

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**INTERAÇÃO ENTRE DENSIDADE ESPECÍFICA DO
MILHO E AFLATOXINAS NO DESEMPENHO DE
FRANGOS DE CORTE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CRISTIANO EMANUELLI PEREIRA

SANTA MARIA, RS, BRASIL

2009.

INTERAÇÃO ENTRE DENSIDADE ESPECÍFICA DO MILHO E AFLATOXINAS NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

por

Cristiano Emanuelli Pereira

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de
Concentração em Medicina Veterinária Preventiva, da Universidade
Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para
obtenção do grau de

MESTRE EM MEDICINA VETERINÁRIA.

Orientador: Prof. Carlos Augusto Mallmann

Santa Maria, RS, BRASIL

2009

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**INTERAÇÃO ENTRE DENSIDADE ESPECÍFICA DO MILHO E
AFLATOXINAS NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE**

elaborada por
Cristiano Emanuelli Pereira

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Medicina Veterinária

COMISSÃO EXAMINADORA

Carlos Augusto Mallmann, Dr.
(Presidente/Orientador)

Juarez Morbini Lopes, Dr. (UFSM)

Ivomar Oldoni, PhD. (SADIA S.A.)

Santa Maria, fevereiro de 2009

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me oportunizado o convívio sempre ao lado da melhor família e dos melhores amigos.

Ao Prof. Carlos Augusto Mallmann, orientador deste trabalho, pela oportunidade, confiança e estímulo em concretizar esta etapa desafiadora na minha vida e, acima de tudo, pela amizade e pelos ensinamentos passados neste período, sendo visto por mim como um aliado, alguém que sei poder confiar incondicionalmente.

Aos meus pais José Braga e Jussara, pela compreensão, apoio nas tomadas de decisão e pelo incentivo em seguir adiante e nunca desistir, os meus alicerces em todas as trajetórias.

Aos meus irmãos, Laura e Bruno, pelo companheirismo, apoio e compreensão durante este período.

À minha avó Heronita, que sempre me admirou, me apoio e me viu melhor do que sou, mostrando que aos olhos dela eu era e podia ser melhor.

Aos meus tios Vair e Heloísa pelo incentivo na decisão da escolha da minha carreira.

Aos colegas do LAMIC, Leandro Giacomini, Paulo Dilkin, Adriano, Meiquel, Abrahão, Maurício, Juliano, Tiba, Diego, Denise, Mariane, Andressa, Fernanda, Fabiana, Cris, Carlos, Washington, e a todos que passaram por este Laboratório que hoje reconheço como um ambiente profissional de excelência. Muito obrigado pelo apoio e amizade.

À Nutrifarma, representada pelo amigo Claus, pela parceira na execução deste trabalho.

Ao CNPQ e ao LAMIC, fomentadores desta pesquisa.

Aos meus colegas e amigos, Airton Devens e Mauro Rizzi, pelo incentivo em iniciar esta caminhada.

À meu grande amigo e colega Ricardo Rauber, que com sua serenidade, inteligência e amizade sempre foi uma referência positiva para mim nessa trajetória.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria

INTERAÇÃO ENTRE DENSIDADE ESPECÍFICA DO MILHO E AFLATOXINAS NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

Autor: Cristiano Emanuelli Pereira
Orientador: Carlos Augusto Mallmann
Santa Maria, fevereiro de 2008.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo duas diferentes densidades específicas de milho, com e sem aflatoxinas (2,8 ppm), durante 42 dias de vida. Foram utilizados 1080 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, com 1 dia de vida, divididos aleatoriamente em 4 tratamentos, conforme a densidade específica do milho e a presença ou não de aflatoxinas (T1= ração formulada com milho de alta densidade; T2= ração formulada com milho de alta densidade + 2,8 ppm de aflatoxinas; T3= ração formulada com milho de baixa densidade; T4= ração formulada com milho de baixa densidade + 2,8 ppm de aflatoxinas). As aves foram alojadas em baterias, onde permaneceram até 14 dias, sendo transferidas para boxes sobre piso. Foram realizados abates semanais. Os parâmetros avaliados foram: consumo de ração, peso corporal, conversão alimentar, peso relativo de fígado e parâmetros de bioquímica clínica (proteínas plasmáticas totais, albumina, colesterol total, colesterol HDL, triglicerídeos, cálcio e fósforo). Aos 42 dias de experimento o peso corporal foi afetado pelas diferentes densidades de milho e pela presença de aflatoxinas. O consumo de ração foi inferior nas aves intoxicadas com aflatoxinas, sendo mais acentuado nas aves intoxicadas com aflatoxinas e alimentadas com ração formulada com milho de baixa densidade. Além disto, o peso relativo do fígado, os níveis de proteínas plasmáticas totais, albumina, colesterol total, colesterol HDL, triglicerídeos e cálcio também foram afetados pelas aflatoxinas presentes na dieta, não havendo interferência da densidade do milho utilizado na formulação. Diante destes resultados, conclui-se que a densidade específica do milho utilizado na alimentação de frangos de corte interfere no seu desempenho e as aflatoxinas interferem em diversos parâmetros produtivos e biológicos das aves. Além disso, há um sinergismo entre a ação das aflatoxinas e a baixa qualidade nutricional, potencializando os danos observados.

Palavras-chave: Micotoxinas, nutrição, bioquímica clínica, frangos de corte, desempenho.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária
Universidade Federal de Santa Maria

CORN DENSITY AND AFLATOXINS INTERECTION ON BROILERS PERFORMANCE

Author: Cristiano Emanuelli Pereira
Adviser: Carlos Augusto Mallmann
Santa Maria, February, 2008.

This study aimed to evaluate broiler performance in two diets with different corn densities, with and without aflatoxins (2.8 ppm), until 42 days of age. The experiment was carried out using 1.080 Cobb one-day-old chicks randomly distributed on four treatments designed by corn density with or without aflatoxins: corn of high (T1=formulated ration with corn of high density; T2= formulated ration with corn of high density + 2.8 ppm of aflatoxin; T3= formulated ration with corn of low density; T4= formulated ration with corn of low density+ 2.8 ppm of aflatoxin). Birds were kept into battery until 14 days and transferred to floor pen boxes afterwards. Slaughtering were weekly carried out to evaluate the following parameters: feed consumption, body weight, feed conversion, relative liver weight and biochemistry parameters (total plasmatic protein, albumin, total cholesterol, HDL cholesterol, triglycerides, calcium and phosphorus). Body weight was affected by different corn densities and presence of aflatoxins at 42 days of experiment. Feed consumption was lower on birds intoxicated with aflatoxins, especially on intoxicated with aflatoxins and fed by low corn density. Furthermore, relative liver weight, total plasmatic proteins levels, albumin, total cholesterol, HDL cholesterol, triglycerides and calcium were also affected by presence of aflatoxins on the diet with on interference of corn density used on ration formulation. Based on these results, it can be concluded that corn density interferes on the performance when used in ration formulation and aflatoxins interferes on several productive and biological parameters of broilers. A synergism between aflatoxins and low nutrition quality was pointed out, increasing the damages.

Keywords: mycotoxins, nutrition, clinical biochemistry, broilers, performance.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Histologia de fígado, Tratamento 1, milho de alta densidade, sem aflatoxinas.	45
FIGURA 2 - Histologia de fígado, Tratamento 2, milho de alta densidade, com 2,8 ppm de aflatoxinas.	46
FIGURA 3 - Histologia de fígado, Tratamento 3, milho de baixa densidade, sem aflatoxinas.	47
FIGURA 4 - Histologia de fígado, Tratamento 4, milho de baixa densidade, com 2,8 ppm de aflatoxinas.	48
FIGURA 5 - Aspecto macroscópico dos fígados dos frangos de corte por tratamento aos 42 dias.	49
FIGURA 6 - Instalações onde foram alojados os pintos de corte.	50

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Delineamento experimental.	32
TABELA 2 - Composição nutricional do milho de diferentes densidades utilizado na formulação da ração.....	32
TABELA 3 - Micotoxinas e ergosterol presentes no milho de diferentes densidades utilizado na formulação da ração.	33
TABELA 4 - Consumo de ração e coeficiente de variação (cv) semanal por tratamento.	36
TABELA 5 - Peso dos frangos, coeficiente de variação semanal e conversão alimentar (CA) aos 42 dias por tratamento.....	36
TABELA 6 - Resultados dos testes bioquímicos realizados em soro de frangos abatidos aos 42 dias.	39
TABELA 7 - Peso relativo fígado/peso corporal de frangos alimentados com ração de diferentes densidades com e sem aflatoxinas.....	39
TABELA 8 - Resultados de análises micotoxicológicas e nutricionais realizadas em 200 amostras de milho classificadas em mesa densimétrica.....	41
TABELA 9 - Resultado da análise nutricional via nirs realizada no milho utilizado no experimento.....	42
TABELA 10 - Resultado da análise nutricional via hplc realizada na ração utilizada em cada tratamento do experimento.....	42
TABELA 11 - Resultados de análises bioquímicas por tratamento realizadas semanalmente junto aos abates de frangos.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	Produção mundial de carne de frangos	13
2.2	Produção brasileira de frangos de corte.....	13
2.3	Importância do milho	14
2.4	Plantio, colheita, transporte e secagem do milho	15
2.5	Armazenamento	16
2.6	Aspectos nutricionais do milho	19
2.7	Densidade do milho	20
2.8	Nutrição e desempenho de frangos de corte.....	21
2.9	Biologia fúngica e micotoxinas.....	23
2.10	Aflatoxinas	25
2.11	Bioquímica clínica.....	27
2.12	Histopatologia	29
3	OBJETIVOS	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	Local.....	31
4.2	Animais e alimentação.....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6	CONCLUSÃO	40
7	ANEXOS.....	41
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

As aflatoxinas são metabólitos tóxicos secundários produzidos por cepas toxígenas de linhagens fúngicas do gênero *Aspergillus*, como *A. flavus* e *A. parasiticus*. O desenvolvimento e formação de micotoxinas em alimentos são dependentes de fatores relacionados à umidade, temperatura, oxigênio e composição do substrato (MALLMANN et al., 2005). Em climas tropicais e subtropicais o desenvolvimento fúngico é favorecido por fatores como excelentes condições de umidade e temperatura. Nesse ambiente os fungos crescem e proliferam-se bem em diversos tipos de cereais como o milho, encontrando um substrato altamente nutritivo para seu desenvolvimento (MALLMANN et al., 2007). A contaminação de cereais por fungos toxígenos e produção de micotoxinas nos mesmos podem se dar no período de pré-colheita, na colheita, transporte, secagem, armazenamento e beneficiamento dos grãos, dependendo dos híbridos envolvidos, fatores geográficos, climáticos e manipulação dos mesmos. Em milho armazenado, os fatores mais importantes para o crescimento de fungos toxígenos do gênero *Aspergillus* e a produção de aflatoxinas são a temperatura de armazenamento, a umidade relativa do ar e do substrato. Umidade relativa de 80 a 85% com 17% de umidade do milho e temperatura de 24 a 35°C são condições ótimas para produção de aflatoxinas (DILKIN et al., 2000).

O milho é um dos ingredientes com maior percentual de positividade para aflatoxinas, sendo encontrado aproximadamente 50% de positividade, ou seja, mais da metade do milho utilizado pela indústria possui algum percentual de contaminação por aflatoxinas (LAMIC, 2008). A intoxicação de frangos de corte por aflatoxinas causa diversas perdas zootécnicas, sendo o ganho de peso bastante afetado (MARIANI, 1998; GIACOMINI et al., 2006).

Dos ingredientes que compõem uma formulação de ração para frangos, o milho é o que participa com maior percentual de inclusão, chegando a compor 60% de sua formulação, sendo a principal fonte energética. O alto conteúdo de carboidratos, principalmente o amido, e de outros componentes, como proteínas e ácidos graxos, faz do milho importante produto comercial, que, em condições inadequadas de armazenamento, pode sofrer perdas devido, principalmente, ao ataque de pragas e fungos, desde o campo até a época de consumo (STRINGHINI et al., 2000). Nas tabelas de composição de alimentos estão descritos os alimentos

produzidos em condições normais, entretanto, sempre existem alimentos com qualidade fora do padrão (ROSTAGNO, 1993). Grãos de má qualidade podem ter seu valor nutricional comprometido pela alteração da composição química, como consequência da diminuição da biodisponibilidade de alguns nutrientes e/ou proliferação de fungos com ou sem produção de micotoxinas (MAZZUCO et al., 2002). Um dos indicadores de qualidade do milho é o peso específico, sendo a massa em quilos de 1000 litros de grãos. Vários fatores podem interferir no peso específico do grão de milho, desde fatores associados à lavoura, como época de plantio, incidência de luz solar ou sombreamento excessivo na época de floração, temperatura, densidade de plantio (DIDONET et al., 2001), déficit hídrico (BERGAMASCHI et al., 2006), deficiência mineral do solo (ANDREOTTI et al., 2001), fatores associados à época ideal de colheita (MAZZUCO et al., 2002), transporte, secagem e armazenagem (MALLMANN et al., 2007). Com o aumento no tempo de armazenagem, a deterioração da matéria-prima é acelerada, principalmente se esta matéria-prima tiver sofrido algum dano, sendo observado aumento na porcentagem de grãos trincados com a secagem, tornando-os mais susceptíveis à quebra total subsequente, culminando em maior deterioração durante o armazenamento (CARVALHO et al., 2004).

