante de ração cabe o cuidado ao adquirir grãos. Faz-se necessária a inspeção do lote de grãos diretamente dentro dos silos por equipe especializada e análise de amostras, decidindo se o produto está apto ao consumo (MENEGAZZO, 2008).

O milho é o principal componente, quando se diz respeito à fabricação de ração para suínos. Somente em alguns casos arrisca-se o uso de alimentos alternativos e quando isso ocorre, os processos de cuidados são bem próximos.

A avaliação da carga das matérias-primas deve ser bastante criteriosa, avaliando fatores como a presença de insetos e a quantidade de grãos ardidos. Ao passo que, insetos e artrópodes têm uma contribuição significativa para o crescimento fúngico em virtude dos danos físicos causados aos grãos, que predispõem a invasão fúngica pela exposição do endosperma. Além disso, são carreadores de esporos fúngicos e seus materiais fecais são substratos adicionais para o crescimento dos fungos (SANTIN, 2005). Os grãos ardidos são reflexos de podridões na espiga, causada pelo ataque de diversos fungos, que podem ser toxigênicos (PINTO et al., 2005). No recebimento dos grãos, algumas cooperativas e cerealistas já procuram separar as cargas por qualidade. No caso de animais extremamente sensíveis, o milho, além de ser de baixo nível de ardidos, precisa passar por máquinas de pré-limpeza, limpeza e mesas densimétricas. A utilização de mesas densimétricas permite separar em grande parte os grãos de baixa densidade, como os da ponta da espiga, ardidos, brotados, e carunchados que são potencialmente contaminados com micotoxinas. E a segregação dos grãos por qualidade é importante, pois dependendo da quantidade e do tipo de micotoxinas presentes, a matéria-prima de pior qualidade pode ser utilizada para animais mais resistentes (MENEGAZZO, 2008).

No entanto, como afirma Santin (2006) muitas vezes, por motivos econômicos, ou pela falta de determinado produto no mercado, as empresas não podem rejeitar um produto de má qualidade.

Outro ponto extremamente importante no controle de micotoxinas é a qualidade da amostragem, pois a amostra deve ser uma porção representativa da

carga de grãos. Já que as micotoxinas não ocorrem em todas as sementes, devido ao fato de que os fungos não crescem uniformemente em um campo ou silo de grãos, as micotoxinas tendem a se concentrar em certos pontos, sendo que o restante do lote a primeiro momento fica livre de micotoxinas. Se não forem seguidos os procedimentos de amostragem apropriados, é possível que as análises subestimem a concentração real destas, se as amostras forem coletadas das áreas menos contaminadas, ou superestimem a concentração, se as amostras forem coletadas das áreas mais contaminadas (PICHLER, 2008).

Segundo a CASEMG(2014), as amostras de cargas a granel devem ser coletadas em diferentes profundidades e direções, pois os grãos localizados na parte superior do caminhão ou vagão podem ter sofrido influência de ventos, chuva ou sol. Além disso, durante o transporte do produto, as impurezas mais pesadas tendem a acomodar-se no fundo do caminhão e as mais leves, na parte superior. As amostras devem ser colhidas usando-se caladores do tipo duplo, sonda ou pneumático, sendo a coleta do material feita manualmente por um operário ou com maquinário próprio. É necessário que a amostra seja coletada ao acaso, em lugares diferentes da carga, de acordo com o tamanho dos vagões e como detalhada na figura 1.

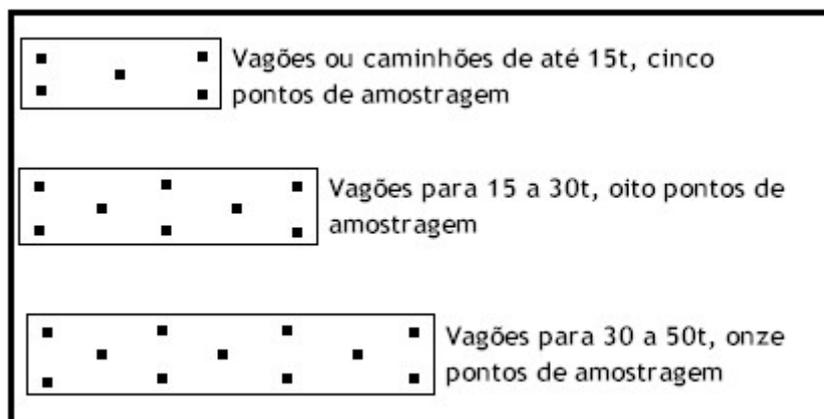


Figura 1- Amostragem de cargas a granel  
 Fonte: Adaptado de CASEMG (2014)

No caso de produtos ensacados, recomenda-se que para cargas com menos de 10 sacos, que todos sejam amostrados. Para cargas com 11 a 100 sacos, 10 sacos devem ser amostrados aleatoriamente. E para cargas com mais de 100 sacos, deve ser amostrada a raiz quadrada do número total de sacos, de forma aleatória (FAO, 1994). De acordo com a CASEMG (2014), as amostras devem ser

retiradas de todas as faces da pilha, de embaixo para cima. A coleta da amostra deve ser feita utilizando-se um calador simples, introduzindo-o na diagonal, aproximadamente na região central superior do saco, procurando chegar o mais fundo possível, como demonstrado (figura 2).

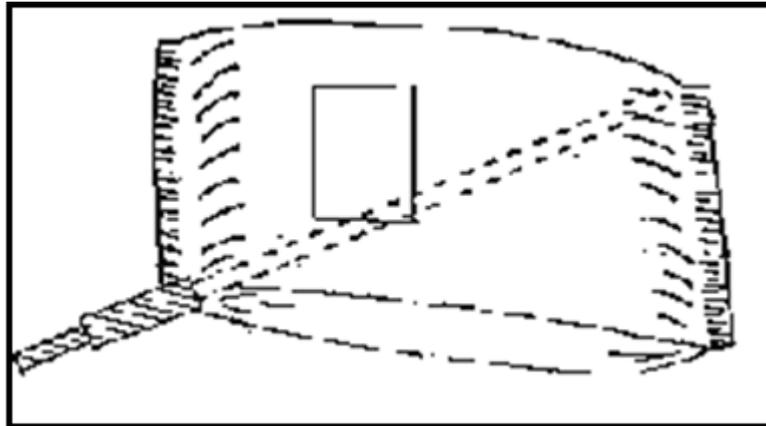


Figura 2- Amostragem de cargas em sacarias  
Fonte: Adaptado de ESALQ (2014)

O tamanho apropriado da amostra dependerá de dois fatores como o tamanho do lote e do produto. Quando se diz respeito ao produto, por exemplo, devem ser tomadas amostras de 2,5 a 5 kg de milho e de 1,5 a 2,5 kg de trigo ou cevada de um caminhão ou vagão de grãos (PICHLER, 2008). Os métodos de determinação qualitativa de micotoxinas devem ser previamente utilizados e servirem de triagem para determinar se as matérias-primas contêm níveis potencialmente perigosos ou inaceitáveis de micotoxinas, de acordo com a regulamentação local. É importante enfatizar, que todo resultado positivo obtido por esses métodos devem ser confirmados e quantificados utilizando técnicas com maior exatidão (DIAZ, 2008).

#### 4.2.2 No processamento e expedição de rações

Durante o processamento das rações, os pontos críticos de controle a serem monitorados são principalmente os silos de cereal moído, a mistura e o processo de peletização quando realizado. O processo de moagem sempre libera umidade e produz calor, fazendo com que crostas se acumulem e tenham condições ideais para o desenvolvimento de fungos (SANTIN, 2006). Segundo a Instrução Normativa nº4 do MAPA de 23 de fevereiro de 2007, toda área de processamento,

equipamentos e utensílios devem ser limpos com a frequência necessária e desinfetados sempre que as circunstâncias assim o exigirem, com a finalidade de impedir a contaminação dos produtos destinados à alimentação animal. De acordo com Klein (1999), os silos devem ser varridos, pelo menos duas vezes por semana, até a altura do produto. Uma vez por mês, devem ser totalmente esvaziados, limpos e desinfetados. A limpeza e desinfecção periódica devem ser acompanhadas por suabes para verificar o status microbiológico.

