

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Avaliação da Adição de Parede Celular de
Saccharomyces cerevisiae e de Aflatoxina B₁ na ração
para Frangos de Corte na Fase Inicial**

Vinícius Machado dos Santos

2010



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE PAREDE CELULAR DE
Saccharomyces cerevisiae E DE AFLATOXINA B₁ NA
RAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL**

VINÍCIUS MACHADO DOS SANTOS

Sob a Orientação do Professor
Fernando Augusto Curvello

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção
do grau de **Mestre em**
Ciências no Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, Área
de Concentração em Produção
Animal.

**Seropédica, RJ
Setembro 2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

VINÍCIUS MACHADO DOS SANTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ____/____/____

Fernando Augusto Curvello. Dr. UFRRJ
(Orientador)

Cristina Amorim Ribeiro de Lima. Dra. UFRRJ

Sebastião Gonçalves Franco. Dr. UFPR

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, **Rita e João**, minha avó **Stelina** e a minha irmã **Vivian**, por fazerem mais sólida a realização desta etapa.

A vocês o meu **MUITO OBRIGADO!**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pelas vitórias alcançadas, me permitindo paciência e fazendo acreditar que essa é a base para todas as conquistas.

Ao Professor e Orientador **Fernando Augusto Curvello**, pelos conhecimentos e experiências adquiridos na jornada de se tornar mestre.

À Professora **Cristina Amorim Ribeiro de Lima**, tão essencial e participadora na elaboração e execução desta pesquisa.

Ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, à atual coordenação, Professor **Mirton José da Frota Morenz**.

À **Capes**, pela bolsa concedida durante todo período de Mestrado.

Ao Professor **Carlos Alberto da Rocha Rosa**, às Doutorandas **Kelly Moura Keller** e **Águida Aparecida de Oliveira**, e à toda equipe do Núcleo de Pesquisas Micológicas e Micotoxicológicas do Projeto Sanidade Animal, da UFRRJ.

À Equipe do Laboratório de Quimioterapia Experimental em Parasitologia Veterinária, em particular ao Professor **Fábio Barbour Scott** e a **Fabício Nascimento Gaudêncio**.

Às amigas **Rosani Matoso**, **Marcia Vieira**, **Juliana Almeida** e **Bruna Rangel** por incluírem nesta etapa, apoio, solidariedade, entendimento, risos e, sobretudo, muita amizade.

RESUMO

SANTOS, Vinícius Machado. **Avaliação da Adição de Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae* e de Aflatoxina B₁ na ração para Frangos de Corte na Fase Inicial**. 2010. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

Objetivou-se com este experimento avaliar a utilização da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) como aditivo antimicotoxina em rações destinadas a frangos de corte abatidos aos 22 dias de idade sobre o desempenho, características de carcaça e pesos de órgãos. Foi adotado um delineamento experimental em blocos casualizados, com 4 tratamentos dispostos em um esquema fatorial 2 (sem aflatoxina; com aflatoxina) x 2 (sem adsorvente; com adsorvente). Para os parâmetros de desempenho avaliados, observou-se diferença significativa apenas sobre o consumo alimentar, quando a PCSC foi adicionada às rações. Não houve interação entre os fatores aflatoxina e PCSC nas rações sobre as variáveis de desempenho estudadas. A adição de PCSC à ração dos frangos estimulou o consumo de ração no período de 1 a 21 dias de idade, entretanto, isso não se refletiu em aumento significativo no ganho de peso dos frangos ou alteração na conversão alimentar. Houve interação significativa entre os fatores aflatoxina e PCSC sobre o peso vivo pós-jejum, carcaça resfriada e o peso da coxa+sobrecoxa. Para os pesos absolutos de carcaça quente, peito, dorso e asas, rendimento das carcaças e pesos relativos dos cortes não se observou interação significativa entre os fatores estudados. O desempenho zootécnico de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade não foi influenciado pelos níveis dos fatores aflatoxina e PCSC utilizados nas rações experimentais. Já para peso vivo pós-jejum, peso da carcaça resfriada e peso absoluto da coxa+sobrecoxa, houve uma possível atuação da PCSC como aditivo antimicotoxina, ao minimizar a ação tóxica da aflatoxina.

Palavras-Chave: Frangos de corte. Adsorvente. Aflatoxina. Desempenho.