Vários procedimentos pelo qual o milho é submetido até ser utilizado como ração animal podem comprometer a qualidade do mesmo. Danos mecânicos nos grãos ocorrem na colheita, transporte, secagem e na limpeza, dando origem à produção de grãos quebrados, partidos e trincados, que aumentam, quanto menores forem os teores de umidade dos grãos (STRINGHINI et al., 2000). Durante o processo de secagem, as sementes sofrem mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade, que ocasionam expansão, contração e alterações na densidade e porosidade, podendo provocar fissuras internas ou superficiais, tornando as sementes mais suscetíveis à quebra durante o beneficiamento. A causa primária do dano nos tecidos vegetais, devido às altas temperaturas, é a desintegração das membranas celulares por alteração nos lipídios que as constituem, podendo, ainda, ocorrer desnaturação das proteínas (GARCIA et al., 2004).

Conforme o peso específico do grão será maior ou menor o conteúdo de matéria seca do mesmo, sendo constituído principalmente de amido, fonte energética do milho.

Entretanto, a influência no desempenho de frangos de uma ração formulada com milho de diferentes densidades e o impacto das diferenças nutricionais na susceptibilidade das aves a aflatoxinas ainda não foi demonstrado experimentalmente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção mundial de carne de frangos

Em 2008, a produção mundial de carne de frango deve superar os 64 milhões de toneladas, o que significa um adicional de quase 10 milhões de toneladas, algo em torno de 17% de aumento, sobre os 54,8 milhões de toneladas produzidos há apenas cinco anos, em 2003. Em relação a 2007, o volume previsto corresponde a um aumento de 2,3%, índice que se distribui de forma bastante heterogênea entre os países produtores. A produção russa deve crescer mais de 10% e chegar a 1,5 milhão de toneladas, quase o triplo do que foi produzido em 2003. Já os EUA, maior produtor mundial de carne de frango, pelo terceiro ano consecutivo mantém sua produção na faixa dos 16 milhões de toneladas, devendo registrar expansão próxima a 3%. Segundo produtor mundial, a China, após três anos na faixa dos 10 milhões, aumenta sua produção em 2008 e deve produzir ao redor de 11,4 milhões de toneladas de carne de frango, volume 5% superior a 2007. O Brasil, terceiro produtor mundial, deve em 2008 expandir sua produção em quase 4,5% e alcançar volume total superior a 10,5 milhões de toneladas (IBGE, 2008).

2.2 Produção brasileira de frangos de corte

O alojamento de matrizes de corte em 2007 aumentou 10,6% em relação a 2006, somando 42,3 milhões de matrizes de corte. Em 2008, apenas no mês de janeiro, o alojamento de matrizes de corte alcançou a marca histórica de 4,2 milhões de cabeças, 20% superior à média alcançada no ano de 2007. Fazendo uma comparação direta com janeiro de 2007, o alojamento alcançado em janeiro de 2008 foi 36% superior. Mantendo-se essa tendência no decorrer de 2008, o ano será encerrado com mais de 51 milhões de matrizes de corte alojadas, havendo conseqüentemente uma expansão do mesmo nível na produção de pintos de corte e carne de frango (IBGE, 2008).

A produção de pintos de corte em 2007 foi de 5,1 bilhões de cabeças. Observando o desempenho do setor nos últimos 10 anos verifica-se que o mesmo acumula uma expansão superior a 80%, já que no primeiro semestre de 1997 a

produção foi de 1,3 bilhão de pintos de corte, passando de 230 para mais de 415 milhões de pintos de corte/mês (GODOY, 2007).

2.3 Importância do milho

Provavelmente, o milho é a mais importante planta comercial com origem nas Américas. Há indicações de que sua origem tenha sido no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos. É uma das culturas mais antigas do mundo, havendo provas através de escavações arqueológicas e geológicas e através de medições por desintegração radioativa, de que é cultivado há pelo menos 5.000 anos. Logo depois do descobrimento da América, foi levado para a Europa, onde era cultivado em jardins, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Passou, então, a ser plantado em escala comercial e espalhou-se desde a latitude 58° norte até 40° sul (EMBRAPA, 2007).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Na realidade, o uso do milho em grão como alimentação animal representa a maior parte do consumo deste cereal, isto é, cerca de 70% no mundo. Nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado para esse fim, enquanto que no Brasil varia de 60 a 80%, dependendo da fonte da estimativa e de ano para ano (EMBRAPA, 2007).

Embora versátil em seu uso, a produção de milho tem acompanhado basicamente o crescimento da produção de suínos e aves, no Brasil e no Mundo. Apesar das flutuações em sua oferta, há uma tendência de crescimento de sua produção, acompanhando, principalmente, o crescimento da produção de frangos e suínos no país. Isto está relacionado à demanda por milho, que é um ingrediente importante na composição das rações para esses animais. Na realidade, poder-se-ia pensar nos frangos e suínos como um "subproduto" do milho, dada a importância deste na alimentação daqueles (EMBRAPA, 2007).

O milho, na avicultura, compõe cerca de 60% de uma ração inicial de frangos de corte, sendo responsável por aproximadamente 65% da energia metabolizável, além de 20% da proteína na fase inicial (STRINGHINI et al., 2000). No que diz respeito ao emprego de mão-de-obra, cerca de 15% das pessoas ocupadas nas lavouras temporárias e cerca de 5% dos trabalhadores do setor agrícola estão

ligados à produção de milho. No setor agropecuário, a produção de milho só perde para a pecuária bovina em termos de utilização de mão-de-obra, apesar de as tecnologias modernas utilizadas na produção deste cereal serem poupadoras de mão-de-obra (EMBRAPA, 2007).

Estima-se para a safra 2008/09 um crescimento entre 1,2% e 2,7% na área a ser plantada, que representa um aumento de 544,1 a 1.276,0 mil hectares, sobre os 47,31 milhões de hectares cultivados na safra anterior. Esse incremento deve-se, basicamente, a alta e à estabilidade dos preços das commodities, que têm incentivado os produtores a expandirem suas áreas, em função da expectativa de mercado. A safra de grãos 2008/09 está estimada entre 142,03 e 144,55 milhões de toneladas, que corresponde a uma variação de menos 1,2% (1,79 milhão de toneladas) a mais 0,5% (737,8 mil toneladas), em relação à safra anterior (CONAB, 2008).

Para a cultura do milho a área a ser cultivada na safra 2008/2009, está estimada entre 9,4 e 9,6 milhões de hectares, indicando uma redução de 2,6% a 0,8%. Os preços do milho praticado no mercado, frente aos elevados custos de produção têm motivado esta redução. A elevada oferta com os recordes de safra normal e safrinha, aliado às frustrações das estimativas de exportação, fizeram com que os preços atrativos até então recuassem a níveis abaixo dos atuais custos produtivos. Consolidando o quadro nacional, estima-se uma produção entre 37,2 e 38,2 milhões de toneladas, inferior à safra passada entre 4,3% e 6,7% (CONAB, 2008).

2.4 Plantio, colheita, transporte e secagem do milho

A qualidade dos produtos agrícolas é afetada por diversos fatores como espécie, variedade, condições edafoclimáticas, manejo de adubação, irrigação, controle fitossanitário, época, duração e procedimentos utilizados na colheita. A secagem é outra atividade crítica e tem como objetivos principais a conservação e a preservação, por longos períodos, das qualidades nutricionais e organolépticas desenvolvidas durante a fase de campo. No entanto, 30% da produção agrícola nacional é perdida em função de procedimentos de colheita, transporte e armazenamento inadequados. O excesso de umidade nos grãos representa um dos fatores que resultam na perda do produto devido a sua associação a outros fatores,

como temperatura, umidade relativa do ar e o próprio grão, proporcionando substrato ideal para a proliferação microbiana e de insetos. No ponto de maturação fisiológica, a maioria dos produtos agrícolas apresentam teores máximos de amido, proteínas e óleo, e umidade elevada. Neste ponto deve ser realizada a colheita. Entretanto, em função da umidade elevada, a atividade metabólica do produto permanece alta, além de ser propícia ao desenvolvimento de fungos e insetos conduzindo à deterioração rápida. Através da remoção da umidade pela secagem, e uma correta armazenagem, torna-se possível a conservação de produtos agrícolas durante o período de entressafra. A secagem é uma operação crítica dentro da seqüência de processamento dos grãos. O procedimento inadequado de secagem é a maior causa de deterioração dos grãos nesta série de processos. Em função da secagem inadequada pode ocorrer uma maior suscetibilidade a quebras no milho (LORINI et al., 2002).

Danos mecânicos nos grãos ocorrem na colheita, no transporte, na limpeza e secagem, dando origem à produção de grãos quebrados, partidos e trincados, os quais aumentam, quanto menores forem os teores de umidade dos grãos (STRINGHINI et al., 2000).

Carvalho et al., (2004), observaram aumento na porcentagem de grãos quebrados, perda de peso e maior susceptibilidade à quebra, à medida em que aumentaram a temperatura de secagem e o tempo de armazenagem. Os autores também verificaram que o peso dos grãos diminui com o aumento destas variáveis, sendo uma das razões para a redução nos valores de Energia Metabolizável (EM), encontrados pelos autores. Os autores também verificaram, avaliando diferentes temperaturas de secagem (natural, 80, 100 e 120°C), e armazenagem durante 180 dias, com as coletas de amostras para as análises realizadas nos dias 0, 60, 120 e 180, redução de 5% nos valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMA_n) dos grãos submetidos à secagem artificial na temperatura de 120°C em relação aos submetidos a secagem natural (27°C).

2.5 Armazenamento

A rede de armazenagem de grãos apresenta-se como um elemento indispensável ao incentivo à produção agrícola, recebendo a produção durante as safras agrícolas, retendo a produção que não é comercializada imediatamente e

mantendo as características do produto, até efetuar a distribuição para consumo (BIAGI et al., 2002).

Com o aumento da produtividade agrícola, necessariamente deve-se aprimorar as condições de armazenagem. Uma característica dos grãos é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo, entretanto, o armazenamento prolongado só pode ser realizado quando se incorpora ao manejo dos grãos o monitoramento, o combate aos insetos e a prevenção da ocorrência de fungos (SANTOS, 2002).

O armazenamento de grãos também pode ser definido como um ecossistema, no qual, mudanças qualitativas e quantitativas podem ocorrer, ocasionadas por interações entre os fatores físicos, químicos e biológicos (SINHA, 1973). Dessa forma, a importância da armazenagem deve-se ao fato de que, com o armazenamento adequado dos produtos agrícolas, evitam-se perdas e preservam-se suas qualidades, além de suprir as demandas durante a entressafra e de permitir aguardar variações de preços melhores (SAUER, 1992).

Acredita-se que uma unidade armazenadora, técnica e convenientemente localizada, constitui uma das soluções para tornar o sistema produtivo mais econômico. Além de propiciar a comercialização da produção em melhores períodos, evitando as pressões naturais do mercado na época da colheita, a retenção de produto na propriedade, quando bem conduzida, apresenta inúmeras vantagens. Dentre elas devem ser citadas, minimização das perdas que ocorrem no campo, pelo atraso da colheita ou pelo armazenamento em locais inadequados; economia do transporte, uma vez que os fretes alcançam seu preço máximo na época da colheita; maior rendimento na colheita por evitar a espera dos caminhões nas filas nas unidades coletoras ou intermediárias; melhor qualidade do produto, evitando o processamento inadequado devido ao grande volume a ser processado por período da safra, como ocorre com a secagem à qual o produto é submetido, nas unidades coletoras ou intermediárias. Os investimentos realizados na implantação de silos adequados produzem efeitos substanciais e rápidos na ampliação do suprimento de grãos. Os grãos que seriam aproveitados através de melhores condições de armazenamento nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, corresponderiam ao total de alimentos necessários para atender à população subnutrida do mundo (D'ARCE, 2006).

Outro fator que compromete a qualidade dos grãos armazenados é o aumento no tempo de armazenamento. Isto propicia a aceleração da deterioração da matéria-prima, principalmente se esta matéria-prima tiver sofrido algum dano. É observado aumento na porcentagem de grãos trincados com a secagem, tornando-os mais susceptíveis à quebra total subsequente, que culmina em maior deterioração durante o armazenamento (CARVALHO et al., 2004).

O alto conteúdo de carboidratos, principalmente o amido, e de outros componentes, como proteínas e ácidos graxos, faz do milho um importante produto comercial, que, em condições inadequadas de armazenamento, pode sofrer perdas, devidas principalmente ao ataque de pragas e fungos, desde o campo até a época de consumo (STRINGHINI et al., 2000).

Os grãos podem ser considerados seres vivos e, mesmo desligados biologicamente da planta, respiram, liberam gás carbônico, água e calor. Isso dificulta o armazenamento dos grãos e prejudica a massa armazenada, pois com uma atividade de água acima de 0,700, acelera-se muito o processo respiratório e a temperatura aumenta, comprometendo a conservação. Além da umidade e da temperatura, os danos mecânicos e as impurezas também influenciam nas condições dos produtos armazenados. O ataque de insetos e de fungos também deteriora a qualidade dos grãos, que em uma massa com excesso de umidade e calor, encontram ambiente ideal para a proliferação e conseqüente deterioração do produto armazenado (WEBER, 1995).

Cerca de 10% dos grãos armazenados no Brasil são perdidos pelo ataque de pragas. As ações de controle que rotineiramente são realizadas restringem-se às aplicações de inseticidas nos grãos, sem se preocupar com a qualidade do produto armazenado, das instalações, controle dos fatores físicos (temperatura e umidade) e muito menos com os ingredientes ativos dos inseticidas em uso ou com a forma de controle. Isso tem levado a perdas elevadas, tanto em qualidade como em quantidade dos grãos, à resistência das pragas aos inseticidas usados, ao surgimento de outras pragas importantes causadoras de danos e à dificuldade de comercialização dos grãos devido à presença de insetos (LORINI, 2007).