No caso da mistura, ingredientes líquidos e gorduras podem se aderir às paredes, criando um ambiente propício para a proliferação de fungos, como nos silos de cereais moídos (SANTIN, 2006). Para alguns criadores de suínos o uso de rações peletizadas já é uma realidade cabível. Klein (1999) relata o ponto crítico de controle a ser observado devido à temperatura dos peletes na saída do resfriador, pois peletes com temperatura de 10°C acima da temperatura ambiente não devem ser expedidos. Quando a temperatura exceder estes 10°C a ração deve ser reprocessada sob pena de causar prejuízos sérios. Portanto, é necessário que se tenha um termômetro digital instalado na saída do resfriador. Pois a peletização é outro processo que adiciona calor e umidade, propiciando o desenvolvimento dos fungos nos silos de expedição e nos caminhões, se a temperatura não for reduzida corretamente no resfriamento (SANTIN, 2006).

Pode-se também avaliar a contaminação das rações por micotoxinas coletando amostras de rações prontas. Se as micotoxinas estavam presentes em um ou mais dos ingredientes da ração, quando a ração foi misturada, estas foram distribuídas de forma mais uniforme. Então, uma amostra de 1 kg de ração é suficiente para ser considerada representativa (PICHLER, 2008). Se as micotoxinas foram produzidas na ração após sua mistura, em virtude das más condições de armazenamento (14% de umidade ou mais), geralmente estão distribuídas de maneira menos uniforme. A ração embolora primeiro nas áreas úmidas do silo de armazenamento, e este bolor migra lentamente para as áreas menos úmidas, conforme cresce. Neste caso, o correto é tomar uma amostra de pelo menos 1 kg das áreas úmidas dos silos, geralmente as bordas externas e os cantos, e uma amostra de 1 kg do centro (PICHLER, 2008).

Os caminhões de transporte de rações e de matérias-primas como as outras partes da fábrica, precisam ser limpos e desinfetados periodicamente. Devem-se

pesquisar pontos críticos de contaminação e de recontaminação, buscando alternativas de descontaminação (tratamentos térmicos, uso de ácidos orgânicos, desinfetantes, etc), baseando-se em fatos e dados. A intensidade e a perfeição da limpeza nos diferentes setores (silos, moegas, máquinas, etc) deve ser avaliada com suabes (KLEIN, 1999). A partir da identificação dos pontos críticos de controle das diversas etapas, o monitoramento contínuo garantirá o controle dos pontos de riscos e a rápida intervenção para garantir a segurança e a qualidade (FREDERICI, 2008).

#### **4.3 Métodos corretivos com o uso de adsorventes nas rações**

Um adsorvente de micotoxinas nada mais é, que um material inerte, com capacidade de se fixar na superfície da micotoxina, e sair do organismo junto com as fezes, evitando que a micotoxina seja absorvida pelo animal (ARELLANO e ROSAS, 2008).

O uso de adsorventes é um recurso mediador para a utilização de rações com cargas de micotoxinas elevadas para o consumo animal, a fim de cobrir possíveis falhas ocorridas no controle de qualidade das fábricas de ração (MENEGAZZO, 2008). Existem alguns outros processos de descontaminação de rações, mas o processo físico, com adsorventes misturados às rações é o mais utilizado atualmente (SEKIYAMA et al., 2006).

De acordo com Diaz e Smith (2005), é ideal que o adsorvente seja efetivo contra diversas micotoxinas. No entanto, quando utilizado deve ser efetivo para as micotoxinas que deseja combater, pois normalmente as rações estão contaminadas por mais de um composto. Para serem usuais, os adsorventes devem ter preços acessíveis, não devem ocupar uma grande parcela da dieta, não devem ter sabor, odor e impurezas. Entre as micotoxinas existe uma grande complexidade química, por isso, a seleção de um adsorvente deve ser baseada na análise de qual o tipo de micotoxina encontrada nas matérias com posterior acesso as informações obtidas de estudos científicos confiáveis.

Segundo Knowmycotoxins (2008), os adsorventes podem ser divididos em inorgânicos e orgânicos, de acordo com sua composição química.

#### 4.3.1 Adsorventes inorgânicos

Os ligantes de micotoxinas inorgânicos são polímeros à base de silicatos, como por exemplo, zeólitos, bentonitas, argilas utilizadas para clarificação no refino do óleo de canola, aluminossilicato sódio-cálcio hidratado (HSCAS), terra diatomácea e vários tipos de argila. Tais materiais costumam ser baratos e de fácil manuseio. Tradicionalmente são incluídos na formulação da ração durante o processamento (na fábrica de ração ou na granja). Seu custo é baixo, mas a taxa de inclusão para os animais normalmente é elevada. A grande maioria desses produtos adsorve apenas algumas micotoxinas específicas, acaba se ligando a minerais e vitaminas e pode causar complicações para a saúde, ou em virtude das altas taxas de inclusão tornam-se demasiadamente caros para a aplicação industrial. Não são biodegradáveis e podem representar problemas quanto ao destino dos resíduos quando acrescentados em níveis altos nas dietas dos animais.

#### 4.3.2 Adsorventes orgânicos

Dentre os adsorventes orgânicos de micotoxinas incluem-se aqueles originários de vegetais fibrosos como, casca de aveia, farelo de trigo, fibra de alfafa, extratos de parede celular de leveduras, celulose, hemi-celulose e pectina. Possuem o ponto positivo de destaque, por serem materiais biodegradáveis, no entanto, com a desvantagem de que em alguns casos podem ser fonte de contaminação por micotoxinas.

Mesmo com tantas formas de combate às micotoxinas, ainda é preciso, em muitos casos tentar minimizar a ação destas sobre os suínos, para se obter um plantel estável, homogêneo e com baixos índices de morbidade e mortalidade. Dessa maneira cada administrador responsável direciona as misturas dos grãos a serem feitas e o tipo de ração para cada fase, de acordo com o grau de sensibilidade dos animais aos alimentos contaminados.

## **5 MICOTOXINAS QUE AFETAM A PRODUÇÃO DE SUÍNOS**

### **5.1 Aflatoxinas**

As aflatoxinas B1, B2, G1 e G2, presentes em aproximadamente 38% das rações suinícolas, são responsáveis pela micotoxicose suína, do ponto de vista

clínico e econômico, de maior importância e representam uma condição extremamente grave para a saúde animal. Dando a atenção devida, por exemplo, no caso das matrizes que ingerem aflatoxina B1 e B2, estas poderão eliminar aflatoxina M1 e M2 pelo leite, intoxicando os lactentes. A contaminação média de AFLs em cereais é de 18µg/kg, podendo ser encontradas amostras de milho com até 17 mg/kg (DILKIN, 2011), valor correspondendo a 340 vezes o limite permitido pela legislação brasileira para esta micotoxina. Lembrando ser considerado limite máximo de segurança de 50µg/kg de alimento (BRASIL, 1988).

## 5.2 Fumonisinias

As fumonisinias pertencem a um grande grupo de micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, contaminantes naturais de cereais, principalmente, o milho e subprodutos. A ocorrência de fumonisina B1 em alimentos produzidos no Brasil já foi descrita por diversos pesquisadores, chegando à positividade próxima de 90% com níveis de até 300 mg/kg de alimento. Trata-se da principal micotoxina desse grupo afetando principalmente suínos e aves. A fumonisina B1 é o metabólito mais abundante deste grupo de micotoxinas, representando cerca de 70% nos alimentos naturalmente contaminados (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002). As fumonisinias B2 e B3 como relatado por Shephard et al. (1996) ocorrem em menores concentrações.