ABSTRACT

SANTOS, Vinícius Machado. **Broilers Performance Using *Saccharomyces cerevisiae* Cell Wall as an Anti-mycotoxin Additive**. 2010. 42p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

A study was carried out to evaluate the use of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall (SCCW) as an anti-mycotoxin additive in broiler chicks' diets slaughtered at 22 day age on performance, carcass characteristics and organ weights. It was used

a randomized complete block design with four treatments in a factorial 2 (with aflatoxin, without aflatoxin) x 2 (with adsorbent, without adsorbent). For the performance parameters evaluated, there was a significant difference only on feed intake, when the SCCW was added to the rations. There was no interaction between aflatoxin and SCCW factors in the diet on the performance variables studied. The addition of SCCW to the chicks' diets stimulated the feed intake during 1-21 days of age. However, that did not reflect a significant increase in weight gain, or a change in feed conversion. There was a significant interaction between factors aflatoxin and SCCW on the weight post-fasting, cold carcass weight and thigh+upper weight. For the absolute hot carcass weights, breast, back and wings and carcass yields and relative weights of the cuts it was not observed a significant interaction between factors. The growth performance of broilers in the period 1-21 days old was not influenced by the levels of aflatoxin and SCCW factors used in experimental diets. Nevertheless for body weight after fasting, the cold carcass weight and absolute weight of the thigh + drumstick, the SCCW acted as an anti-mycotoxin additive by minimizing the aflatoxin toxicity.

Key words: Broiler chicks. Adsorbent. Aflatoxin. Performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Registro fotográfico. A – Vista do interior do galpão experimental; B – Chegada dos pintos, com um dia de idade; C – Bateria de gaiolas para alojamentos dos pintinhos e D – Baterias de gaiolas, detalhes dos andares

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica e nutricional da ração balanceada	12
Tabela 2. Peso vivo, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade de frangos de corte aos 21 dias de idade	17
Tabela 3. Interação dos fatores aflatoxina e PCSC sobre o peso vivo pós-jejum	19
Tabela 4. Interação dos fatores aflatoxina e PCSC sobre o peso absoluto da carcaça resfriada	20
Tabela 5. Interação dos fatores aflatoxina e PCSC sobre o peso absoluto da coxa+sobrecoxa	20
Tabela 6. Pesos absolutos (g) das carcaças e dos cortes peito, dorso e asas.	21
Tabela 7. Rendimento das carcaças e pesos relativos dos cortes (peito, coxa+sobrecoxa, asas e dorso)	22
Tabela 8. Interação entre os fatores aflatoxina e PCSC sobre o comprimento do intestino (cm)	23
Tabela 9. Peso absoluto das vísceras fígado, moela, coração, baço e bursa de Fabricius	24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Níveis de Aflatoxina B ₁ (AFB ₁) e concentrações do adsorvente teste Parede Celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PCSC) nas rações experimentais	10
Quadro 2. Quadro da análise de variância	16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	03
2.1 Geral	03
2.2 Específicos	03
3 REVISÃO DE LITERATURA	04
3.1 Aflatoxinas	04
3.1.1 Importância econômica das aflatoxinas na avicultura	04
3.1.2 Limite máximo de aflatoxinas para aves de produção	06
3.2 Levedura de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> e seu Uso na Alimentação Animal	07
4 MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1 Localização e Período Experimental	10
4.2 Instalações, Aves e Procedimentos Experimentais	10
4.3 Metodologia de Avaliação do Experimento	14
4.3.1 Avaliação do desempenho produtivo	14
4.3.2 Avaliação das características de carcaça	15
4.4 Análise Estatística	15
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1 Avaliação do Desempenho	17
5.2 Rendimentos e Características das Carcaças de Frangos de Corte	19
6 CONCLUSÕES	26
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

8 ANEXOS

1 INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente ocupa posição de destaque no mercado de frango de corte mundial. A condição climática favorável, aplicação de tecnologias em nutrição, ambiência e biosseguridade permitem que a carne brasileira alcance os mais diversos e exigentes mercados. O frango produzido é exportado para países da União Europeia, Ásia e do Oriente Médio, competindo com potências econômicas, como EUA e China.

A avicultura brasileira encontra-se estabelecida principalmente no Sul e Sudeste do país, com expansão para o Centro-Oeste, onde a produção de grãos já tem o seu destaque. O milho, principal componente energético das rações de aves, quando produzido sob condições inadequadas, ou seja, sem o estabelecimento e o cumprimento de planos de boas práticas agrícolas, tem seu valor nutricional comprometido.