Os insetos representam um grave problema para o armazenamento de grãos, não somente por consumirem parte dos grãos, como também por contaminarem os mesmos. Estes são de dois tipos, os que habitam o interior e os que habitam o exterior do grão. Como todos os organismos vivos, os insetos transformam os

nutrientes que extraem dos grãos em dióxido de carbono e água, causando aumento da temperatura e umidade do grão armazenado. À medida que os insetos invadem os grãos, abrem a cobertura protetora natural, expondo o interior do mesmo à invasão por fungos (MORANTES, 2006).

2.6 Aspectos nutricionais do milho

Para efeito de avaliação da qualidade do milho, o mesmo é classificado, no Brasil, como tipos 1, 2 e 3, de acordo com o grau de impurezas, grãos quebrados, chochos ou mofados, e nos Estados Unidos, de tipos 1 a 5. Tem-se observado que, nas fábricas de ração, muitas vezes encontram-se disponíveis apenas grãos de qualidade ruim ou duvidosa, como o tipo 3, devendo-se proceder à correção nutricional da ração, que, em muitos casos, não é efetuada (STRINGHINI et al., 2000).

Os componentes orgânicos dos grãos, como os hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, enzimas, entre diversos outros componentes, pelo processo de oxidação, reagem com o oxigênio do ar e liberam gás carbônico. Estas reações oxidam os carboidratos e as gorduras, produzindo, além do gás carbônico, água e liberação de calor, sendo que a característica porosa dos grãos facilita o processo. As reações químicas de oxidação, durante o processo respiratório, consomem energia acumulada sob forma de compostos orgânicos como os açúcares, amidos entre outros, diminuindo de forma efetiva a massa e, portanto, o peso dos grãos. O CO₂ liberado representa a quebra técnica do produto e os fungos aceleram este processo, sendo ainda mais acentuado em ambientes úmidos e quentes (WEBER et al., 1995).

A presença de fungos nas rações ou nos grãos pode representar importantes perdas em termos de qualidade nutricional, tornando o processo de descontaminação oneroso e difícil (KESHAVARZ, 1987).

Mazucco et al., (2002), relataram que muitos fatores podem influenciar a composição química e valor energético do milho, tais como origem, variedade, processamento, ataque de pragas e doenças. O milho é um cereal facilmente atacado por pragas que alteram sua composição química, e em consequência seu valor nutritivo, sendo que em condições inadequadas de armazenamento ocorre aumento da umidade dos grãos, o que propicia o desenvolvimento dos fungos e,

conseqüentemente, a contaminação por micotoxinas. Os mesmos autores salientam a escassez de informações sobre o valor nutritivo do milho quando os grãos estão infestados.

As alterações nutricionais dos grãos estão relacionadas às preferências dos insetos em consumir a parte relativa ao gérmen, sendo que o desenvolvimento dos fungos ocorre quando são maiores os níveis de gordura, culminando com maior consumo do substrato, sendo maior a prevalência de prejuízos causados por *Aspergillus flavus* (STRINGHINI et al., 2000).

2.7 Densidade do milho

Equipamentos que separam sementes de milho pela densidade, como a mesa de gravidade, têm sido amplamente utilizados nos últimos anos já que melhoram a qualidade ao retirar do lote sementes danificadas, doentes ou outros materiais indesejáveis que são geralmente mais leves do que as sementes boas (BAUDET; MISRA, 1991). Estes autores utilizaram a mesa de gravidade para separar grãos de milho em frações pesadas, meio-pesadas, meio-leves e leves. Comparando os resultados, as frações pesadas foram significativamente melhores em pureza, danos mecânicos e densidade. As sementes das frações mais leves, representando aproximadamente 7% do lote, apresentaram os piores resultados quanto a todos os atributos físicos, enquanto as sementes classificadas como meio-leve apresentaram, em todos os atributos, valores similares às sementes que não foram beneficiadas na mesa de gravidade.

A distribuição da contaminação com aflatoxinas foi estudada entre quatro frações separadas de acordo com as regras brasileiras de classificação do milho. A fração que continha grãos ardidos, mofados, queimados e brotados normalmente tinha os níveis mais altos de aflatoxinas (DA GLORIA et al., 2004).

Amostras de milho foram classificadas, separando as mesmas em grãos sadios (regulares) e não sadios (ardidos, avariados, brotados, mofados, carunchados, chochos, quebrados, descoloridos e avariados por outras causas) definidos pela Classificação Oficial Brasileira para milho, onde os grãos não sadios apresentaram maiores níveis de contaminação em todas as amostras. A fração de grãos não sadios, mesmo apresentando pequeno peso (20% do peso total), contribuiu com 84% da contaminação estimada das amostras e conforme os autores,

a separação dos grãos não sadios poderá favorecer uma redução na contaminação dos lotes de milho (PIEDADE et al., 2002).

Vários fatores podem interferir no peso específico do grão de milho, desde fatores associados à lavoura, como época de plantio, incidência de luz solar ou sombreamento excessivo na época de floração, temperatura, densidade de plantio (DIDONET et al, 2001), déficit hídrico (BERGAMASCHI et al, 2006), deficiência mineral do solo (ANDREOTTI et al, 2001), fatores associados à época ideal de colheita (MAZZUCO et al, 2002), transporte, secagem e armazenamento (MALLMANN et al, 2007).

Leeson et al., (1976) avaliaram a relação entre a densidade do grão e valores de energia metabolizável aparente (EMA), e verificaram que o decréscimo de 20% da densidade do grão está associado à redução de 4,3% no valor de EMA. Este estudo indica que a densidade do milho está relacionada aos conteúdos de EMA. Entretanto, as variações de EMA são baixas quando comparadas às grandes variações de densidade. Baidoo et al., (1991) constataram que o aumento da densidade do milho está associado com diminuição nos valores de fibra bruta, proteína bruta e conteúdo de cinzas e com aumento no conteúdo de amido. Os mesmos autores estabeleceram uma correlação positiva entre densidade e energia metabolizável total corrigida (TME_n).

2.8 Nutrição e desempenho de frangos de corte

Koolling et al., (2005), testando diferentes níveis de proteína bruta e de aminoácidos essenciais em dietas para frangos de corte, verificaram que houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, sendo a dieta de baixa proteína bruta e aminoácidos essenciais a que refletiu em menor ganho de peso e menor deposição de proteína corporal.

Cella et al., (2001), avaliaram diferentes planos de nutrição de frangos de corte, variando os níveis de lisina entre os planos. Os pesquisadores não verificaram diferenças significativas em ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Entretanto, constataram um maior peso absoluto e relativo de peito nas aves alimentadas com os planos nutricionais com maiores níveis de lisina, evidenciando uma diferença na composição do ganho de peso. Segundo os autores, estes resultados estão de acordo com Kidd et al., (1997), onde o requerimento de

aminoácidos essenciais para a produção de carne de peito é maior que para o crescimento, e de que a ótima deposição de carne de peito em frangos pode ser obtida com níveis de lisina acima do recomendado pelo NRC (1994). Considerando que a carne de peito é o componente da carcaça com maior valor de mercado e este aumenta linearmente como porcentagem do peso corporal e proteína do corpo, qualquer limitação no fornecimento de aminoácidos essenciais na ração pode comprometer a deposição de carne de peito.

A composição metionina + cistina é a primeira limitante em dietas para frangos de corte. Os níveis de metionina + cistina podem ser afetados pelos níveis de colina, lisina e arginina (CHAMRUSPOLLERT, 2001). Na atualidade é recomendável manter uma relação entre os aminoácidos para evitar a perda energética na dieta, em consequência do desbalanço entre os aminoácidos. Pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de minimizar os desbalanços entre os nutrientes, principalmente os aminoácidos, os quais consomem energia no processo de eliminação (ATENCIO et al., 2004).

Bregendahl et al., (2002), confirmaram que o excesso de proteína bruta consumida na dieta deprecia o desempenho das aves, eleva o custo de formulação da dieta, incrementa o calor metabólico e contribui para o aumento na excreção de nitrogênio. Os mesmos autores reduziram o nível protéico da dieta inicial de 23% para 19% e observaram uma diminuição do desempenho das aves, relatando que frangos de corte nesta fase de desenvolvimento são mais sensíveis a variações nos níveis protéicos da dieta. Alguns trabalhos demonstram que o excesso de proteína na dieta aumenta as exigências das aves em aminoácidos limitantes (ARAÚJO et al., 2004). Os mesmos autores, trabalhando com rações para frangos de corte formuladas para conter 22% de proteína bruta, baseada em aminoácidos digestíveis, obtiveram mesmo ganho de peso e conversão alimentar que as aves alimentadas com dietas contendo 22% de proteína bruta e formulada com aminoácidos totais e com 20% de proteína bruta formulada com aminoácidos digestíveis.

Rangel-Lugo et al., (1994), avaliaram a resposta de frangos de corte alimentados com dietas contendo 20 e 25% de proteína bruta na dieta sobre as exigências de aminoácidos na fase inicial. Os autores relataram que o aumento do nível protéico da dieta aumentou as exigências nutricionais de treonina.

Estudos realizados com frangos de corte alimentados com dietas contendo 100%, 125% e 150% das exigências de aminoácidos (metionina, metionina+cistina,

lisina e treonina) do NRC (1994) demonstraram uma diminuição no consumo de ração e ganho de peso das aves a partir do momento em que foram aumentados os níveis de aminoácidos para 125% e 150% (ARAÚJO et al., 2004).

Reginatto et al., (2000), avaliando diferentes níveis de energia e diferentes relações energia/proteína bruta, em frangos de corte abatidos aos 42 dias, obtiveram maior ganho de peso, menor consumo de ração, melhor conversão alimentar e conversão calórica nos frangos alimentados com maiores níveis de energia. Resultado semelhante foi obtido por Duarte et al., (2006), com frangos abatidos com 49 dias de idade.

2.9 Biologia fúngica e micotoxinas

Os fungos são microorganismos eucarióticos que se encontram amplamente distribuídos no solo, na água, em alimentos, nos vegetais, em detritos em geral, em animais e no homem. Em sua maioria são aeróbios obrigatórios, com exceção de certas leveduras fermentadoras anaeróbias facultativas, que podem se desenvolver em ambiente com oxigênio reduzido ou mesmo na ausência deste elemento. Não possuem mecanismos químicos fotossintéticos ou autotróficos para produção de energia ou síntese de constituintes celulares. Os fungos absorvem oxigênio e desprendem anidrido carbônico durante seu metabolismo oxidativo, sendo que alguns fungos podem germinar muito lentamente em meio com pouco oxigênio. O crescimento vegetativo e a reprodução assexuada ocorrem nessas condições, enquanto a reprodução sexuada se efetua apenas em atmosfera rica em oxigênio. Na respiração, ocorre a oxidação da glicose, processo essencial para a obtenção de energia. Devido à ausência de clorofila, os fungos, para se nutrirem, necessitam de substâncias orgânicas que eles próprios são incapazes de elaborar, assim, são obrigados a viver em estado de saprofitismo, parasitismo ou simbiose (GOMPERTZ et al., 2004).

A nutrição da maioria dos fungos dá-se por absorção, processo no qual enzimas adequadas hidrolisam macromoléculas, tornando-as assimiláveis através de mecanismos de transporte. As principais enzimas encontradas nos fungos são lipases, invertases, lactases, amilases e proteinases. Há fungos que têm a capacidade de hidrolisar substâncias orgânicas complexas como quitina, osso, couro e materiais plásticos. Para o seu desenvolvimento, os fungos exigem, de

preferência, carboidratos simples como a D-glicose, entretanto, outros açúcares como a sacarose, maltose e fontes de carbono mais complexas como amido e celulose podem também ser utilizadas. Substâncias nitrogenadas inorgânicas, como sais de amônia ou nitratos, ou orgânicas, como as peptonas e sais minerais como sulfatos e fosfatos, também são necessárias. Oligoelementos como ferro, zinco, manganês, cobre, molibdênio e cálcio são exigidos, porém em pequenas quantidades. Alguns fungos também requerem fatores de crescimento que não conseguem sintetizar, em especial vitaminas como tiamina, biotina, riboflavina e ácido pantotênico (GOMPERTZ et al., 2004).

O requerimento de oxigênio e as condições antioxidantes de cepas de *A. parasiticus* toxígenas e não-toxígenas para a produção de aflatoxinas foram avaliados por Pereira et al., (2002), onde as exigências de oxigênio das cepas não toxígenas permaneceram praticamente inalteradas durante as várias fases de crescimento, enquanto as cepas toxígenas apresentaram acentuada demanda de oxigênio na fase relativa à produção de aflatoxinas. O teor de proteína e de carboidrato também constitui-se como importante fator na produção de fungos e micotoxinas. O *A. parasiticus*, mediante elevado teor de proteínas e baixo teor de carboidratos, não produz altos níveis de aflatoxinas, embora possa ocorrer extensiva produção de fungos, enquanto *A. flavus*, submetido a baixos teores de carboidratos, é capaz de produzir quantidade substancial de aflatoxinas. Nesse processo o catabolismo dos carboidratos mostra-se valioso na regulação da síntese de aflatoxinas. O *Aspergillus* em meio de cultura composto por peptona e sal mineral não produz aflatoxinas, no entanto, pode-se observar síntese de aflatoxinas ao ser acrescentado glicose ao meio (PEREIRA et al., 2002).