Os suínos apresentam alta sensibilidade as fumonisinias, suportando apenas concentrações inferiores a 10mg/kg de alimento. Tal constatação foi observada em diversos surtos naturais e experimentais já analisados por Haschek et al. (1992).

## 5.3 Ocratoxinas

As ocratoxinas, são produzidas por fungos dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* apresentando um desenvolvimento mais intenso em temperaturas entre 5 e 24° C. A incidência da OTA é baixa no hemisfério sul, ficando praticamente restrito ao hemisfério norte com índices de contaminação 10 vezes superiores. (DILKIN, 2002).

#### 5.4 Tricotecenos

Os tricotecenos são produzidos principalmente por fungos do gênero *Fusarium* como *F. graminearum* e *F. tricinctum*. Mais que uma centena de TCT são conhecidos. De acordo com a estrutura molecular são divididos em dois grandes grupos: os de cadeia simples e os macrocíclicos. No entanto, os principais representantes de importância econômica no Brasil, são a deoxinivalenol (vomitoxina ou DON), Disceptoxyscirpenol (DAS), nivelanol (NIV) e a toxina T-2. A ocorrência de TCT é também significativa em culturas de inverno, como trigo, cevada, aveia, arroz e centeio, cultivadas em baixas temperaturas. As concentrações de DON frequentemente limitam-se entre 0,1 a 41,6mg/kg com média de 2,4 até 4mg/kg. Níveis de contaminação natural de DON, DAS, T-2 e NIV geralmente alcançam até 10mg/kg, com poucas exceções mostrando níveis desastrosos de 15-40mg/kg (DILKIN, 2002).

Mundialmente, DON é o contaminante de cereais mais comum, acompanhado em específicas regiões por nivalenol (NIV). Pode haver a presença concomitante de outros TCT e outras toxinas de *Fusarium* no mesmo lote de cereais como relatado pela OMS (1983). Os suínos se caracterizam por serem animais extremamente sensíveis aos Tricotecenos e principalmente o NIV e DON induzem recusa de alimentos e perda de peso, apresentam toxicidades similares e um nível combinado menor que 0,4 mg/kg é descrito como aceitável, enquanto mais de 2,0 mg/kg é sempre inaceitável por Dilkin et al (2004).

#### 5.5 Zearalenona

Segundo Dilkin (2002), a zearalenona ocorre em praticamente todos os cereais, especialmente em culturas de inverno, contaminadas por fungos do gênero *Fusarium*. A contaminação natural ocorre em cevada, milho, sorgo, aveia e rações produzidas com base nestes produtos. E como observado através de análises, a concentração média de ZEA encontrada foi de 18 µg/kg e o nível máximo detectado foi de 9,7 mg/kg.

## 6 CAUSAS, EFEITOS E TRATAMENTOS DAS MICOTOXINAS EM SUÍNOS

### 6.1 Aflatoxinas

As aflatoxinas atuam principalmente no fígado local em que são biotransformadas. A aflatoxina B1 pode ser transformada em aflatoxicol que é um reservatório metabólico desta toxina. Por sua vez, a epoxidação da aflatoxina transforma-a em um radical de alta covalência o que determina sua ligação com ácidos nucleicos. Isto explica a possibilidade de serem produzidas alterações genéticas, dando a esta micotoxina características carcinogênicas. Por sua vez, a hidratação de aflatoxinas no fígado, produz a aflatoxina B2-Alfa, que interfere diretamente na síntese de proteínas, levando a quadros de imunossupressão, interferência na coagulação sanguínea e às demais consequências das alterações provocadas por estas falhas no metabolismo (PIER, 1980).

Os sinais clínicos da aflatoxicose aguda poderão iniciar seis horas após a ingestão, traduzindo-se por severa depressão, inapetência, presença de sangue nas fezes, tremores musculares, incoordenação motora com hipertermia (até 41° C), podendo a morte ocorrer nas 12-24 horas seguintes (COOK et al, 1989).

Nas intoxicações subagudas, os sinais clínicos são de evolução mais lenta, observando-se cerdas eriçadas, hiporexia, letargia e depressão. Paralelamente, os animais podem apresentar aspecto icterico, encontram-se desidratados e emaciados, com áreas de coloração vermelho púrpura na pele, além de perda progressiva de peso (COOK et al, 1989).

A intoxicação crônica manifesta-se com a diminuição no ganho de peso e conversão alimentar, inapetência, má aparência geral e, por vezes, diarreias. Com a progressão para os estágios finais, ocorrem frequentemente sinais de ataxia, icterícia e, às vezes, convulsões (COOK et al, 1989). Quando a toxina é ingerida em níveis mais elevados, o fígado apresenta degeneração gordurosa, necrose lobular com incremento de células basofílicas na periferia do lóbulo, proliferação dos ductos biliares e cirrose. A icterícia da carcaça, associada ao fígado edemaciado e amarelado são indicativos muito fortes de intoxicação. A vesícula biliar pode estar edemaciada e o fígado friável e hiperêmico, principalmente nos casos de intoxicação aguda. Também ocorre diminuição do tempo de coagulação sanguínea, podendo observar-se coleções líquidas sanguinolentas nas cavidades bem como em

mucosas e hemorragias em massas musculares como descrito por Mallamnn et al. (1994).

As micotoxicoses são grandes desafios na produção animal, ao passo que não induzem resposta imunológica e seus efeitos tóxicos e futuros prejuízos econômicos só aparecem depois de determinados períodos de consumo, podendo se apresentar na forma aguda, com consumo de poucos dias ou horas ou forma crônica, com ingestões de semanas. Por isso, é de grande valia todas as formas de prevenção da formação das micotoxinas, com utilização de métodos corretos de plantio e boas práticas na fabricação de rações e certificação sempre com a realização de análises dos ingredientes e rações. É sempre com conhecimento prévio da concentração de aflatoxinas e frequências destas nas dietas, que torna possível tomadas de decisões, como exemplo utilização de adsorventes. Como base o ideal para se utilizar adsorvente é quando nas experiências de campo mais de 50% das amostras apresentarem positividade quanto a presença de aflatoxinas e média de concentração maior que  $10\mu\text{g}/\text{kg}$ , prestando bastante atenção nas condições do plantel em questão, no nível de sensibilidade dos animais da propriedade(MALLMANN e DILKIN, 2007).