Em países de clima tropical e subtropical, como o Brasil, o desenvolvimento fúngico é favorecido por fatores como temperatura e umidade. O crescimento de fungos em grãos destinados à alimentação animal pode ocorrer em qualquer etapa da produção, desde o campo até o armazenamento, principalmente quando encontram substratos altamente nutritivos. Associado ao crescimento, há a produção de compostos tóxicos oriundos do metabolismo secundário de diversos fungos, denominados de micotoxinas.

Dentre as micotoxinas existentes, a aflatoxina, que é produzida por fungos do gênero *Aspergillus*, ocorre frequentemente em grãos de milho, o qual se destaca como cereal de grande importância, constituindo em média 70% das rações formuladas para aves e suínos. O ataque fúngico a esse ingrediente ocasiona perdas consideráveis no valor quantitativo e qualitativo, comprometendo o balanceamento das rações.

Quando ingerida, a aflatoxina afeta diversos órgãos, como o fígado e os associados ao sistema imunológico, o que leva a um quadro de imunossupressão, ocasionando reflexos negativos aos índices zootécnicos e perdas econômicas ao produtor. Outro problema gerado pela ingestão da aflatoxina reside no fato de que a carne produzida se torna veículo de resíduos potencialmente tóxicos à saúde humana (CORRÊA, 2006), constituindo um problema de interesse em saúde pública.

O melhor método para controlar a contaminação dos ingredientes das rações é a prevenção, porém, quando esses já se encontram contaminados, é necessário minimizar os efeitos dessa contaminação à saúde dos animais. A utilização de produtos químicos (fungicidas) ou de processos térmicos não destrói as micotoxinas existentes nos grãos ou nas

rações, apenas atinge os fungos, havendo risco de fornecer ração potencialmente tóxica aos animais.

Diversos métodos têm sido estudados para diminuir os efeitos tóxicos causados pelas aflatoxinas às aves de produção. Um método utilizado para o controle das micotoxicoses é o uso de substâncias nutricionalmente inertes na dieta, com o propósito de diminuir a absorção das micotoxinas pela mucosa intestinal das aves. Essas substâncias são chamadas de adsorventes de micotoxinas, sendo denominadas por MALLMANN et al. (2007) como aditivos antimicotoxinas.

Diversas substâncias orgânicas e inorgânicas têm sido utilizadas nas rações, como aditivos antimicotoxinas. A parede celular de levedura *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) é uma substância orgânica que tem sido usada comercialmente como um efetivo prebiótico na alimentação animal. A levedura *Saccharomyces cerevisiae* foi aprovada como microrganismo seguro para uso (CEE 70/2004) na alimentação animal na União Europeia.

A utilização da PCSC como adsorvente de micotoxinas tem sido alvo de diversas pesquisas que avaliam sua utilização na alimentação animal. Resultados positivos *in vitro* coincidem com os estudos realizados *in vivo*, nos quais a PCSC foi capaz de minimizar a toxicidade das aflatoxinas, comprovando efeitos benéficos de sua adição às rações destinadas a frangos de corte.

Em contrapartida, com a quantidade crescente de levedura gerada como co-produto nas indústrias de álcool e de cerveja, aumenta o interesse na utilização de seus derivados como aditivos funcionais na alimentação de frangos de corte.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o uso da parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) como aditivo antimicotoxina em rações destinadas a frangos de corte.

2.2 Específico

Avaliar ainda o efeito prebiótico da PCSC, bem como, a interação Aflatoxina B₁ e PCSC sobre o desempenho, as características de carcaça e os pesos de órgãos de frangos de corte abatidos aos 22 dias de idade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aflatoxinas

Diversos metabólitos tóxicos produzidos por fungos (micotoxinas) são conhecidos atualmente, e quando ingeridos causam enfermidades denominadas de micotoxicoses, tanto aos animais quanto ao homem. Dentre as principais micotoxinas, encontra-se o grupo das aflatoxinas, que são produzidas por fungos pertencentes ao gênero *Aspergillus*, como *A. flavus*, *A. parasiticus* e *A. nomius* (MOSS, 1998).

As aflatoxinas são bisfuranocumarinas, derivadas de decacetídeos (SMITH & ROSS, 1991). Vários compostos similares são conhecidos e designados pelo termo aflatoxina, porém as principais substâncias do grupo são identificadas como B₁, B₂, G₁ e G₂. Recebem a designação B ou G devido à propriedade de emitirem coloração azul (blue= B) ou verde-azulada (green= G) sob luz ultravioleta (ASAO et al., 1963).