A interação entre microorganismos também deve ser considerada. Foi demonstrado que a presença de outros microorganismos, sejam bactérias ou outros fungos, altera o crescimento e a produção de micotoxinas. Os fungos, como as bactérias, competem entre si por nutrientes disponíveis, fato que pode influenciar a produção de micotoxinas (PEREIRA, et al., 2002).

Conforme Dilkin et al., (2000), em estudos com cereais estocados, os fatores mais importantes para o crescimento de fungos toxígenos do gênero *Aspergillus* e a produção de aflatoxinas são a temperatura de armazenamento, a umidade relativa do ar e do substrato. Umidade relativa de 80 a 85%, com 17% de umidade dos cereais e temperatura de 24 a 35°C são condições ótimas para a produção de

aflatoxinas. Os mesmos autores avaliaram a microbiota fúngica e a produção de aflatoxinas de cinco diferentes híbridos de milho e observaram que 38% do milho recém colhido apresentava ação degenerativa, sendo 26,7% por ação de insetos e 11,3% por ação de fungos.

Em situações extremamente favoráveis para o crescimento fúngico, a massa de grãos pode ser completamente atacada. Os fungos destroem os grãos, consumindo os nutrientes, principalmente a gordura. Isso causa perda no valor nutricional, perda de peso e diminuição na densidade dos grãos. Mesmo assim, não significa que haverá a produção de micotoxinas. Isso acontece, primeiramente, porque não são todas as espécies de fungos que produzem micotoxinas. Além disto, os fungos produtores de micotoxinas só o fazem sob circunstâncias específicas, que os estressam. A produção de micotoxinas é parte da estratégia do fungo para se proteger das agressões do meio. Assim, é possível concluir que as condições mais favoráveis para a proliferação fúngica não são as mais favoráveis para a produção de micotoxinas. Também pode ocorrer a identificação da micotoxina sem a presença do fungo produtor, pois as formas vegetativas e germinativas dos fungos podem ser inativadas por processos químicos ou por alteração dos fatores ecológicos. Entretanto, mesmo após a morte dos fungos, as micotoxinas permanecem por longos períodos no substrato (PENZ JR., 2005).

Como conseqüência do metabolismo dos fungos (demanda por energia) o conteúdo nutricional dos cereais é alterado, sendo a energia metabolizável dos grãos de milho reduzida pela ação fúngica (KRABBE, 1995).

Mallmann et al., (2005) descreveram algumas condições essenciais para a produção de micotoxinas, como presença do fungo toxígeno, umidade, oxigênio e temperatura adequada, sendo que a ausência de algum desses fatores previne a formação de micotoxinas. Rauber (2006) em experimento com perus de corte avaliou o desempenho destes com ração contaminada por aflatoxinas, constatando que animais intoxicados sofrem diminuição do consumo de ração, baixo ganho de peso, pior conversão alimentar e mortalidade elevada.

2.10 Aflatoxinas

As aflatoxinas são metabólitos secundários produzidos por algumas espécies de fungos do gênero *Aspergillus*, como *A. flavus* e *A. parasiticus*. Muitos compostos

são conhecidos como aflatoxinas, mas somente aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂ têm importância toxígena (OMS, 1983). As aflatoxinas caracterizam-se por apresentar alta lipossolubilidade, baixo peso molecular, instabilidade à luz ultravioleta e estabilidade a altas temperaturas (Mídio; Martins, 2000). Em função da alta lipossolubilidade e baixo peso molecular, as moléculas de aflatoxinas são facilmente absorvidas no trato gastrintestinal (DA SILVA, 2007a). Ao alcançar a circulação sanguínea, as aflatoxinas podem ligar-se de forma reversível às proteínas plasmáticas, principalmente à albumina, sendo distribuída aos diversos órgãos, como músculos, rins, tecido adiposo e, especialmente, ao fígado, onde podem ser encontradas as maiores concentrações (OMS, 1983). É no fígado onde ocorre a maior parte do processo de biotransformação das aflatoxinas pelas enzimas microsossomais do citocromo P-450 (OLIVEIRA; GERMANO, 1997). A forma pura da AFB₁ não apresenta atividade mutagênica. A biotransformação deste composto nos tecidos animais pelas enzimas microsossomais do citocromo P-450 é que transforma a AFB₁ no maior carcinógeno natural existente, o 8-9 epóxido de aflatoxina (OLIVEIRA; GERMANO, 1997).

O sistema enzimático microsossomal hepático é responsável pela biotransformação da aflatoxina e, conseqüentemente, pela sua ativação no organismo. Basicamente, este sistema possui quatro mecanismos para biotransformação das aflatoxinas (epoxidação, hidratação, hidroxilação e orto-dimetilação) (DILKIN, 2003). A eliminação das aflatoxinas e seus metabólitos ocorre, principalmente através das vias biliar e urinária, embora a AFM₁ possa ser excretada no leite de animais em lactação. Resultados de estudos experimentais demonstram a presença de pequenas quantidades de AFB₁ e maior proporção de seus metabólitos em fezes, urina, leite e ovos, refletindo o intenso metabolismo desta toxina (DA SILVA, 2007).

Desenvolvimento fúngico e produção de aflatoxinas em alimentos dependem de vários fatores, como umidade, temperatura, oxigênio, e composição do substrato (DA SILVA et al., 2000). Nos últimos 10 anos (1998 a 2008) a prevalência média de aflatoxinas em amostras de milho no Brasil foi de 51%, em mais de 44.000 amostras analisadas (LAMIC, 2008).

Em casos de aflatoxicose uma das características mais marcantes é a presença de partículas mal digeridas de alimentos nas fezes, fenômeno associado a esteatorréia ou aumento da excreção de lipídeos. Em frangos de corte a esteatorréia

é acompanhada por uma redução nas atividades específicas e totais da lipase pancreática, principal enzima digestiva de gorduras e por redução dos sais biliares, necessários tanto para a digestão, quanto para a absorção de gorduras, levando a esteatose hepática (fígado gorduroso). Palidez das mucosas e pernas também são observadas em frangos que recebem alimento balanceado contaminado com aflatoxinas. Esta pigmentação deficiente parece resultar da menor absorção, redução no transporte e deposição tecidual dos carotenóides da dieta (MALLMANN et al., 2007).

A sensibilidade aos efeitos tóxicos das aflatoxinas variam entre as espécies animais, inclusive entre indivíduos da mesma espécie, a relação dose-resposta pode variar de acordo com raça, sexo, idade e composição da dieta. Para muitas espécies os machos são mais suscetíveis que as fêmeas, enquanto que em geral, a sensibilidade é acentuadamente maior em animais jovens (LEESON et al., 1995).

Mariani (1998) comprovou a diferença de suscetibilidade de frangos corte conforme a idade destas aves, indicando que quanto mais jovens forem as aves no momento da intoxicação, maiores serão os prejuízos ao seu desenvolvimento. Entretanto, ao serem retiradas as aflatoxinas do alimento, há uma recuperação do tecido hepático, e as aves conseguem recuperar-se parcialmente da intoxicação. Também foi observado que aves com mais de cinco semanas de idade praticamente não apresentam problemas de intoxicação na última semana pré-abate. As diferenças de suscetibilidade existentes entre animais da mesma espécie, porém de linhagens genéticas diferentes foi comprovado através de um estudo realizado pelo LAMIC (Laboratório de Análises Micotoxicológicas), sendo avaliadas as três principais linhagens de frangos de corte comercializadas no Brasil, verificando-se a existência de diferenças significativas de ganho de peso e de uniformidade dos lotes entre linhagens intoxicadas com aflatoxinas (MALLMANN et al., 2007).

2.11 Bioquímica clínica

O principal órgão responsável pela síntese das proteínas circulantes no soro é o fígado. Além dele, o sistema imunológico, representado pelo tecido reticuloendotelial, células linfóides e plasmáticas, também contribuem com a síntese de determinadas proteínas circulantes (BORSA, 2002).

Allameh et al. (2005) avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com milho contaminado com 1 e 2 ppm de aflatoxinas, demonstraram que os animais intoxicados tiveram uma redução nos níveis de colesterol aos 21 dias, sendo essa redução ainda mais pronunciada aos 42 dias, em torno de 40 a 45% de redução. Os níveis de proteína plasmática total e albumina sofreram severa diminuição, da mesma forma como os níveis séricos de fósforo e cálcio. Entretanto, os níveis de triglicerídeos não demonstraram alteração entre os grupos controle e intoxicados.

Segundo Campbell & Coles (1986), hipoproteinemia pode ocorrer devido à doença renal ou hepática crônicas, deficiências nutricionais, má absorção ou perdas crônicas de sangue. Geralmente, níveis protéicos séricos abaixo de 2,5 mg/dL indicam um prognóstico desfavorável e aves com quadros severos de hipoproteinemia raramente sobrevivem.

Com a inibição na síntese protéica, os níveis de proteína plasmática, albumina e globulinas apresentam-se reduzidos em casos de aflatoxicose. Devido à lesão hepática, a atividade das enzimas no soro também pode estar alterada (BORSA, 2002).

Experimentos realizados com perus de corte, demonstrou que diferentes níveis de aflatoxinas na ração afetaram significativamente os parâmetros de proteína plasmática total e colesterol em avaliação realizada aos 21 dias. Ambos parâmetros foram reduzidos nas aves que receberam 1.000 e 500 ppb de aflatoxinas. Alterações também foram encontradas no fígado das aves intoxicadas com esses níveis de aflatoxinas, havendo lesões de degeneração gordurosa. Estes fígados estavam diminuídos de tamanho e com coloração amarelada. Os exames histológicos de fígados indicaram proliferação de ductos biliares nas aves que receberam ração com níveis de aflatoxinas acima de 200 ppb. Lesões na bursa de Fabricius foram encontradas em aves que receberam acima de 500 ppb, sendo verificada uma diminuição no número de células foliculares (RAUBER et al., 2007).

Lanza et al. (1980), conduziram um experimento com diferentes linhagens comerciais de frangos de corte, avaliando as variações nas respostas hematológicas e de bioquímica sérica de frangos submetidos a dietas contendo aflatoxinas. Os autores demonstraram que há forte impacto das aflatoxinas sobre proteínas plasmáticas totais (PPT) e colesterol, havendo diferenças de susceptibilidade entre as linhagens.

Smith et al. (1992), demonstraram, em experimento com frangos de corte intoxicados com 3,5 ppm de aflatoxinas e abatidos aos 21 dias de idade, a diminuição nos valores de proteínas plasmáticas totais e albumina. Resultado semelhante encontrado por Kubena et al. (1997), em experimento utilizando os mesmos níveis de aflatoxinas e idade de abate, observaram diminuição nos níveis séricos de proteínas plasmáticas totais, albumina e cálcio. Valdivia et al. (2001) trabalhando com frangos de corte intoxicados com 3 ppm de aflatoxinas, encontraram valores semelhantes, com diminuição de 48,1% nos níveis séricos de proteínas plasmáticas totais quando comparado ao grupo controle.

2.12 Histopatologia

As principais alterações microscópicas em casos de aflatoxicose crônica são observadas no fígado e compreendem desde lesões discretas, como vacuolização citoplasmática perilobular (MIAZZO et al., 2005), até alterações mais severas, como acúmulo excessivo de lipídios, proliferação dos ductos biliares, necrose hepatocelular e formação de carcinoma hepatocelular (QUEZADA et al., 2000).

Lesões histológicas no tecido renal são pouco relatadas. No entanto, Quezada et al. (2000) relataram que os efeitos sobre este órgão parecem ser secundários ao efeito sobre o fígado. Um eventual aumento no volume renal pode estar relacionado a um efeito compensatório devido à ação das aflatoxinas.

O aspecto macroscópico de fígados de frangos alimentados com ração contaminada por aflatoxinas demonstra hipertrofia, acúmulo de gordura, consistência friável e coloração amarelada, quando comparado ao aspecto normal de fígados de aves dos tratamentos sem aflatoxinas. O peso relativo do fígado (g/100g peso corporal) apresenta-se aumentado nas aves intoxicadas. O exame histopatológico revela grande acúmulo de gordura, muitas vezes deslocando o núcleo das células nas aves submetidas a dietas contendo aflatoxinas. Além do acúmulo de gordura hepática, fibrose de regiões do sistema porta e hiperplasia dos ductos biliares são comumente encontrados em aves intoxicados com aflatoxinas, sendo que em experimentos conduzidos até 42 dias, as lesões são mais pronunciadas nessa idade do que as encontradas aos 21 dias, conforme experimento conduzido por Allameh et al. (2005).

Giacomini et al., (2006), em experimento com frangos de corte intoxicados com 3 ppm de aflatoxinas verificaram degeneração hepática, com reação proliferativa ductal e hiperplásica dos ductos biliares. Em outro experimento, frangos de corte intoxicados com 100 ppb de aflatoxinas apresentaram ao final de 42 dias, significativas lesões hepáticas, quando comparadas com um grupo controle, sendo que as principais alterações encontradas caracterizaram-se por degeneração hidrófica e vacúolos de gordura nos hepatócitos centrolobulares (ORTATALI et al., 2005).

3 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da alimentação de frangos de corte com ração formulada com milho apresentando densidades extremas e a interferência na suscetibilidade a aflatoxinas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL

O presente trabalho foi realizado na unidade experimental de frangos de corte do Instituto Samitec (Instituto de Soluções Analíticas, Microbiológicas e Tecnológicas), sendo as análises micotoxicológicas e nutricionais realizadas na Universidade Federal de Santa Maria, no Laboratório de Análises Micotoxicológicas (LAMIC).