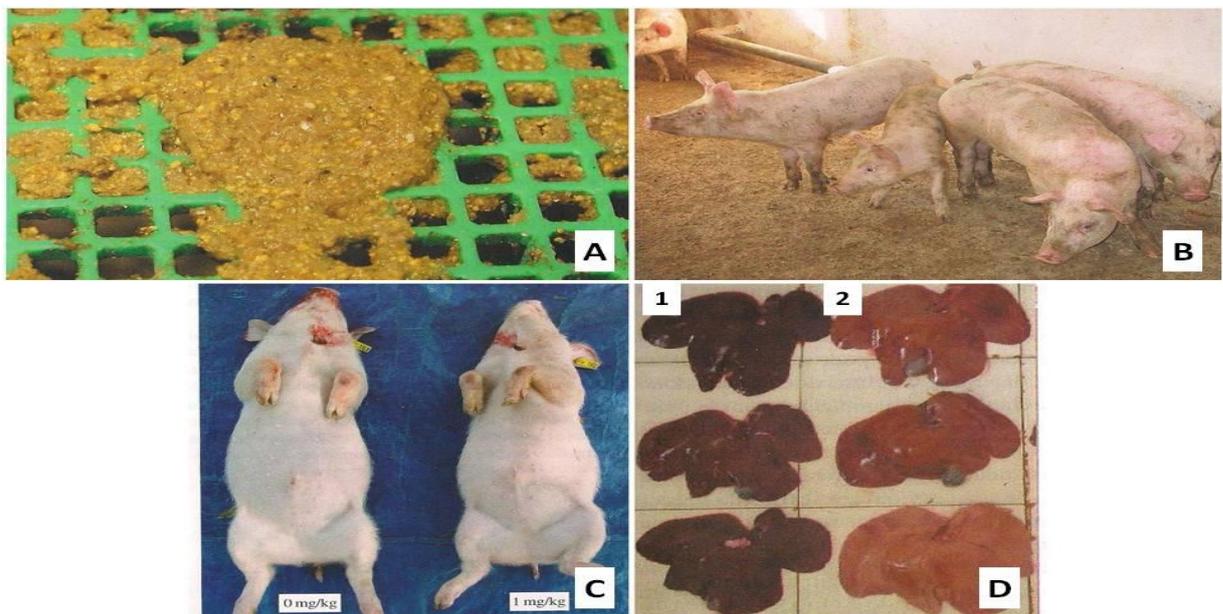


Figura 3 - Sinais clínicos da aflatoxina. (A) Fezes com partículas mal digeridas em decorrência da intoxicação. (B) Desuniformidade do desenvolvimento de suínos após o surto de aflatoxicose.(C) Comparação de desenvolvimento de dois suínos, controle com 0mg/kg e 1mg/kg de aflatoxina no alimento por 21 dias. (D1) Coluna de fígados de animais normais, sem presença de aflatoxinas. (D2) Alteração hepática em suínos em crescimento após intoxicação de 21 dias por aflatoxinas.

Fonte: MALLMANN e DILKIN (2007)

## 6.2 Fumonisin

Nos suínos, os principais órgãos alvo são o pulmão, fígado e coração, sendo que a síndrome específica nessa espécie é o Edema Pulmonar Suíno, geralmente com hidrotórax, como comprovado por esses autores Osweiler et al. (1992); Smith et al. (2000). Tal alteração é decorrente da ingestão de altas doses da micotoxina por curtos períodos. Os maiores prejuízos são decorrentes da ingestão de doses baixas da toxina, que induzem lesões hepáticas e lesões hiperplásicas na mucosa esofágica em suínos desmamados (CASTEEL et al. 1993). Nestes casos pode-se observar principalmente a diminuição do ganho de peso dos suínos.

O diagnóstico da fumonisin-toxicose suína aguda é fácil de ser realizado, porém o diagnóstico definitivo baseia-se nas observações lesões e análises das rações. A forma de profilaxia está diretamente ligada ao combate da presença de fumonisin nos ingredientes e dietas, evitando sempre que alimentos contaminados sejam fornecidos aos animais por períodos suficientemente longos. Não há tratamento para a intoxicação com essa micotoxina e os sinais de contaminação desaparecem rapidamente, com aproximadamente três dias após a substituição de ração (MALLMANN e DILKIN, 2007)

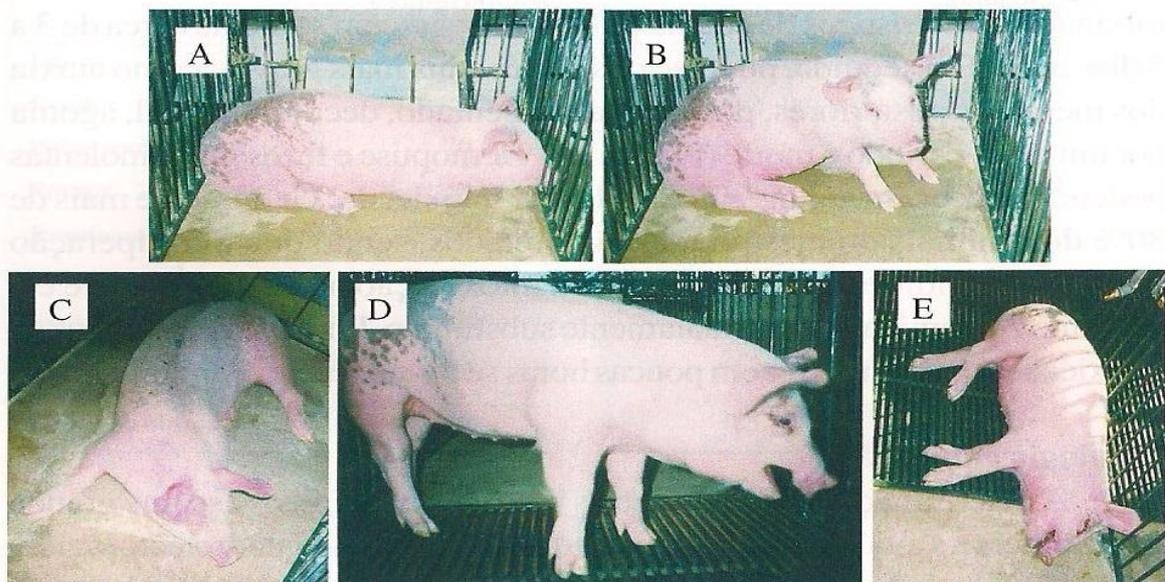


Figura 4-Sinais clínicos das fumonisin. Sequência de apresentação clínica de um suíno com edema pulmonar induzido pela intoxicação por fumonisin. (A) Apatia e prostração no início da apresentação dos sinais clínicos de edema pulmonar. (B) Posição de “cão sentando” aliviando a pressão pulmonar. (C) Cianose das extremidades e intensificação dos sinais de apatia. (D) Aumento da dificuldade respiratória e início da respiração oral. (E) Morte do animal pelo intenso edema pulmonar.

Fonte: MALLMANN E DILKIN (2007)

### 6.3 Ocratoxinas

Essa micotoxina pode causar alteração da filtração glomerular e prejuízos na função dos túbulos contornados proximais são os principais prejuízos da intoxicação por OTA, levando a perda da capacidade de concentração urinária. A ocratoxicose em suínos traduz-se por uma intoxicação que cursa com diminuição do ganho de peso, sinais clínicos caracterizados por polidipsia e poliúria, além de lesões renais. Doses de 200  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de OTA na ração foram suficientes para que ocorrem nefropatias, levando a reflexos negativos para a conversão alimentar e o ganho de peso. A mortalidade pode chegar a 90% nos lotes afetados (KROGH et al. 1979).

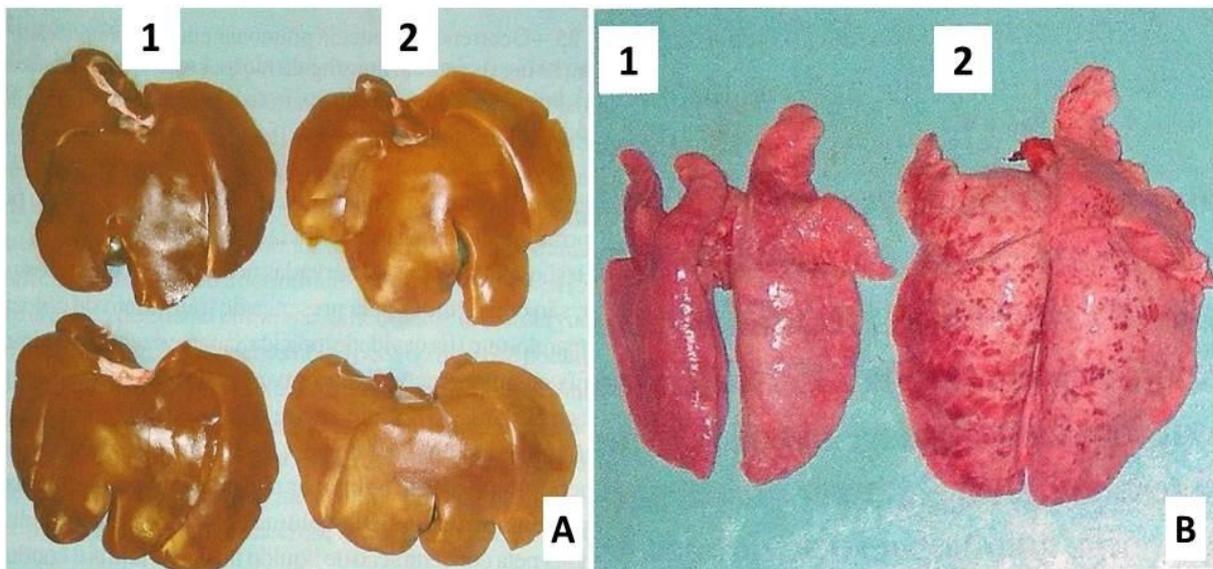


Figura 5 - Sinais clínicos das fumonisinas. (A1) Fígados de suínos não intoxicados. (A2) Fígado de suínos intoxicados com 30 mg de fumonisinas/kg de ração por 21 dias, apresentando coloração amarelada. (B1) Pulmão de um suíno não intoxicado. (B2) Pulmão aumentado de um suíno intoxicado.