A aflatoxina B₁ (AFB₁) é o tipo que, além de ser a mais frequentemente encontrada nos grãos e rações, possui maior poder toxígeno (ZAGHINI et al., 2005). Sua concentração e o tempo de ingestão dos alimentos são fatores determinantes dos sinais da intoxicação nos animais (OGIDO et al., 2004).

A AFB₁ no organismo humano ou animal tem o fígado como principal alvo. Além de ser hepatotóxica, é altamente carcinogênica e, possivelmente, teratogênica, sendo classificada na Classe 1 dos carcinógenos humanos pela International Agency for Research on Cancer (IARC, 1993). Sua molécula, por ser muito pequena e apresentar grande estabilidade química, é rapidamente absorvida pelo sistema gastrointestinal (TRISTAN, 2002), sendo biotransformada no fígado em vários outros metabólitos tóxicos.

3.1.1 Importância econômica das aflatoxinas na avicultura

A contaminação dos ingredientes das rações de aves por fungos representa um sério problema para saúde animal e para a saúde humana. Além disso, constitui-se num considerável obstáculo econômico para países em que as commodities representam a base da balança comercial. A formação de

compostos fúngicos nos grãos ocorre principalmente pelo comprometimento da integridade da casca, causados por danos mecânicos, térmicos, ou até mesmo por insetos (MALLMANN et al., 2007).

Os fungos, ao se desenvolverem nos grãos de milho, utilizam-se dos nutrientes presentes, alterando significativamente seu valor nutritivo. Estudos comprovam correlação entre o crescimento fúngico e a redução do nível energético desse ingrediente (SILVA et al., 2008). Segundo ZAVIEZO & CONTRERAS (2005), a contaminação por micotoxinas promove redução de 4 a 5% do valor da energia metabolizável para aves.

Como os fungos atacam preferencialmente o endosperma dos grãos, rico em carboidratos, não atingindo o interior protéico, onde se localiza o embrião, há um relativo aumento do teor protéico para grãos de milho contaminados por fungos (DALE, 1995). A análise bromatológica da amostra proveniente de grãos contaminados por fungos apresenta maior concentração de proteína, sendo esse um erro que pode comprometer o balanceamento das rações.

Em casos de aflatoxicose, uma situação que pode ser observada é a má absorção da ração, confirmado pela presença de partículas de alimento não digeridas nas excretas das aves. Esse episódio pode estar associado à esteatorréia, devido ao aumento da excreção de lipídeos, ocasionando uma esteatose hepática. Observa-se ainda palidez da mucosa e das patas, resultante da menor absorção e deposição de carotenóides provenientes da dieta, sendo a aflatoxicose denominada de “doença da ave pálida” (MALLMANN et al., 2007).

Em frangos de corte, como em outras espécies de animais de produção, as intoxicações por aflatoxinas acarretam perdas econômicas significativas. A aflatoxicose afeta diretamente o desempenho do plantel, com diminuição do ganho de peso, piora da conversão alimentar, problemas de pernas e até condenação total das carcaças (GIACOMINI et al., 2006).

Diversas pesquisas comprovam os efeitos negativos das aflatoxinas sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. CARDOSO (2007), administrando aflatoxina por gavagem em frangos de corte até os 21 dias de idade, observou redução no ganho médio de peso do grupo que foi inoculado somente com aflatoxina na dose de 2 ppm. SANTIN (2000) e SANTIN et al. (2003) relataram, além da redução no desempenho, alterações patológicas em importantes órgãos, como rim e fígado, e alterações no sistema imunológico das aves.

Quadros de imunossupressão ocasionados por aflatoxinas em aves têm sido bastante relatados na literatura. Casos de intoxicação por aflatoxinas são reconhecidos pela presença de lesões em importantes órgãos, como fígado, rins e intestinos. Além dos efeitos

carcinogênicos, pode se observar também hipoglicemia, hipotermia e diminuição da gordura corporal (CORRÊA, 2006).

De acordo com TESSARI et al. (2006), a aflatoxina causa depleção linfocítica na medula folicular da bursa de Fabricius e diminuição na contagem de heterófilos e monócitos. Além disso, efeitos negativos das aflatoxinas estão intimamente relacionados à imunossupressão, afetando timo, baço e medula óssea. GIACOMINI et al. (2006) observaram que o fígado e o coração foram os órgãos mais atingidos pela intoxicação, bem como a carcaça das aves.