4.2 ANIMAIS E ALIMENTAÇÃO

Foram alojados 1080 pintos de corte, machos, de 1 dia de idade, da linhagem Cobb, divididos em 4 tratamentos conforme a tabela 1. As aves foram alojadas em baterias, onde foram mantidas durante 14 dias. Foram utilizadas 72 gaiolas, com 15 aves cada, as mesmas foram dispostas em 3 fileiras, bebedouros e comedouros tipo calha. A unidade experimental possui sistema de climatização e exaustão, mantendo a temperatura constante conforme o padrão preconizado pela linhagem, 31°C no alojamento e 21°C a partir da segunda semana. A formulação das dietas foi a mesma para os 4 tratamentos, sendo o fornecimento da ração e água *ad libitum*. As aves permaneceram em gaiolas até os 14 dias. Após este período, foram transferidas para 72 boxes, dispostos aleatoriamente em 4 fileiras de 18 boxes, onde permaneceram até 42 dias. Os boxes são equipados com bebedouro tipo *nipple* e comedouro tipo calha, sendo respeitado o manejo de luz preconizado pela linhagem, 24h no primeiro dia, 23h do segundo até o sétimo e partir do oitavo dia 20h de luz. Semanalmente, todas as aves foram pesadas, sendo calculado o peso médio,

consumo de ração e conversão alimentar. Também foram realizados abates semanais, para observação da relação entre peso do fígado e peso da ave. Na ocasião foi coletado sangue de 1 ave por repetição, para após centrifugação, realizar análises bioquímicas (proteína plasmática total, albumina, triglicerídeos, colesterol total, colesterol HDL, cálcio e fósforo). Aos 42 dias, também foram coletados fígado e pâncreas de 6 aves por tratamento para análise histológica.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva (ANOVA) para cálculo da média e coeficiente de variação. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Bonferroni ($P \leq 0,05$), utilizando o pacote estatístico Statgraphics Centurion XV.

TABELA 1 - Delineamento experimental.

Tratamento	Densidade do milho	Aflatoxinas (ppm)	Número de aves
1	Alta	0,0	270
2	Alta	2,8	270
3	Baixa	0,0	270
4	Baixa	2,8	270

TABELA 2 - Composição nutricional do milho de diferentes densidades utilizado na formulação da ração.

Densidade	Energia Kcal	Proteína %	Lisina total %	Lisina digestível %
Baixa	3911,54	7,45	0,19	0,17
Alta	4022,17	7,61	0,21	0,19
Diferença (%)	2,82	2,14	10,52	11,76

TABELA 3 - Micotoxinas e ergosterol presentes no milho de diferentes densidades utilizado na formulação da ração.

Densidade	Ergosterol		AFLA	ZEA	DON	NIVALENOL
	(ppm)	AW	(ppb)	(ppb)	(ppb)	(ppb)
Baixa	5,0	0,506	2,21	14,6	431	123
Alta	1,6	0,518	0	0	0	0

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de desempenho de frangos de corte, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de 1 a 42 dias, bem como seus respectivos coeficientes de variação encontram-se nas tabelas 4 e 5.

No período de 1 aos 42 dias houve diferença estatística de consumo de ração entre as aves dos tratamentos não intoxicadas (1 e 3), comparando com as aves intoxicadas (2 e 4). As diferenças de consumo entre as aves não intoxicadas e intoxicadas estão de acordo com os resultados obtidos por Miazzi et al. (2005) e Lopes et al. (2006), que ao avaliarem a eficácia de aditivos anti micotoxinas encontraram diferenças significativas de consumo de ração entre aves de tratamentos intoxicados e não intoxicados com aflatoxinas. Entre as aves dos tratamentos 1 e 3, frangos alimentados com diferentes densidades de milho houve um menor consumo para as aves alimentadas com milho de baixa densidade, até os 28 dias, após essa idade as diferenças não foram significativas, resultado semelhante ao encontrado por Stringhini et al. (2000), que trabalhando com aves alimentadas com ração formulada com milho íntegro e infestados por insetos, não encontrou diferenças estatísticas de consumo de ração em todo período, e Da Silva et al. (2001), que também não detectaram declínio no consumo de ração em frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, quando o nível de energia metabolizável da ração passou de 2.900 para 3.100 e 3.300 Kcal de EM. Entre os tratamentos 2 e 4, aves intoxicadas, não houve diferenças estatísticas até os 21 dias, após esse período as aves do tratamento 4, milho de baixa densidade, consumiram uma menor quantidade de ração, discordando dos resultados encontrados por Duarte et al. (2006), que trabalhando com diferentes níveis de energia na alimentação de frangos de corte, obteve menor consumo para as aves alimentadas com ração apresentando maiores níveis de energia. Entretanto, conforme estudos de Nascimento et al. (1998), o consumo de ração de frangos de corte de 1 a 21 dias, não foi afetado pelo aumento do nível de energia metabolizável, segundo o autor, frangos de corte na fase inicial têm metabolismo acelerado, não sendo possível controlar adequadamente o consumo de ração pelo nível de energia da dieta, apenas sendo bem regulado pela energia após a terceira semana, o que pode estar relacionado à possibilidade de as aves ainda não metabolizarem eficientemente os lipídeos.

Para o indicador ganho de peso no período de 1 aos 21 dias houve diferença estatística entre os tratamentos 1 e 3, com menor ganho de peso para aves alimentadas com milho de baixa densidade, observação que pode ser explicada pelo menor nível energético do milho e pelo menor consumo de ração, resultado semelhante ao encontrado por Sakomura et al. (2004), que ao reduzir o nível energético da ração de frangos de corte obteve menor ganho de peso. No mesmo período, as aves dos tratamentos com aflatoxinas, alcançaram menor ganho de peso quando comparadas com as aves não intoxicadas, esse resultado estando de acordo com os encontrados por Giacomini et al (2006), que avaliando as diferenças de desempenho de frangos de corte intoxicados com 3ppm de aflatoxinas durante 42 dias, encontrou menor ganho de peso para as aves intoxicadas. Entretanto, não houve diferenças estatísticas entre aves intoxicadas e alimentadas com ração formulada com milho de diferentes densidades.

No período de 21 aos 42 dias houve diferença estatística entre todos os tratamentos, sendo o maior ganho de peso alcançado pelas aves não intoxicadas e alimentadas com milho de alta e baixa densidade, respectivamente. As aves dos tratamentos intoxicados alcançaram os menores ganhos de peso, sendo que o tratamento com ração formulada com milho de baixa densidade obteve o pior resultado, podendo ser explicado pelo menor consumo de ração e pelo menor nível energético do milho, entretanto essa constatação contraria alguns estudos sobre a relação entre energia da ração e consumo de alimento, pois conforme Duarte et al. (2006) o nível energético da dieta modula a eficiência alimentar de duas formas, aumentando a energia da dieta, as necessidades energéticas das aves são atendidas com menor consumo alimentar e a taxa de crescimento é melhorada com altos níveis de energia, pois maximiza a utilização da proteína bruta da dieta, dessa forma a constatação de um menor nível energético da dieta não ter sido compensada com um aumento do consumo, pode ser explicado pelo maior número de micotoxinas existentes no milho de baixa densidade, que apesar de estarem em concentrações baixas, podem atuar potencializando o efeito uma das outras de forma sinérgica, conforme constatação de Dilkin et al. (2003) que encontrou efeitos interativos entre baixas doses de aflatoxinas e fumonisinas com impacto significativo em consumo de alimento e conversão alimentar. No entanto, muitos trabalhos têm comprovado que o controle do consumo de alimento com base na necessidade

energética é um mecanismo sobreposto por outros, como por exemplo, o determinado por aminoácidos, triglicerídeos, vitaminas e minerais.

TABELA 4 - Consumo de ração e coeficiente de variação (CV) semanal por tratamento.

	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
T Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)
1	145,97a (2,9)	264,39a (5,5)	629,68a (3,5)	692,8a (3,2)	1067,16a (6,0)	1220,17a (4,9)
2	127,67c (6,0)	170,41c (11,5)	388,11c (10,7)	454,22c (12,2)	728,03b (13,2)	1001,57b (11,2)
3	142,44b (3,5)	254,66b (3,4)	599,51b (2,7)	664,62b (3,9)	1045,05a (6,8)	1202,95a (3,3)
4	128,24c (4,9)	171,02c (12,6)	381,57c (11,6)	422,77d (14,1)	688,74c (10,2)	949,91c (9,3)

TABELA 5 - Peso dos frangos, coeficiente de variação semanal e conversão alimentar (CA) aos 42 dias por tratamento.

	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias	CA 42 dias
T Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)	Média (CV)
1	162,76a (8,8)	353,61a (10,3)	740,33a (9,5)	1135,38a (9,8)	1768,83a (9,0)	2366,9a (8,1)	1,66a (11,2)
2	145,07c (11,0)	259,99c (16,7)	459,69c (19,7)	711,50c (22,3)	1135,31c (19,9)	1650,3c (17,2)	1,81b (14,6)
3	157,47b (8,2)	343,66b (8,4)	709,20b (8,7)	1083,73b (9,1)	1689,87b (9,2)	2278,0b (7,8)	1,67a (11,2)
4	142,72c (10,1)	258,75c (15,3)	446,23c (20,2)	662,41d (24,4)	1063,27d (20,7)	1514,9d (20,7)	1,87c (23,0)

Os resultados das análises histológicas realizadas no fígado dos frangos confirmou os efeitos deletérios exercidos pelas aflatoxinas nos mesmos, sendo verificado nas aves do tratamento 2, tumefação e degeneração gordurosa moderada a acentuada com distribuição difusa, proliferação de ductos, colangite multifocal

moderada e infiltrados focais de eosinófilos. Nas aves do tratamento 4 as alterações foram ainda mais acentuadas, sendo encontrado necrose individual de hepatócitos, degeneração gordurosa acentuada e infiltrados focais de eosinófilos, sendo reflexo da intoxicação das aves por aflatoxinas e a interação com uma pior qualidade nutricional do milho de baixa densidade, além da existência nesse milho de pequenos níveis de zearalenona, deoxinivalenol e nivalenol exercendo efeito sinérgico nos seus efeitos deletérios hepáticos (Tabelas 2 e 3). As análises dos fígados dos frangos do tratamento 3 demonstrou uma colangite multifocal mais acentuada do que a verificada nas aves do tratamento¹, nas quais ficou restrita a uma colangite multifocal discreta a moderada, pois mesmo tratando-se de tratamentos não intoxicados por aflatoxinas, a pior qualidade nutricional e a presença de pequenos níveis de micotoxinas no milho de baixa densidade interferiram na higidez hepática dessas aves.

Os resultados dos testes bioquímicos demonstraram a interferência das aflatoxinas na síntese protéica, na atividade enzimática e nos processos de detoxificação (Tabela 6). Os valores encontrados na coleta realizada no abate aos 42 dias de idade de proteína plasmática total e albumina não foram diferentes estatisticamente entre os tratamentos sem aflatoxinas (1 e 3), apresentando valores superiores quando comparados aos tratamentos intoxicados (2 e 4), os quais não apresentaram diferenças entre si. Os resultados de colesterol foram mais acentuados nos tratamentos sem aflatoxinas, havendo diferença estatística em relação aos tratamentos intoxicados, podendo ser explicado pelos maiores níveis de colesterol HDL verificado nos tratamentos 1 e 3. Os valores de triglicérides foram maiores nos tratamentos 2 e 4 em relação aos tratamentos 1 e 3, em função da deficiente metabolização dos lipídeos induzida pela intoxicação das aves com aflatoxinas. Os valores de cálcio foram superiores nos tratamentos 1 e 3 em relação as aves dos tratamentos 2 e 4, entretanto os níveis de fósforo não apresentaram a mesma relação, sendo encontrado os níveis mais elevados nas aves do tratamento 2 e os níveis mais baixos nas aves dos tratamentos 1 e 4. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Allameh et al. (2005) que avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com milho contaminado com 1 e 2 ppm de aflatoxinas, demonstrou que os animais intoxicados tiveram uma significativa redução nos níveis de colesterol aos 21 dias, sendo essa redução ainda mais pronunciada aos 42 dias, em torno de 40 a 45% de redução. Os níveis de proteína

plasmática total e albumina sofreram severa diminuição, da mesma forma como os níveis séricos de fósforo e cálcio. Entretanto, os níveis de triglicerídeos não demonstraram alteração entre os grupos controle e intoxicados. Smith et al. (1992), demonstraram em experimento com frangos de corte intoxicados com 3,5 ppm de aflatoxinas e abatidos aos 21 dias de idade a diminuição nos valores de proteínas plasmáticas totais e albumina. Resultado semelhante encontrado por Kubena et al. (1997), em experimento utilizando os mesmos níveis de aflatoxinas e idade de abate, havendo diminuição nos níveis séricos de proteínas plasmáticas totais, albumina e cálcio. Valdivia et al. (2001) trabalhando com frangos de corte intoxicados com 3 ppm de aflatoxinas encontraram valores semelhantes, com diminuição de 48,1% nos níveis séricos de proteínas plasmáticas totais quando comparado ao grupo controle.

A interferência das aflatoxinas na fisiologia hepática pode ser demonstrada pelo aumento da relação fígado/peso corporal, no qual o acúmulo de gordura hepática em virtude da deficiente metabolização das gorduras e o menor peso corporal em função da interferência na síntese protéica e conseqüente relação com a atividade de diversas enzimas digestivas, acarreta em fígado com peso relativo aumentado em relação ao peso corporal da ave (Tabela 7).