Fonte: MALLMANN e DILKIN (2007)

Apesar de não se possuir níveis de limites da presença da ocratoxina A, quando o animal se apresenta intoxicado, é necessário também fazer a substituição de ração por uma totalmente livre de micotoxina e quando necessário usar adsorventes testados e sempre cuidar da qualidade dos ingredientes utilizados na fabricação das rações. Estão sendo realizados estudos para testes de produtos capazes de prevenir e tratar a ocratoxicose suína (MALLMANN e DILKIN, 2007).

#### **6.4 Tricotecenos**

Os tricotecenos atuam inibindo a enzima peptil transferase, desta forma diminuindo a síntese protéica, o que afeta principalmente células em divisão ativa, como as do trato gastrointestinal, pele e células linfóides, eritróides e órgãos vitais. (DILKIN, 2002). Os TCT são imunossupressores e também são associados a hemorragias, sendo que o tempo da protrombina é aumentado significativamente, porém o fator primário da hemorragia é pela diminuição do fator VII da coagulação sanguínea. As intoxicações por TCT acarretam recusa de alimentos, vômito, redução na conversão alimentar e diarréia. A síndrome sanguinolenta, produzida pela toxina T2, se caracteriza pela ocorrência de dermatites, abortamentos, distúrbios nervosos, hemorragias gástricas e viscerais. Todos os TCT podem ser agudamente letais. Porém, os maiores problemas tendem a ser as toxicoses subagudas chegando a cronicidade, as quais levam a efeitos inespecíficos associados ao mau desempenho. Lesões macroscópicas após a necropsia nem sempre são evidentes, embora que um aumento do volume do fígado, hemorragia em linfonodos e erosões no estômago e intestinos possam ser observados (UENO, 1983).

O diagnóstico é feito pela análise da presença de micotoxinas nos grãos e no alimento final destinado aos animais e na observação dos animais intoxicados. Terapias específicas para o tratamento dos animais intoxicados por tricotecenos ainda não estão cientificamente comprovadas. A troca de um alimento contaminado por outro não contaminado, deve ser a primeira medida a ser tomada. E em toxicoses crônicas aconselha-se evitar estresse, fornecer um alimento de alto valor nutritivo e tentar controlar as infecções secundárias. No caso, de intoxicações agudas, o rápido tratamento é a administração via oral de um adsorvente, afim de que este evite a absorção de toxina pelo trato gastrintestinal do animal e brevemente diminua circulação enterohepática da mesma e dos seus metabólitos. As principais medidas profiláticas são relativos às boas práticas agrícolas e de fabricação, já citadas (MALLMANN e DILKIN, 2007).

#### **6.5 Zearalenona**

A ação desta toxina se dá pelo estímulo aos receptores estrogênicos citoplasmáticos, incrementando a síntese protéica no aparelho reprodutor.

Conseqüentemente, a secreção das células endometriais, síntese das proteínas uterinas e o peso do trato reprodutivo são aumentados. Estas alterações podem levar à pseudogestação pela manutenção de corpo lúteo, levando a quadros caracterizados por vulvovaginite, leitões fracos e natimortos e, muitas vezes, a um quadro de splay-leg (síndrome dos membros abertos). Também pode se observar uma marcada redução nas taxas de concepção, acompanhadas de repetição de cio.

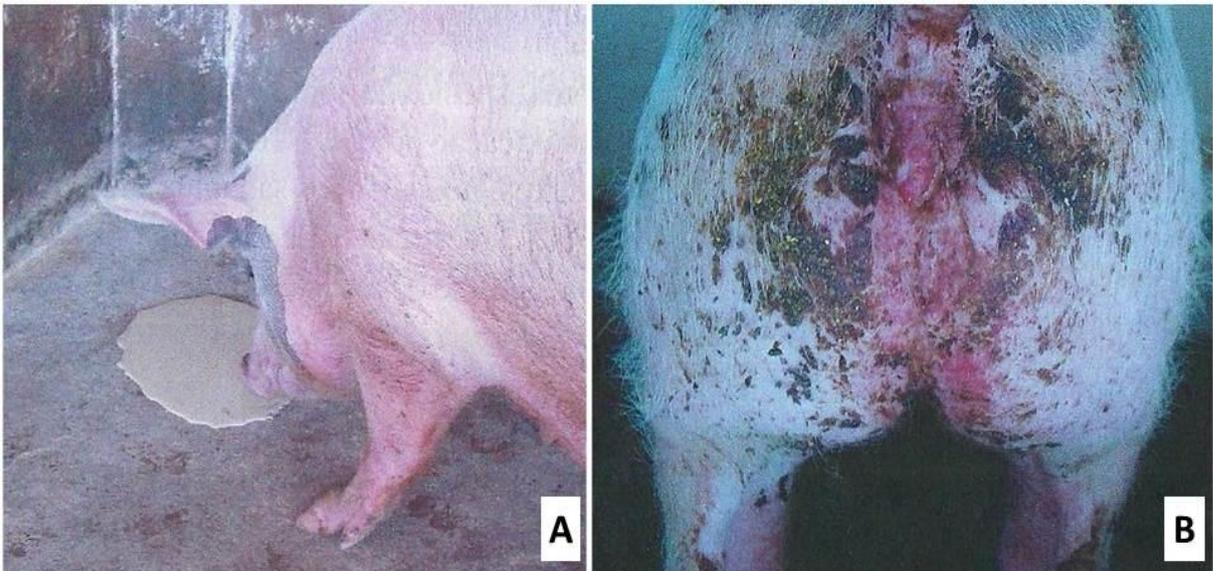


Figura 6- Sinais clínicos dos tricotecenos. (A) Vômito induzido pela intoxicação por Deoxinivalenol(DON). (B) Diarréia e irritação induzida pela toxina T-2 em suíno.  
Fonte: MALLMANN e DILKIN (2007)

A intoxicação mimetiza o estro e os leitões recém-nascidos poderão apresentar os sinais clínicos, caracterizados como vulvovaginite infantil (EDWARDS et al.1987a).

Em machos jovens, a toxina causa feminilização, incluindo edema de prepúcio, atrofia testicular e aumento da glândula mamária, porém estas alterações, aparentemente, não levam a efeitos sobre a capacidade reprodutiva, quando adulto. Em cachaaos, a redução da libido, bem como, discreta redução na qualidade espermática pode ser observada (EDWARDS et al. 1987b).

Como já descrito, faz-se o uso de diferentes adsorventes para o combate aos males causados pelas micotoxinas, principalmente pela ZEA, que é de maior destaque na suinocultura, no entanto, é preciso testar a efetividade, como por exemplo, no caso das argilas do tipo aluminossilicato, que apresentam elevada afinidade pelas aflatoxinas, mas reduzida afinidade pelas toxinas de menor

polaridade como a ZEA (AVANTAGGIATO et al.,2005). Já com a incorporação de compostos orgânicos à superfície dos aluminossilicatos ( transformados em organoaluminossilicato) modifica a composição química, o que aumenta a capacidade de adsorção da ZEA (LEMKE et al., 1998).

A eficiência dos organoaluminossilicatos na adsorção da ZEA tem sido avaliada somente in vitro, não considerando suas propriedades inespecíficas a esta toxina, como alterações digestivas e metabólicas em suínos. Embora afete principalmente o sistema reprodutivo, o hiperestrogenismo causado pela ZEA também altera o metabolismo protéico, energético e mineral dos animais (Szkudelska et al., 2002; Abid-Essefi et al., 2004).