A sensibilidade aos efeitos tóxicos da aflatoxina varia consideravelmente entre as espécies animais. Mesmo entre indivíduos de igual espécie, a relação dose-resposta pode variar de acordo com a raça, idade, sexo e composição da dieta, entre outros fatores (COULOMBE, 1991). Para muitas espécies, os machos são mais suscetíveis do que as fêmeas, sendo que, em geral, a sensibilidade é acentuadamente observada nos animais jovens do que nos adultos (MCLEAN & DUTTON, 1995).

Os efeitos das aflatoxinas mostraram-se notadamente maiores na fase inicial de crescimento para frangos de corte (LEESON et al., 1995). Animais intoxicados experimentalmente, recebendo aflatoxinas apenas nos primeiros 21 dias de idade demonstraram perdas irreversíveis no ganho de peso até o abate. Estes efeitos se mantiveram mesmo nas aves recebendo dieta isenta de toxina, a partir dos 21 dias até a fase final (MARIANI, 1998).

3.1.2 Limite máximo de aflatoxinas para aves de produção

Produtos como amendoim, noz, castanha e os ingredientes constituintes das rações, milho e farinha de peixe, são tidos como produtos de alto risco de contaminação por aflatoxinas. À medida que as aflatoxinas foram frequentemente veiculadas através desses alimentos, observou-se um maior interesse das autoridades de saúde pública em estabelecer os limites dessas toxinas nos ingredientes destinados ao consumo humano e animal.

Considerando a toxicidade das aflatoxinas, a legislação brasileira estabeleceu limites considerados seguros para as aflatoxinas presentes nos alimentos. Segundo portaria do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, o limite máximo de aflatoxinas permitido em alimentos destinados ao consumo humano é de 20 ppb, e em rações animal, o limite máximo recomendado é de 50 ppb (BRASIL, 1988).

Estes níveis máximos de tolerância foram dados com base no somatório dos grupos de aflatoxinas, B₁+ B₂+ G₁+ G₂, sendo válido para qualquer matéria-prima a ser utilizada diretamente pelo animal ou como ingrediente nas rações (BRASIL, 1988).

MALLMANN (2007) observou que o limite máximo de aflatoxinas em rações (50ppb) adotado pela legislação brasileira não pode ser considerado seguro na criação de frangos de corte, uma vez que níveis bastante inferiores acarretaram alterações em alguns parâmetros hematológicos, sendo, portanto, potencialmente capaz de afetar o desempenho das aves.

Assim, com base em experimentos realizados *in vivo*, novas recomendações foram estabelecidas com relação aos limites seguros de micotoxinas para rações de frangos de corte. De acordo com LAMIC (2010), estes limites são de 0, 2 e 5 ppb de aflatoxinas, para frangos de corte em fase inicial, crescimento e final, respectivamente, estando bem abaixo dos valores descritos pela portaria ministerial citada.

Sabe-se que, de acordo com a idade do animal e da dose ingerida, diversas repostas biológicas podem ser observadas. Há caso de intoxicação por aflatoxinas em que se observa: necrose hepática, hemorragia e até morte súbita. Com isso, pesquisas foram realizadas com objetivos de conhecer a dose letal média (DL₅₀) para algumas espécies. A DL₅₀, em mg/kg (ppm) para marrecos, galinhas e perus é de 0,36; 6,5 e 1,86, respectivamente (CORRÊA, 2006).

3.2 Levedura de *Saccharomyces cerevisiae* e seu Uso na Alimentação Animal

A levedura de *Saccharomyces cerevisiae* encontra-se classificada entre as espécies pertencentes ao reino dos Fungos. É utilizada como base para a indústria de panificação e de bebidas, para a produção de etanol, além de ser aplicada de forma intensa na área de biotecnologia. Na alimentação animal, tem sido amplamente utilizada como aditivos funcionais nas rações, seja na forma viva (probiótico) ou na forma não viva (prebiótico).

A Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) tem sido intencionalmente adicionada às rações como aditivos prebióticos. Prebiótico, por definição, é um conjunto de ingredientes alimentares, que por não serem digeridos no trato superior de animais monogástricos, desempenham funções específicas no lúmen intestinal, proporcionando efeito benéfico aos animais (GIBSON & ROBERFROID, 1995).