TABELA 6 - Resultados dos testes bioquímicos realizados em soro de frangos abatidos aos 42 dias.

	PPT	Albumina	Triglicerídeos	Colesterol	HDL	Fósforo	Cálcio	
42	1	3,74a	1,28a	49,33b	157,2a	111,04a	6,16c	9,91a
		(9,07)	(12,24)	(46,66)	(12,34)	(18,34)	(21,08)	(6,36)
	2	2,71b	1,00b	81,61a	106,17b	51,05b	9,33a	9,14b
		(22,16)	(24,19)	(38,97)	(25,63)	(40,75)	(14,87)	(11,87)
	3	3,75a	1,30a	50,27b	152,16a	106,65a	7,45b	10,2a
		(8,96)	(23,94)	(55,05)	(11,49)	(13,85)	(10,77)	(5,7)
	4	2,86b	0,90b	75,11a	89,31b	67,4b	5,98c	9,15b
		(29,27)	(37,30)	(29,08)	(27,26)	(44,22)	(18,06)	(11,5)

TABELA 7 - Peso relativo fígado/peso corporal de frangos alimentados com ração de diferentes densidades com e sem aflatoxinas.

	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
T1	4,16a	3,65b	3,94b	3,06b	3,12a	2,07b
	(7,74)	(9,58)	(29,56)	(14,62)	(13,59)	(10,89)
T2	4,59a	4,53a	6,7a	5,88a	4,36b	3,62a
	(14,23)	(12,13)	(22,19)	(31,00)	(23,16)	(12,82)
T3	4,38a	3,48b	3,22b	3,10b	2,65a	2,02b
	(7,75)	(11,26)	(30,67)	(11,53)	(8,44)	(10,59)
T4	4,39a	5,14a	6,53a	6,55a	5,59c	3,84a
	(10,60)	(12,15)	(20,50)	(30,95)	(21,58)	(14,41)

6 CONCLUSÃO

Frangos intoxicados com aflatoxinas ou alimentados com ração formulada com milho de baixa densidade têm pior ganho de peso e consumo de ração quando comparados aos animais alimentados com ração controle.

Frangos alimentados com ração formulada com milho de baixa densidade e aflatoxinas têm pior desempenho quando comparado aos efeitos isolados das aflatoxinas e da qualidade do milho.

A classificação do milho conforme o peso dos grãos, densidade do milho, através de mesas densimétricas, é uma importante ferramenta a disposição das agroindústrias e cerealistas. Separando o milho de baixa densidade é possível minimizarmos o risco de fornecimento de micotoxinas, além de trabalharmos com níveis de energia mais elevados no milho de alta densidade, com essa separação e conhecimento das características das densidades extremas é possível direcionar esses grãos para as espécies mais resistentes e para as fases produtivas, categorias, aonde os efeitos das micotoxinas e da menor qualidade nutricional não serão tão acentuados.

A implantação dessa ferramenta nas agroindústrias e cerealistas necessitará de investimentos em estrutura de silos, logística de grãos e da ração dentro das fábricas, entretanto tais mudanças poderão ser iniciadas para algumas categorias, como ração para pintos de corte, ração para reprodutoras (aves e suínos), sendo o milho de pior qualidade direcionada para animais em fase de terminação.

7 ANEXOS

TABELA 8 - Resultados de análises micotoxicológicas e nutricionais realizadas em 200 amostras de milho classificadas em mesa densimétrica.

	Densidade <650	Densidade >750	Diferença (15%)
AW	0,641	0,656	+2,3%
Aflatoxinas (ppb)	41,1	5,5	-86,6%
Zearalenona (ppb)	480,5	75,5	-84,3%
Fumonisina (ppb)	6181	797	-87,1%
Ergosterol (ppm)	61,3	5,6	-90%
Energia (kcal)	3826	3956	+3,4%
Proteína (%)	9,0	8,5	-6%
Lisina (%)	0,29	0,22	-24,1%

LAMIC, 2007.

TABELA 9 - Resultado da análise nutricional via NIRS realizada no milho utilizado no experimento.

Densidade	Proteína	Energia	Aminoácidos	Lys	Met	Cys	Thr	Try	Val	Ile	Leu	Phe	His	Arg
Alta	7,61%	4022,17 Kcal	Total (%)	0,19	0,17	0,18	0,29	0,05	0,39	0,29	1,07	0,39	0,24	0,38
			Digestível (%)	0,17	0,16	0,14	0,23	0,04	0,33	0,27	1,06	0,36	0,21	0,35
			Digestibilidade (%)	86,65	94,83	78,12	81,96	83,22	86,87	91,76	99,10	92,58	91,03	91,69
Baixa	7,45%	3911,54 Kcal	Total (%)	0,21	0,17	0,18	0,29	0,05	0,40	0,29	1,09	0,40	0,22	0,38
			Digestível (%)	0,19	0,16	0,13	0,23	0,04	0,34	0,27	1,07	0,37	0,20	0,34
			Digestibilidade (%)	87,28	94,60	75,30	79,29	82,23	85,05	91,54	97,86	92,88	88,67	90,40

TABELA 10 - Resultado da análise nutricional via HPLC realizada na ração utilizada em cada tratamento do experimento.

Tratamento	Asp	Glu	Ser	Gly	His	Arg	Thr	Ala	Pro	Tyr	Val	Met	Cys	Ile	Leu	Phe	Lys	AA Total
1	1,88	3,70	0,98	0,81	0,56	1,42	0,79	1,04	1,25	0,56	0,95	0,42	0,53	0,86	2,12	1,02	0,95	19,84
2	2,20	4,11	1,08	0,88	0,59	1,54	0,84	1,10	1,34	0,58	1,03	0,37	0,47	0,94	2,18	1,12	1,05	21,42
3	2,10	3,83	1,04	0,87	0,57	1,48	0,84	1,07	1,25	0,57	0,97	0,41	0,50	0,88	2,10	1,04	1,03	20,55
4	2,07	3,84	1,04	0,86	0,57	1,50	0,84	1,06	1,28	0,58	0,97	0,40	0,50	0,88	2,10	1,05	1,02	20,56

TABELA 11 - Resultados de análises bioquímicas por tratamento realizadas semanalmente junto aos abates de frangos.

	T	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
PPT	1	2,65a (11,35)	2,82a (33,85)	3,28a (22,29)	3,21ab (6,53)	3,42a (11,05)	3,74a (9,07)
	2	1,68b (47,96)	1,63b (35,01)	1,34c (47,80)	2,38b (60,31)	1,96b (48,43)	2,71b (22,16)
	3	2,90a (5,56)	2,83a (10,37)	2,82ab (7,30)	3,36a (7,15)	3,46a (7,57)	3,75a (8,96)
	4	1,89b (40,75)	1,27b (39,91)	2,27bc (51,57)	2,46ab (40,86)	2,03b (49,00)	2,86b (29,27)
Albumina	1	1,13a (12,18)	0,98a (31,46)	0,97a (32,53)	1,02a (21,92)	1,26a (10,52)	1,28a (12,24)
	2	0,1d (47,14)	0,5b (48,07)	0,35b (46,39)	0,45b (47,51)	0,52b (57,90)	1,00b (24,19)
	3	1,15a (7,09)	1,04a (25,70)	1,08a (17,93)	1,08a (11,19)	1,25a (10,21)	1,30a (23,94)
	4	0,75c (39,85)	0,43b (56,81)	0,46b (57,71)	0,26b (19,71)	0,49b (38,55)	0,90b (37,30)
Triglicerídeos	1	36,31a (26,10)	26,1ab (32,88)	36,0a (25,95)	27,76a (24,20)	38,25ab (21,31)	49,33b (46,66)
	2	38,46a (33,54)	20,0b (30,61)	30,0a (33,79)	27,57a (4,61)	29,82bc (32,38)	81,61a (38,97)
	3	35,2a (14,17)	30,71a (30,44)	36,90a (17,02)	25,46a (23,46)	39,57a (17,34)	50,27b (55,05)
	4	33,93a (23,19)	29,36ab (35,43)	32,42a (39,12)	25,75a (35,93)	30,46c (22,33)	75,11a (29,08)
Colesterol	1	122,07a (12,76)	124,62a (21,89)	125,8a (15,11)	100,92a (21,77)	115,10a (12,15)	157,2a (12,34)
	2	69,0b (51,80)	58,1b (36,42)	52,36b (29,11)	46,85b (24,19)	71,17b (40,13)	106,17b (25,63)
	3	141,87b (18,60)	150,6a (9,30)	44,5b (10,50)	96,42a (11,52)	118,9a (9,28)	152,16a (11,49)

	4	85,54b (35,90)	59,38b (40,21)	61,12b (43,58)	46,0b (44,40)	79,66b (28,13)	89,31b (27,26)
HDL	1	101,5a (39,69)	85,0a (43,12)	112,5a (27,18)	152,37a (13,80)	124,6a (14,16)	111,04a (18,34)
	2	42,66b (41,54)	33,0b (43,02)	39,2b (72,91)	36,71b (40,29)	74,7b (63,45)	51,05b (40,75)
	3	144,0a (28,97)	110,9a (42,27)	108,2a (11,69)	136,5a (7,61)	141,42a (10,51)	106,65a (13,85)
	4	54,22b (39,86)	39,4b (44,86)	54,33b (91,08)	57,55b (54,07)	47,33b (43,87)	67,4b (44,22)
Fósforo	1	5,57b (26,78)	5,47a (11,29)	5,31a (24,68)	6,74a (15,93)	5,52a (13,15)	6,16c (21,08)
	2	5,4b (20,79)	6,24a (13,47)	5,29a (27,83)	5,36b (12,99)	4,63b (17,78)	9,33a (14,87)
	3	7,07 ^a (9,42)	6,0a (10,63)	4,49a (31,81)	5,83ab (12,78)	5,88a (14,95)	7,45b (10,77)
	4	7,14a (20,29)	6,2a (13,38)	5,6a (23,28)	7,12a (24,58)	4,52b (16,6)	5,98c (18,06)
Cálcio	1	7,97a (19,05)	7,28a (10,57)	8,26a (6,09)	8,44 ^a (9,03)	3,49b (30,05)	9,91a (6,36)
	2	6,85ab (39,89)	6,15a (18,28)	7,75a (6,60)	8,41a (11,97)	3,25b (48,21)	9,14b (11,87)
	3	6,14ab (22,08)	7,20a (15,35)	8,26a (7,71)	8,27a (11,63)	3,29b (37,01)	10,2a (5,7)
	4	5,28b (20,01)	6,87a (14,57)	8,48a (5,83)	8,45a (5,33)	5,9a (22,45)	9,15b (11,5)

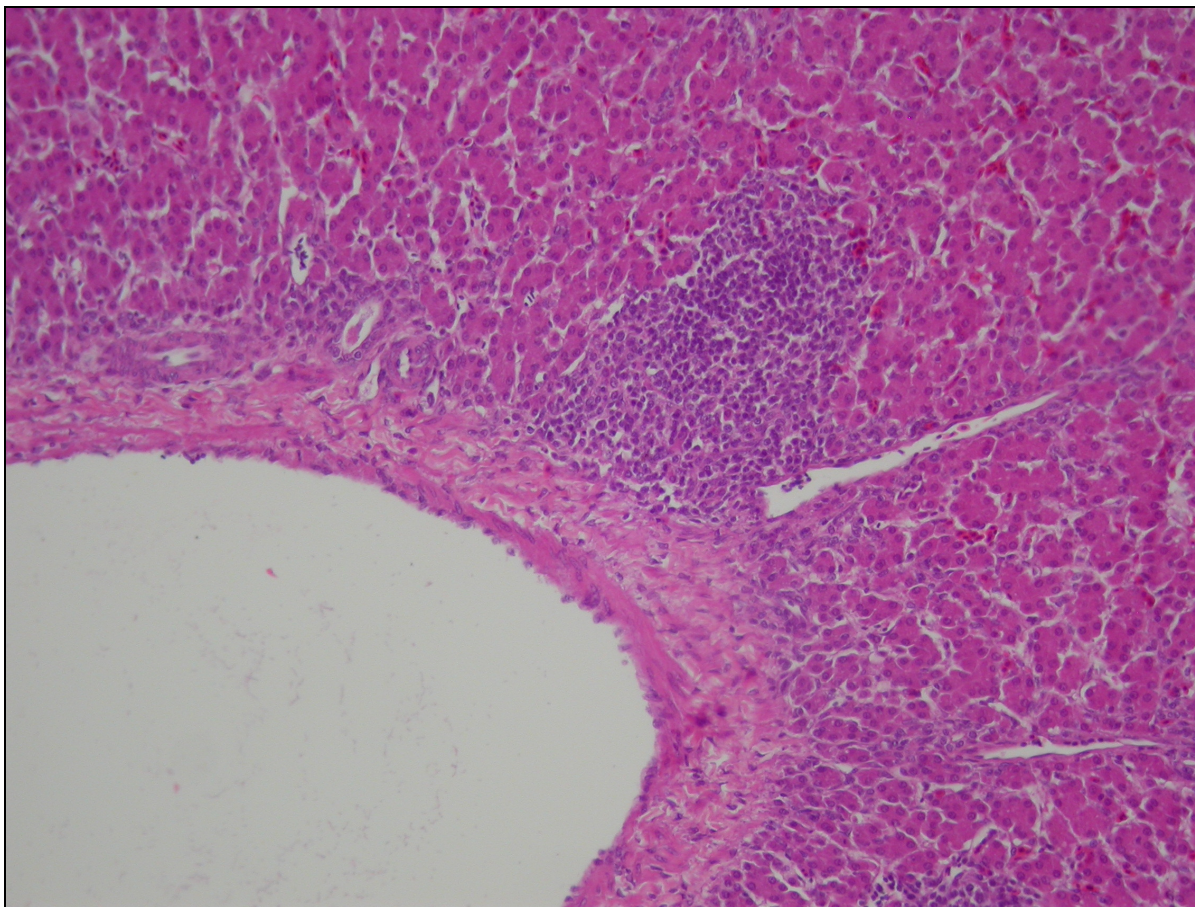


FIGURA 1 - Histologia de fígado, tratamento 1, milho de alta densidade, sem aflatoxinas.