Como forma de tratamento, os sinais como edema de vulva e mortalidade perinatal desaparecem quando faz-se a substituição do alimento com zearalenona por outro sem presença da micotoxina, podendo reverter o quadro em 3 a 4 semanas. Como prevenção também destaca-se o uso de boas práticas agrícola e de fabricação, quando as micotoxinas estão presentes pode-se utilizar o alimento para animais menos sensíveis, podendo se utilizar, protetores hepáticos, como metionina e colina para recuperação do apetite dos animais. Para zearalenona, a concentração nas rações não devem ultrapassar 10µg/kg, que na prática significa isenção (MALLMANN e DILKIN, 2007).

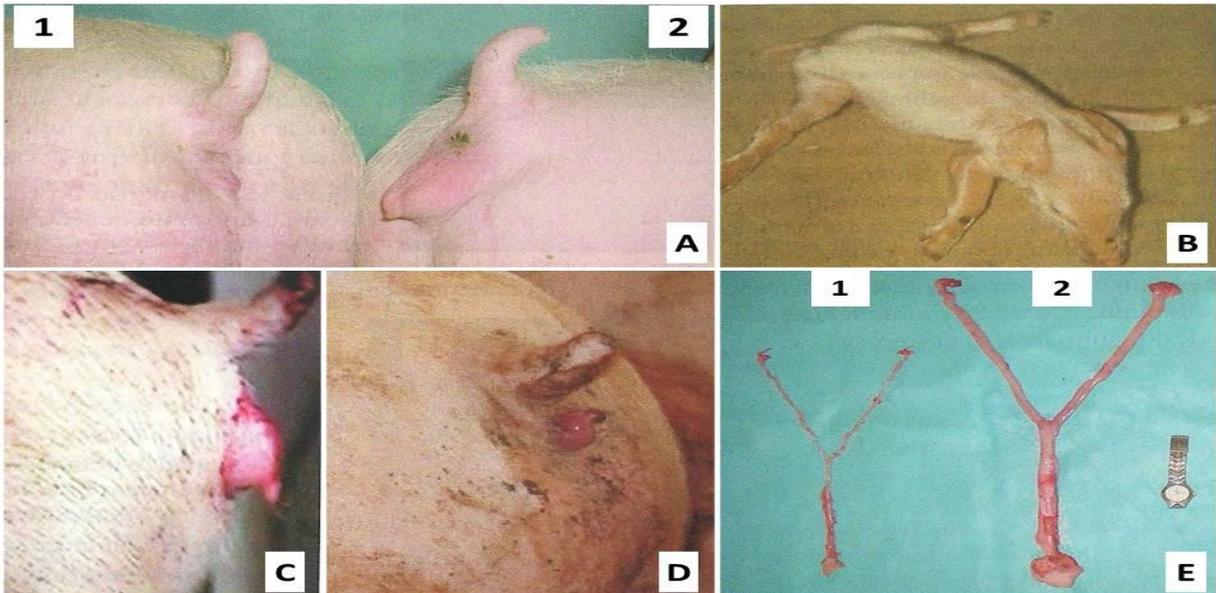


Figura 7- Sinais clínicos da presença de zearalenona. (A1) Leitoa não intoxicada. (A2) Intoxicação por zearalenona em suínos. (B) Leitão com síndrome dos membros abertos (splay-leg), nascido de matriz intoxicada. (C) Leitão recém-nascido apresentando sinais clínicos de vulvovaginite. (D) Prolapso do reto em suíno após intoxicação por zearalenona. (E1) Trato reprodutivo de leitoa não intoxicada, normal. (E2) Trato reprodutivo de leitoas apresentando alteração pela intoxicação por zearalenona.

Fonte: MALLMANN e DILKIN (2007)

São relatados no quadro 2 os principais sinais clínicos das diferentes micotoxinas quando em concentrações diferentes e de acordo com as fases de criação dos suínos.

Quadro 2- Efeitos das principais micotoxinas em suínos

Micotoxina	Fase de criação dos suínos	Concentração na ração ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Principais sinais clínicos
Aflatoxinas	Crescimento/ Terminação	10-100	Perdas de produtividade, sem sinais clínicos perceptíveis.
		200-400	Redução de crescimento e eficiência alimentar.
		400-800	Hepatopatias (fígado friável e amarelo-bronzeado).
		800-1200	Redução da ingestão de alimentos e crescimento.
	Porcas/leitoas	1200-2000	Icterícia, coagulopatia, anorexia. Mortalidade.

Continua

Quadro 2- Efeitos das principais micotoxinas em suínos

Zearalenona	Leitoas pré-pubescentes	1000-3000	Vulva edematosa e avermelhada e prolapso de reto.
	Porcas ciclando ou prenhes e leitoas	3000-10000	Vulva edematosa, retenção de corpo lúteo e anestro.
		25000	Repetição de cio.
		25000-50000	Leitegada pequena, leitões fracos.
		>25000	Pseudogestação, ninfomania e infertilidade persistente.
Fumonisina	Todas as fases	1000-20000	Hepatopatias, efeitos tumorais e queda na produtividade.
		>20000	Edema pulmonar (EPS), hepatopatias.
Diacetoxi-cirpenol (DAS)	Crescimento/Terminação	2000-8000	Diminuição da ingestão de alimento e do GPD, irritação dérmica e oral, epitélio intestinal hipertrofiado.
		8000-10000	Recusa alimentar completa.
Toxina T-2	Crescimento/Terminação	<2000	Hemorragias e enterite.
		8000	Redução da ingestão de alimentos.
		16000	Recusa alimentar completa.
Deoxinivalenol (DON ou vomitoxina)	Crescimento/Terminação	2000	Diminuição da ingestão de alimentos e crescimento.
		5000-10000	Redução da ingestão de alimento e perda de peso.
		12000	Recusa alimentar completa.
		20000	Vômitos.
Ocratoxina A	Crescimento/terminação	200	Lesões renais ao abate.
		1000	Poliúria, uremia, redução do GPD.
		4000	Falência renal severa.
	Fêmeas/leitões	3000-9000	Sem alterações no ciclo estral e taxa de concepção.

Fonte: MALLMANN e DILKIN (2007)

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contaminação de grãos e rações por micotoxinas trata-se de um sério problema, causando nos suínos, perdas significativas na produção, sofrimentos, e é um considerável obstáculo à economia de países, principalmente nos quais a balança comercial se baseia nas exportações de commodities. Em virtude da presença de toxina fúngica, milhões de dólares são perdidos anualmente e, por esse motivo, desde a década de 1970, não se poupam esforços para redução na contaminação por micotoxinas, no entanto, a situação ainda continua preocupante.

De certa maneira na criação de suínos, existem fases onde os animais são mais ou menos sensíveis e faz-se importante que exista um nível aceitável de micotoxina que pode ser ingerida. No entanto, os efeitos negativos poderão acontecer em níveis menores, dependendo da fragilidade dos animais da propriedade e com isso a extrema necessidade de acompanhamentos periódicos para observar quando a contaminação de um ingrediente ou ração excedeu os limites predeterminados. Mesmo quando exceder os níveis aceitos, nem todas as empresas rurais ou fábricas descartam os grãos contaminados com micotoxinas ou realizam tratamentos com adsorventes que podem não estar disponíveis no momento, por isso, técnicos sugerem uma a segregação por fases do uso desses ingredientes, de forma que os impactos não sejam tão agressivos.

O maior impasse no Brasil, entretanto, é a falta de rigor no cumprimento das portarias, com fiscalizações bastante esporádicas e os laboratórios encarregados de realizar as análises encontram-se, em sua grande maioria, desprovidos de material, de pessoal especializado e até em más condições de uso. Também é importante salientar, a existência de uma enorme discrepância na legislação vigente dos diferentes países, quanto aos limites das micotoxinas. Por esse motivo, atualmente tem sido buscada a harmonização dessas legislações em todos os continentes, bem como uma tendência à redução dos limites máximos permitidos e adição de níveis máximos de outras micotoxinas.

## 8 REFERÊNCIAS CONSULTADAS

AMARAL, K.A.S.; MACHINSKI JUNIOR, M. Métodos analíticos para determinação de aflatoxinas em milho e seus derivados: uma revisão. **Revista analytica**, São Paulo, v.5, n.24, p.56-58, Agosto/Setembro 2006.

ARELLANO, J. L.; ROSAS, I. G. **Uso de Organoaluminossilicato para reducir El efecto tóxico de mezcla de Aflatoxinas y Zearalenona em la Producción de Huevo**. In: SCUSSEL et. al. *Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II*. Florianópolis: ABMAG, 2008. p.351- 355.

AVANTAGGIATO, G.; SOLFRIZZO, M.; VISCONTI, A. Recent advances on the use of adsorbent materials for detoxification of Fusarium mycotoxins. **Food Additives and Contaminants**, v.22, p.379-388, 2005.

BELLAVER, C. A. Importância da Gestão da Qualidade de Insumos para Rações visando a Segurança dos Alimentos. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**. Campo Grande, 2004. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_arquivos/palestras\\_z5i79j8b.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_z5i79j8b.pdf). Acesso em: 15 mar. 2014.

BELLAVER, C.; LUDKE, J. V.; LIMA, G. J. M. M.; **Qualidade e Padrões de Ingredientes para Rações**. In: GLOBAL FEED & FOOD CONGRESS, 2005, São Paulo. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=palestras&cod\\_arquivo=26](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=palestras&cod_arquivo=26). Acesso em: 15 mar. 2014.

BRASIL. **Ministério da Agricultura**. Portaria MA/SNAD/SFA no7 de 9 de Nov. de 1988. Diário Oficial da União, 9 nov. 1988. Sec. I, p. 21.968.

CARLSON, M.A.; BARGERON, C.B.; BENSON, R.C.; FRASER, A.B.; PHILLIPS, T.E.; VELKY, J.T.; GROOPMAN, J..D; STRICKLAND, P.T.; KO, H.W. **An automated, handheld biosensor for aflatoxin**. **Biosensors and bioelectronics**, v. 14,n.10-11,p. 841-848, 2000.

CASEMG. **Amostragem de produtos**. 2014. Disponível em: <http://www.casemg.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2014.

CASTEEL, S.W. et al.. **Chronic toxicity of fumonisin in weanling pigs**. **J Vet Diagn Invest, Davis**, v.5, p.413-417, 1993.

COOK W.O.; Alstine W.G.V.; Osweiler G.D. (1989). **Aflatoxicosis in Iowa swine: Eight cases (1983-1985)**. J. Am. Vet. Med. Ass. Chicago, 194: 554-558.

CORADI, P. C.; LACERDA FILHO, A.F.; MELO, E.C. Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) no processo de fabricação de ração. **Revista eletrônica Nutritime**, 2009. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/100V6N5P1098\\_1102ET2009\\_.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/100V6N5P1098_1102ET2009_.pdf)> Acesso em: 01 mar. 2014.

DIAZ, D. E.; SMITH, T. K. **Mycotoxin sequestering agents: practical tools for the neutralisation of mycotoxins**. In: DIAZ, D. E. The Mycotoxin Blue Book. Nottingham: Nottingham University Press, 2005. p. 323-339.

DILKIN P. (2002). **Micotoxicose suína: aspectos preventivos, clínicos e patológicos**. **Biológico**, São Paulo, 64: 187-191.

DILKIN P.; HASSEGAWA R.; DOS REIS T.A.; MALLMANN C.A.; CORRÊA B. (2004). Intoxicação experimental de suínos por fumonisinas. **Ciência Rural Santa Maria**. 34: 175-181.

DILKIN P. Efeitos das micotoxinas na reprodução de suínos. In: IV SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA, 2011, Chapecó, SC, p. 57- 67. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/902053/1/brasilsuldesuinocultura.pdf>> Acesso em: 30 mar. 2014.

EDWARDS S.; CANTLEY T.C.; DAY B.N. (1987b). **The effects of zearalenone on reproduction in swine II**. Theriogenology Davis., 28: 51-58.

EDWARDS S.; CANTLEY T.C.; ROTTINGHAUS G.E.; OSWEILER G.D.; DAY B.N. (1987A). **The effects of zearalenone on reproduction in swine. I. The relationship between ingested zearalenone dose and anestrus in non-pregnant, sexually mature gilts**. Theriogenology Davis., 28:43- 49.

ESALQ. **Departamento de ciência do solo**. Piracicaba, SP. Disponível em: <http://www.solos.esalq.usp.br/coleta.htm>. Acesso em: 15 abr. 2014.

FARONI, D.R.L. **Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados**, 1998. p. 1-15.

FERNANDES, R. R. G. Micotoxinas: a situação actual da legislação e metodologias analíticas. **Universidade de Aveiro**. 2007. Departamento de Química. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/2997/1/2008001219.pdf> Acesso em: 26 abr. 2014.

FONSECA, H. **Legislação sobre micotoxinas**. Piracicaba, 2013. Disponível em: <http://www.micotoxinas.com.br>. Acesso em: 20 mar. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS(FAO). **Code of practice for the prevention and reduction of mycotoxin contamination in cereals, including annexes on ochratoxin a, zearalenone, fumonisins and tricothecenes**. 2003. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 03 mar. 2014.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS(FAO). **How to feed the world in 2050? Roma, 2009**. Disponível em: <http://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfs-forum/en/>. Acesso em: 28 fev. 2014.

FREDERICI, J. F. **HACCP Aplicado a Fábrica de Ração e Armazenamento de Grãos**. In: SCUSSEL et. al. Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II. Florianópolis: ABMAG, 2008. p.568 573.

FREIRE, F. C. O.; VIEIRA, I. G. P.; GUEDES, M. I. F.; MENDES, F. N. P. **Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal**. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Documento 110. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, 2007. Disponível em: [http://www.cnpat.embrapa.br/cd/jss/acervo/Dc\\_110.pdf](http://www.cnpat.embrapa.br/cd/jss/acervo/Dc_110.pdf). Acesso em: 14 mar. 2014.

FREITAS, B. V.; MOTA M. M.; DEL SANTO T.A.; AFONSO E. R.; SILVA C. C.; UTIMI N.B.P.; BARBOSA L. C. G. S.; VILELA F. G.; ARAÚJO L. F. **Micotoxicoses em suínos: Revisão**. 2012. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-suinocultura/saude/artigos/micotoxicoses-suinos-revisao-t1265/165-p0.htm>. Acesso em: 20 mar. 2014.

GARDEN, S.R.; STRACHAN, J.J.C. **Novel colorimetric immunassay for the detection of aflatoxin B1**. *Anal. Chim. Acta*, v. 444, p. 187-191, 2001.

HASCHEK WM, MOTELIN G, NESS DK, HARLIN KS, HALL WF, VESONDER RF, PETERSON RE, BEASLEY VR (1992). **Characterization of fumonisin toxicity in orally and intravenously dosed swine**. *Mycopathologia Dordrecht.*, 117: 83-96.

JOUANY, J. P.; DIAZ, D. E. Effects of mycotoxins in ruminants. In: DIAZ, D. E.

KATZ, E.; EKSTEEN, R.; SCHOENMAKERS, P.; MILLER, N. **Chromatography Handbook of HPLC**, 1. ed. Washington: Academic Press, 1998.

KLEIN, A.A. Pontos Críticos do Controle de Qualidade em Fábrica de Ração — Uma Abordagem Prática. **I simpósio internacional acav embrapa sobre nutrição de aves**. Concórdia, 1999. Disponível em: [http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais56\\_klein.pdf](http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/anais/anais56_klein.pdf) Acesso em: 30 mar. 2014.