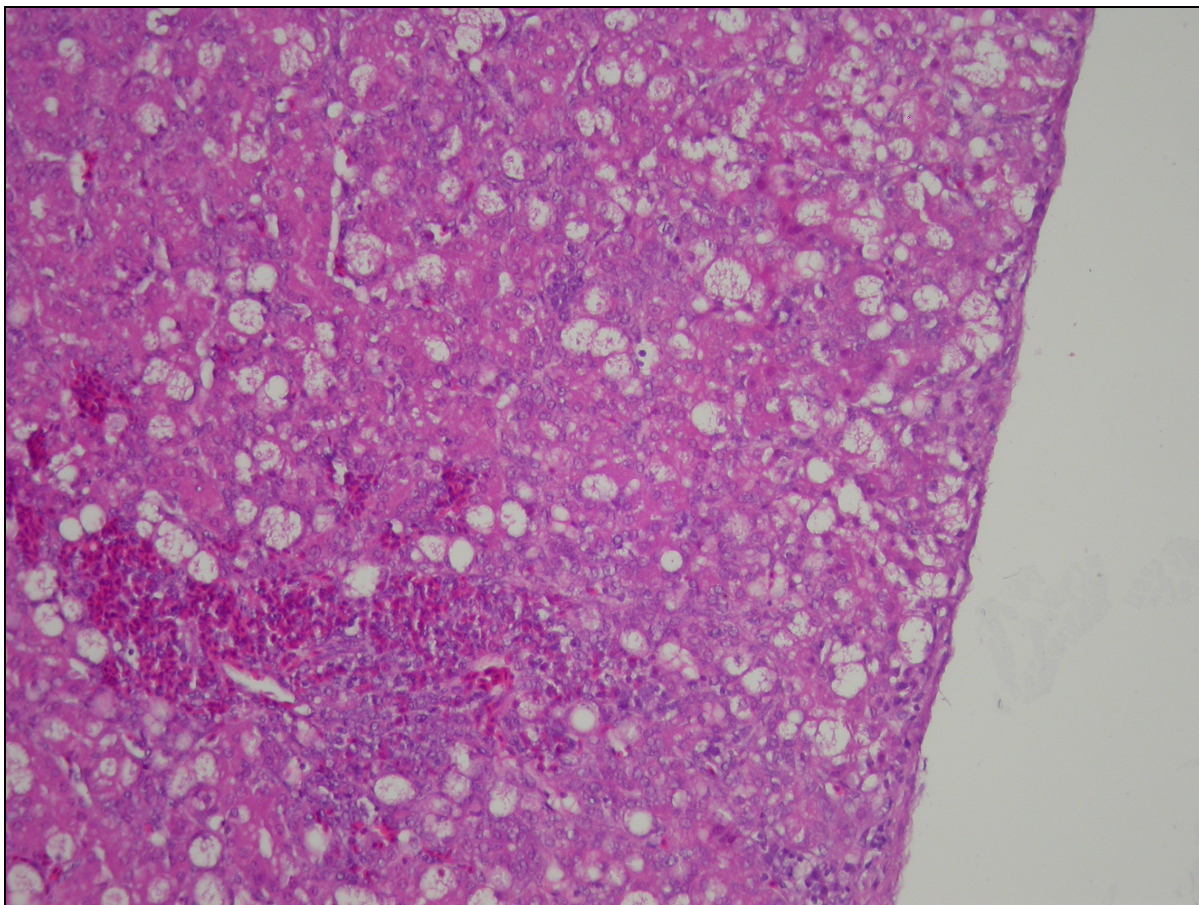


FIGURA 2 - Histologia de fígado, tratamento 2, milho de alta densidade, com 2,8 ppm de aflatoxinas.

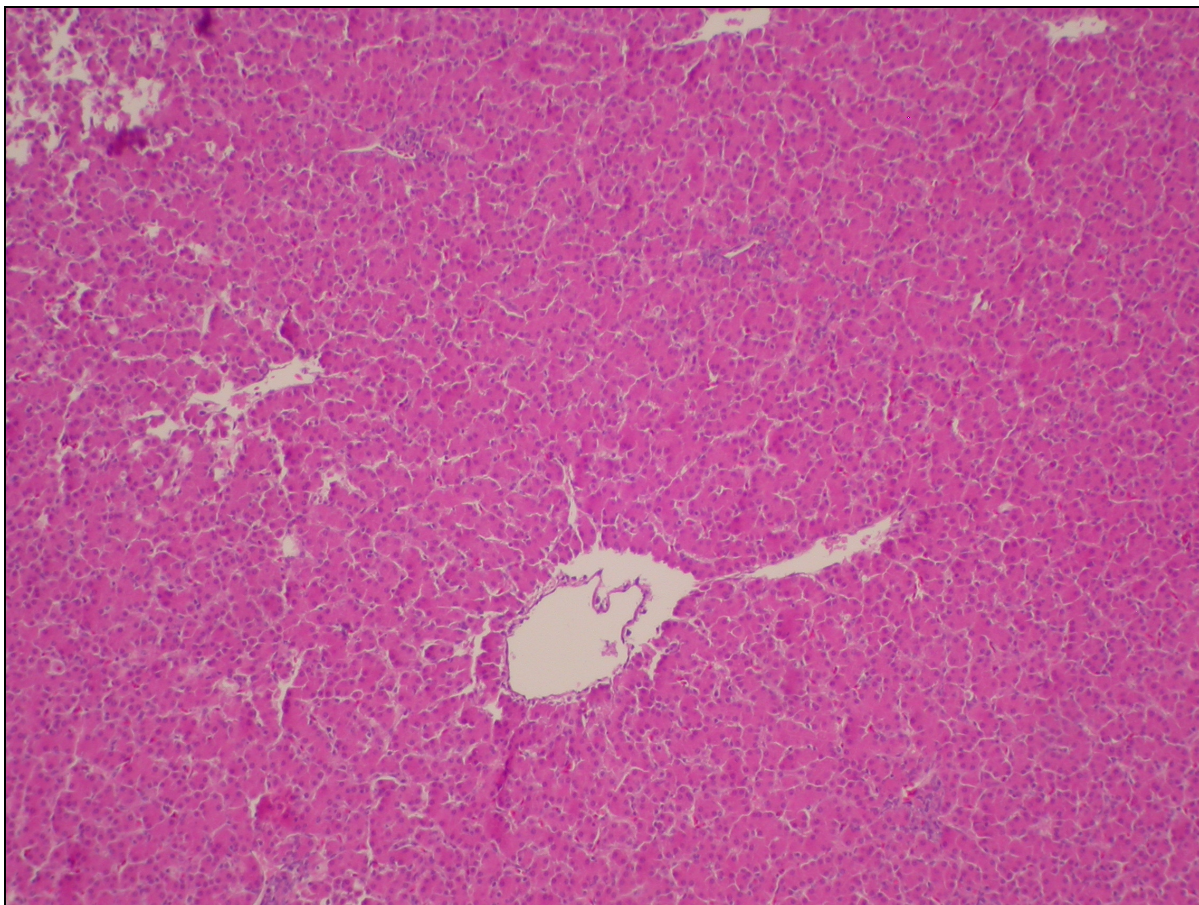


FIGURA 3 - Histologia de fígado, tratamento 3, milho de baixa densidade, sem aflatoxinas.

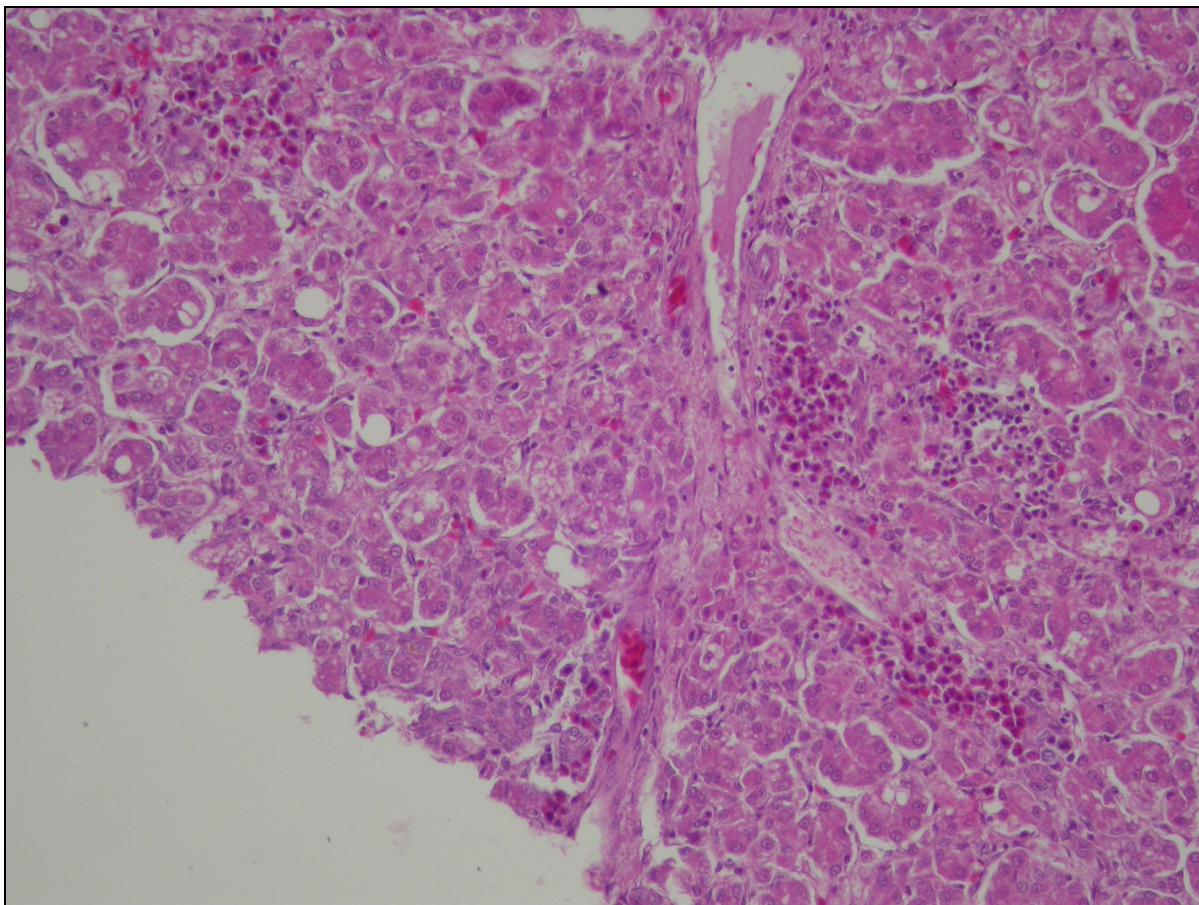


FIGURA 4 - Histologia de fígado, tratamento 4, milho de baixa densidade, com 2,8 ppm de aflatoxinas.

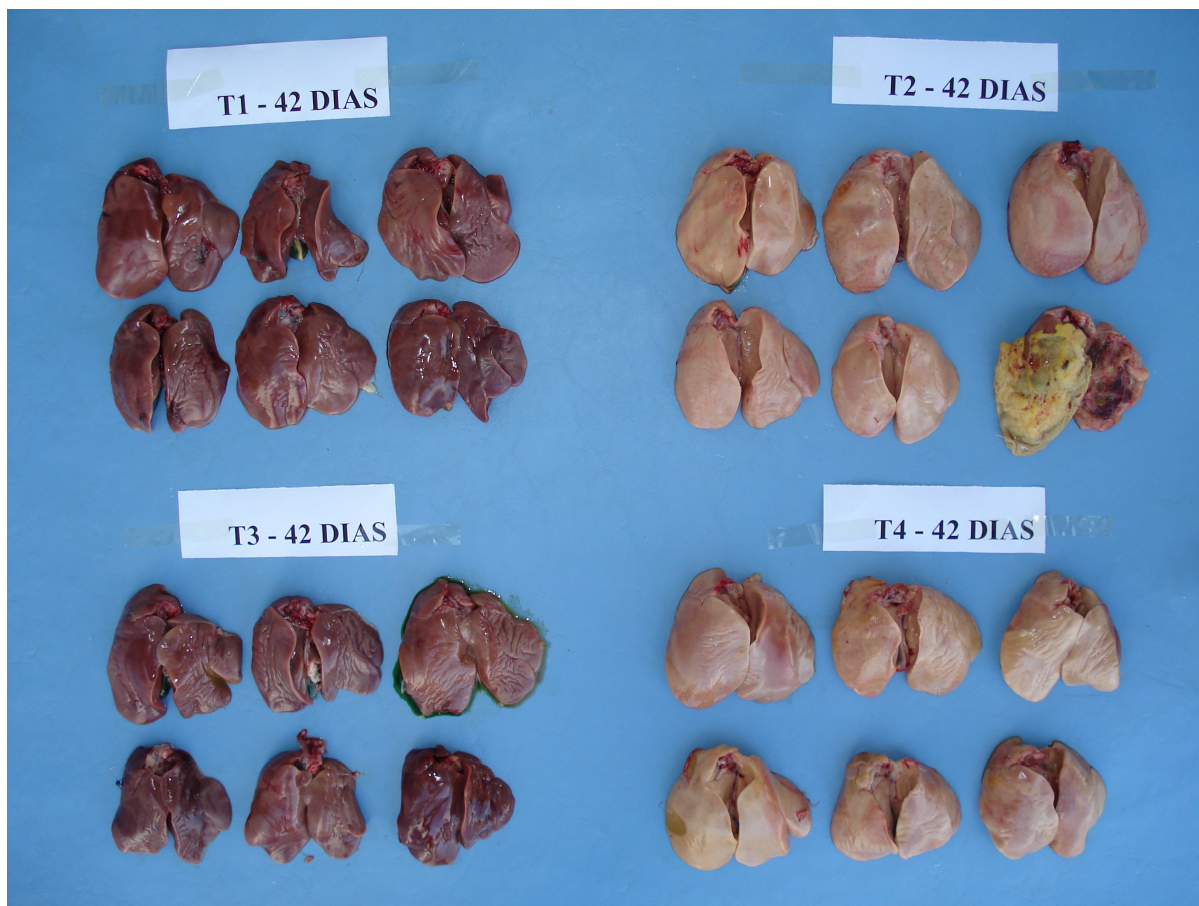


FIGURA 5 - Aspecto macroscópico dos fígados dos frangos de corte por tratamento aos 42 dias.