KNOWMYCOTOXINS. **Adsorventes e ligantes de micotoxina**, 2008. Disponível em: <http://www.knowmycotoxins.com/pt/npoultry14.htm>. Acesso em: 10 abr. 2014.

KROGH, P.; ELLING, F.; FRIIS, Chr.; HALD, B.; LARSEN, A.E.; LILLEHOJ, E.B.; MADSEN, A.; MORTENSEN, H.P.; RASMUSSEN, F.; RAVN KOV, U. **Porcine Nephropathy induced by long-term ingestion of ochratoxin A**. *Veterinary Pathology*. v.16, n.4, p.466-475, 1979.

LAMARDO, L.C.A.; SHUNDO, L.; NAVAS, S.A.; SABINO, M. **Bioflavonóides e quercetina: procedimento analítico por cromatografia em camada delgada para determinação de aflatoxinas**. Boletim Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v.16, n.1, p.22-23, jan/jun, 2006.

LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. 2 ed., Curitiba, v. 1, 134 p., 1997.

LEMKE, S.; GRANT, P.G.; PHILLIPS, T.D. Adsorption of zearalenone by organophilic montmorillonite clay. *Journal of Agricultural and Food Chemical*, v.46, p.3789-3796, 1998.

MALLMANN C.A.; SANTURIO J.M.; WENTZ I. (1994). Aflatoxinas – Aspectos clínicos e toxicológicos em suínos. *Ciência Rural Santa*, 24: 635-643.

MALLMANN, C. A. **Micotoxinas e micotoxicoses em aves**. Disponível em: [www.lamic.ufsm.br](http://www.lamic.ufsm.br). Acesso em: 23 mar. 2014.

MALLMANN, C.A.; DILKIN, P. **Micotoxinas e micotoxicoses em suínos**, 240p. Ed.Pallotti, 2007.

MENEGAZZO, R. Qualidade de Rações para Zootécnicos. In. SCUSSEL et. al. **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem Qualitativa de Grãos II**. Florianópolis: ABMAG, 2008. p.93-100.

NONES, J. **Avaliação da contaminação por micotoxinas em ingredientes e rações para suínos**. 2010. 46p. Relatório de estágio. Universidade Federal de Santa Catarina- Florianópolis, SC.

OLIVEIRA, M.S.; PRADO. G.; JUNQUEIRA, R.G. Comparação das técnicas de cromatografia em camada delgada e ELISA na quantificação de aflatoxinas em amostras de milho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, 2000, v.20, n.3, p.369-374.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Critérios de Salud Ambiental 11. Micotoxinas. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana. **Oficina Regional de la Organizacion Mundial de la Salud**. Cidade do México., 131: 1983.

OSWEILER G.D.; ROSS P.F.; WILSON T.M.; NELSON P.E.; WITTE S.T.; CARSON T.L.; RICE L.F.; NELSON H.A. (1992). **Characterization of an epizootic of pulmonary edema in swine associated with fumonisin in corn screenings**. **J. Vet. Diagn. Invest.** Davis., 4: 53-59.

PAPP, E; H-OTTA, K; ZÁRAY, G; MINCSOVICS, E. **Liquid chromatographic determination of aflatoxins**. *Microchem. J.*, v. 73, p. 39-46, 2002.

PEREIRA, C. E.; TYSKA, D.; MARTINS, A.C.; BUTZEN, F.M.; MALLMANN, A.O. Peso específico do milho e sua relação com ergosterol, micotoxinas e energia. **Revista Ciências da Vida**, v. 28, p. 186-188, 2008.

PEREIRA, C.K.; SANTOS, F.C. **Micotoxinas e seu potencial carcinogênico**. *Ensaio e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, V. 15, N.4, P.147-165, 2011.

PICHLER, E. Amostragem para micotoxinas- nos importamos o suficiente?. **Artigo técnico Ergomix**, 2008.

PIER A.C.; RICHARD J.L.; CYSEWSKI S.J. (1980). **Implications of mycotoxins in animal disease**. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* Chicago., 176:719-724.

PINTO V.E.F.; VAAMONDE G. (1996). Hongos productores de micotoxinas em alimentos. **Rev. Arg. Microb.** Buenos Aires., 28: 147-162.

PINTO, N. F. J. de A. Grãos ardidos em milho. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2005. (Circular técnica, 66).

RODRIGUEZ-AMAYA DB, Sabino M (2002). **Pesquisa em micotoxinas no Brasil: a última década em foco.** Braz. J. Microbiol., São Paulo 33: 1-11.

SANTIN, E. **Implementação dos Conceitos de HACCP na fábrica de rações.** 2006. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.asp?codigo=96>. Acesso em: 20 mar. 2014.

SANTIN, E. Mould growth and mycotoxin production. In: DIAZ, D. E. **The Mycotoxin Blue Book.** Nottingham: **Nottingham University Press**, 2005. p. 225-234.

SANTOS, J.P. Sistemas de Produção, **1 ISSN 1679-012 Versão Eletrônica - 2ª Edição, Embrapa milho e sorgo**, 2006. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivoMilho\\_2ed/colpragas.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivoMilho_2ed/colpragas.htm). Acesso em: 26 mar. 2014.

SANTURIO, J.M. Micotoxinas e Micotoxicoses na Avicultura. **Revista Brasileira de Ciencia Avícola [online]**. 2000, vol.2, n.1, p. 01-12. Disponível em:< [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516635X2000000100001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516635X2000000100001)> Acesso em: 12 mar. 2014.

SEKIYAMA, B. L.; FERRARI, G.; MACHINSKI JÚNIOR, M. Processo de descontaminação de rações contendo micotoxinas. **Revista Analytica**, n.26, 2006. Disponível em: [http://www.revistaanalytica.com.br/ed\\_anteriores/26/art05.pdf](http://www.revistaanalytica.com.br/ed_anteriores/26/art05.pdf). Acesso em: 10 mar. 2014.

SHEPHARD G.S.; THIEL P.G.; STOCKENSTROM S.; SYDENHAM E.W. (1996).. **Worldwide survey of fumonisin contamination of corn and corn-based products.** J. Assoc. Anal. Chem. Arlington., 79: 671-687, 1996

SMITH G.W.; CONSTABLE P.D.; EPPLEY R.M.; TUMBLESÓN M.E.; GUMBRECHT L.A.; HASCHEK HOCK W.M. (2000). **Purified fumonisin B1 decreases cardiovascular function but does not alter pulmonary capillary permeability in swine.** Toxicol. Sc. Orlando., 56: 240-249.

SOARES, L.M.V.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. **Survey of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, and sterigmatocystin in some brazilian foods by using multi-toxin thin-layer chromatographic method.** J. Assoc. Off. Anal. Chem., v. 72, n. 1, p. 22-26, 1989.

SOUZA, A.V.C. **Valor nutricional de grãos atacados por insetos ou contaminados por micotoxinas para frangos de corte.** Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003. Disponível em:<http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/zootecnia/2003/179105f.pdf> Acesso em: 15 mar. 2014.

STROKA, J.; ANKLAM, E. **Development of a simplified densitometer for the determination of aflatoxins by thin-layer chromatography.** J. Chromatogr. A, v. 904, p. 263-268, 2000.

U.S. CENSUS BUREAU. International Data Base. **Word Population Growth Rates: 1950-2050.** 2013. Disponível em: <http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldgrgraph.php>. Acesso em: 28 fev. 2014.

UENO Y (1983). Effects of trichothecene mycotoxins on farm animal. In: UENO, Y. **Trichotecenes, chemical biological and toxicological aspects.** Amsterdam: Elsevier, 135-146.

VAN EGMOND, H. P. (1989) **Aflatoxin M1: occurrence, toxicity, regulation. Mycotoxins in dairy products.** In **Mycotoxins in Dairy products.** Van Egmond H.P. (Ed.) 11-59 Elsevier Applied Science Publisher, ISBN 1-85166-369-X, London, United Kingdom.