FIGURA 6 - Instalações onde foram alojados os pintos de corte.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAMEH, A. et al. Evaluation of biochemical and production parameters of broiler chicks fed ammonia treated aflatoxin contaminated maize grains. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 122, n. 3, p. 289-301, 2005.

ANDREOTTI M., SOUZA E. C. A., CRUSCIOL C. A. C. Componentes morfológicos e produção de matéria seca de milho em função da aplicação de calcário e zinco. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 321-327, Apr./Jun. 2001.

ARAÚJO, C. S. S. et al. Avaliação do desempenho e excreção de cálcio em duas linhagens de frangos de corte, na fase inicial, alimentados diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 111-118, mar./abr, 2002.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1197-1201, jul./ago. 2004.

ATENCIO, A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1152-1166, Sept./Oct. 2004.

BAIDOO, S. K.; SHIRES, A.; ROBBLEE, A. R. Effect of Kernel Density on the apparent and true metabolizable energy value of corn for chickens. **Poultry Science**, v. 70, n.10, p. 2102-2107, Oct. 1991.

BAUDET L.; MISRA M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 91-97, 1991.

BERGAMASCHI H. et al. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 243-249, fev. 2006.

BIAGI, J. D.; BERTOL, R.; CARNEIRO, M. C. Armazéns em Unidades Centrais de Armazenamento. In: LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. 1. ed. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002. cap. 2, p. 157-174.

BORSA, A. **Variáveis hematológicas, bioquímicas e histopatológicas na interação das aflatoxicoses e doença infecciosa bursal em frangos de corte**. 2002. 144 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 81, n. 8, p. 1156-1167, Aug. 2002.

CAMPBELL T. W.; COLES E.H. Avian Clinical Pathology. In: COLES E.H. **Veterinary Clinical Pathology**. 4th. ed. Philadelphia: Saunders, 1986. p. 279-301.

CARVALHO, D. C. O. et al. Composição Química e Energética de Amostras de Milho Submetidas a Diferentes Temperaturas de Secagem e Períodos de Armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 358-364, mar./abr. 2004.

CELLA, P. S. et al. Planos de nutrição para frangos de corte no período de 1 a 49 dias de idade mantidos em condições de conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 425-432, mar./abr. 2001.

CHAMRUSPOLLERT, M. **Interrelationships between dietary arginine, methionine, and environmental temperature affect growth and creatine biosynthesis in young broiler chicks**. 2001. 236 f. Tese (PhD) - University of Georgia, Athens.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 nov. de 2008.

D'ARCE, M. A. B. R. **Pós-colheita e Armazenamento de Grãos**. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/Armazenamentodegraos.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2006.

Da GLORIA E. M. et al. Distribution of aflatoxin contamination in maize samples. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 79-83, jan./mar. 2004.

DA SILVA, A., V., A., F. **Ocorrência de Aflatoxinas em Milho Destinado à Alimentação de Aves no Estado da Bahia**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

DA SILVA, J. B. et al. Mycoflora and occurrence of aflatoxin B1 and fumonisin B1 during storage of Brazilian sorghum. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Davis, v. 48, n. 9, p. 4352-4356, 2000.

Da SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; Do NASCIMENTO, A. H. Níveis de Energia e Relações Energia: Proteína para Frangos de Corte de 22 a 42 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1791-1800, nov./dez. 2001.

DIDONET A. D. et al. Crescimento e desenvolvimento de milho: acúmulo de massa seca do grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 447-456, mar. 2001.

DILKIN, P. **Intoxicação Oral Prolongada de Suínos por Aflatoxina B1 e Fumonisina**. 2003. 130 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo,.

DILKIN, P. et al. Classificação Macroscópica, Identificação da Microbiota Fúngica e Produção de Aflatoxinas em Híbridos de Milho. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 137-141, jan./fev. 2000.

DUARTE, K. F. et al. Efeito de Diferentes Níveis de Energia e de Programas de Alimentação Sobre o Desempenho de Frangos de Corte Abatidos Tardamente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1992-1998, out. 2006.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Milho**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>>. Acesso em: 08 ago. 2007.

GARCIA, C. G. et al. A Secagem de Sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 603-608, mar./abr. 2004.

GIACOMINI, L. Z. **Quantificação de Vitamina A em Concentrados Polivitamínicos por Cromatografia de Alta Eficiência**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GODOY, J. C. Estatísticas e Preços. **Revista Avisite**, n. 04, p. 26-35, ago. 2007.

GOMPERTZ, O. F. et al. Características Gerais das Micoses. IN: Trabulsi, L.R. **Microbiologia**. 4. ed. Atheneu: São Paulo, 2004. Cap. 65. p. 451-459.

HAUSCHILD, L. **Digestibilidade de Dietas e Metabolismo de Suínos Alimentados com Dietas Contendo Micotoxinas e Organoaluminossilicato**. 2007. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <[HTTP//http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1068&id_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1068&id_pagina=1)>. Acesso em: 5 mar. 2008.

KESHAVARZ, K. Formulação de rações e manejo de alimentação. **Avicultura Industrial**, v. 77, p. 27-31, 1987.

KIDD, M. T. et al. Dietary interactions between lysine and threonine in broilers. **Poultry Science**, v. 76, n. 4, p. 608-614, Apr. 1997.

KOLLING, A. V.; KESSLER, A. M.; RIBEIRO, A. M. L. Desempenho e Composição Corporal de frangos Corte Alimentados com Diferentes Níveis de Proteína e de Aminoácidos ou com Livre Escolha das Dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 98-103, jan./fev. 2005.

KRABBE, E. L. **Efeito do Desenvolvimento Fúngico em Grãos de Milho Durante o Armazenamento e do Uso do Ácido Propiônico sobre as Características Nutricionais e o Desempenho de Frangos de Corte**. 1995. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KUBENA, L. F. et al. Individual and combined effects of moniliformin present in *Fusarium fujikuroi* culture material and aflatoxin in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 76, p. 265-270, Feb. 1997.

LAMIC – Laboratório de Análises Micotoxicológicas. Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.br>>. Acesso em: 3 mar. 2008.

LANZA, G. M.; WASHBURN, K. W.; WYATT, R. D. Strain variation in hematological response of broilers to dietary aflatoxin. **Poultry Science**, v. 59, n. 12, p. 2686- 2691, Dec. 1980.

LEESON, S.; DIAZ, G.; SUMMERS, J. D. **Poultry Metabolic Disorders and Mycotoxins**. Canada, 1995. 352 p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Effect of Adverse Growing Conditions on Corn Maturity and Feeding Value for Poultry. **Poultry Science**, v. 55, n. 5, p. 588-593, May. 1976.

LOPES, J. M. et al. Adição de bentonita sódica como adsorvente de aflatoxinas em rações de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1594-1599, set./out. 2006.

LORINI, I. **Como Manejar as Pragas de Grãos Armazenados**. Disponível em: <http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-armazenagem.htm>. Acesso em: 24 jan. 2007.

LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002.

MALLMANN C. A. Micotoxinas en Ingredientes Para Alimento Balanceado de Aves. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 20., 2007, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: União Brasileira de Avicultura, 1 CD-ROM.

MALLMANN, C. A. Factores de Formacion de las Micotoxinas y sus Formas de Control. In: SEMINÁRIO AVÍCOLA INTERNACIONAL, 26., 2005, Paipa. **Anais...**Paipa: Asociacion Colombiana de Avicultura, 1 CD-ROM.

MARIANI, G. V. C. **Desempenho produtivo de frangos de corte submetido à intoxicação experimental com aflatoxinas em diferentes idades**. 1998. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MAZZUCO, H. et al. Composição Química e Energética do Milho com Diversos Níveis de Umidade e Diferentes Temperaturas de Secagem para Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 2216-2220, nov. 2002.

MIAZZO, R. et al. Efficacy of sodium bentonite as a detoxifier of broiler feed contaminated with aflatoxins and fumonisin. **Poultry Science**, v. 84, n. 1, p. 1-8, Jan. 2005.

MÍDIO, A. F.; MARTINS, D. I. **Toxicologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000. 295 p.

MORANTES, G. Manejo Del Riesgo en la Preservación de la Calidad de los Granos. **Avicultura Profesional**, v. 24, n. 3, p. 24-26, mar. 2006.

NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T.; POZZA, P. C. Energia e relação energia: proteína na fase inicial de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...**Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, p. 15.

NRC - National Research Council. **Nutrients requirements of poultry**. 9. ed. Washington: DC. National Academy, 1994. 155 p.

OLIVEIRA, C. A. F.; GERMANO, P. M. L. Aflatoxinas: Conceitos sobre mecanismos de toxicidade e seu envolvimento na etiologia do câncer hepático celular. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo. v.31, n. 4, p. 417-424, ago. 1997.

OMS (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD). **Criterios de salud ambiental 11: Micotoxinas**. México: OMS, 1983. 131 p.

ORTATATLI, M. et al. Evaluation of pathological changes in broilers during chronic aflatoxin (50 and 100 ppb) and clinoptilolite exposure. **Research in Veterinary Science**, v. 78, n. 1, p. 61-68, 2005.

PENZ Jr., A. M. As micotoxinas de impacto na avicultura. **Ave News**, v. 15, 2005.

PEREIRA, M. M. G.; de CARVALHO, E. P.; PRADO, G. Crescimento e produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 141-156, jan./jun. 2002.

PIEADADE F. S. et al. Distribution of aflatoxins in corn fractions visually segregated for defects. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 250-254, mar. 2002.

QUEZADA, T. et al. Effects of aflatoxin B₁ on the liver and kidney of broiler chickens during development. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 125, n. 3, p. 265-272, mar. 2000.

RANGEL – LUGO, M.; SU, C. L.; AUSTIC, R. E. Threonine requirement and threonine imbalance in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 73, n. 5, p. 670-681, May. 1994.

RAUBER, H. R. et al. Performance of turkey poult fed different doses of aflatoxins in the diet. **Poultry Science**, v. 86, n. 9, p. 1620-1624, Sep. 2007.

RAUBER, R. H. **Desempenho de Perus de Corte (Meleagris gallopavo) Alimentados com Dietas Contendo Doses Crescentes de Aflatoxinas**. 2006. 41 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

REGINATTO, M. F. et al. Efeito da Energia, Relação Energia: Proteína e Fase de Crescimento Sobre o Desempenho e Composição de Carcaça de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 2, n. 3, p. 229-237, mar. 2000.

ROSTAGNO, H. S. Disponibilidade de nutrientes em grãos de má qualidade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, p.129-139.

SAKOMURA, N. K. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1758-1767, jun. 2004.

SANTOS, J. P. Métodos Preventivos de Controle de Pragas de Grãos Armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. 1. ed. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002. p. 399-441.

SAUER, D. B. **Storage of cereal grains and their products**. 4. ed. St. Paul, MN: AACC, 1992. 615p.

SCUSSEL, V.M. **Atualidades em Micotoxinas e Armazenagem de Grãos**. Florianópolis: VMS, 2000. p. 382.

SEKIYAMA, B. L.; FERRARI, G.; JUNIOR, M. M. Processos de Descontaminação de Rações Contendo Micotoxinas. **Revista Analítica**, São Paulo, v. 5, n. 26, p. 64-67, dez. 2006/ jan. 2007.

SINHA, R. N. Interrelations of physical, chemical and biological variables in the deterioration of stored grains. In: SINHA, R.N., MUIR, W.E. (Eds.). **Grain storage: part of system**. Westport, 1973. p. 15-47.

SMITH, E. E. et al. Toxicological evaluation of aflatoxin and cyclopiazonic acid in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 71, n. 7, p. 1136-1144, Jul. 1992.

STRINGHINI, J. H. et al. Efeito da Qualidade do Milho no Desempenho de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 191-198, jan. 2000.

VALDIVIA, A. G. et al. Efficacy of N-Acetylcysteine to reduce the effects of aflatoxin B₁ intoxication in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 80, n. 6, p. 727-734, Jun. 2001.

WEBER, E. A. **Armazenagem Agrícola**. 1. ed. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995. 395 p.