Diversas pesquisas demonstram os benefícios da PCSC na produção de frangos de corte. Sua composição rica em carboidratos, cerca de 80 a 85%, dos quais, glucanos e mananos são os principais componentes, formando aproximadamente 92% dos polissacarídeos constituintes da parede celular

(LÓPEZ, 2007), são considerados os verdadeiros colaboradores para a saúde animal, por estimular o sistema imunológico e contribuir para a integridade da mucosa intestinal (FLEMMING & FREITAS, 2005).

Os glucanos e mananoliogossacarídeos presentes na parede celular desempenham variadas funções no organismo animal. Esses são reconhecidos como imunoestimulantes, assim como colonizadores da mucosa, pois impedem a adesão de microrganismos enteropatogênicos, permitindo o crescimento seletivo de bactérias capazes de propiciar um ambiente intestinal saudável. Além disso, esses polissacarídeos são capazes de ligar-se seletivamente e inativar micotoxinas no lúmen intestinal (ALBINO et al., 2006).

A utilização desses polissacarídeos como aditivos na alimentação animal é relatada desde o início dos anos 1990 (HOOGE, 2004). Seus benefícios sobre a produtividade mostram ser semelhantes aos antimicrobianos melhoradores de desempenho (BENITES et al., 2008), apresentando-se como uma excelente alternativa para aumentar a eficiência produtiva das aves. O interesse por alimentos nutricionalmente seguros faz com que mais pesquisas sejam conduzidas para avaliar a funcionalidade dos prebióticos na produção animal.

Para atenuar os efeitos das micotoxinas na alimentação animal, tem-se utilizado materiais específicos com propriedade de adsorventes. Esses efeitos se baseiam na habilidade dos adsorventes em ligar-se às micotoxinas, passando pelo trato gastrintestinal sem serem absorvidas. Substâncias inorgânicas e biológicas têm sido utilizadas com interesse de reduzir a biodisponibilidade das micotoxinas, entretanto, algumas dessas substâncias podem também reduzir a absorção de nutrientes, por não apresentarem seletividade (PARLAT, 1999).

Os adsorventes, ou aditivos antimicotoxinas (AAM) representam uma estratégia disponível para reduzir os drásticos efeitos das toxinas fúngicas sobre os animais de produção. Logo, há um grande interesse em usar produtos biológicos seguros, de capacidade adsorvente reconhecida, como é o caso do complexo de carboidratos presentes na parede de celular das leveduras.

Apesar da capacidade de suportar altas temperaturas, durante processos de peletização da ração, e sua grande resistência às condições físicas e químicas encontradas no trato digestório dos animais (PERRY, 1995), apenas 50% dos AAM adequadamente analisados apresentaram potencial satisfatório para utilização (MALLMANN et al., 2006).

Os glucomananos apresentam várias características que os tornam eficientes adsorventes para inclusão na alimentação de frangos de corte. Esses polissacarídeos derivados da parede celular de levedura têm mostrado respostas positivas sobre o desempenho de

frangos de corte, reduzindo o impacto da contaminação com micotoxinas na dieta (SWANY et al., 2002; ARAVIND et al., 2003).

Pesquisas comprovam que a adição de glucomananos às rações é capaz de minimizar os efeitos adversos das aflatoxinas para frangos de corte. De maneira geral, a adição de 0,5 a 1,0 Kg de glucomananos esterificados por tonelada de ração mostrou efeitos positivos sobre o desempenho produtivo das aves e à integridade dos rins, fígado, baço, bursa de Fabricius e timo (LÓPEZ, 2007).

DEVEGOWDA & MURTHY (2005) obtiveram bons resultados com o uso de glucomananos como adsorventes para aflatoxinas. Nas avaliações realizadas, observaram maior recuperação de aflatoxinas nas amostras obtidas do conteúdo digestivo, sugerindo que a estrutura tridimensional formada pelos polissacarídeos da parede celular foi capaz de ligar-se às toxinas no lúmen intestinal e reduzir sua absorção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e Período Experimental

O experimento foi realizado no galpão experimental do Núcleo de Pesquisas Micológicas e Micotoxicológicas do Projeto Sanidade Animal (PSA), do Instituto de Veterinária e no Instituto de Zootecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, no período de 12 de janeiro a dois de fevereiro de 2010.

4.2 Instalações, Aves e Procedimentos Experimentais

Foram alojados 288 pintos de corte machos de um dia de idade da linhagem comercial Cobb, distribuídos em delineamento experimental em blocos casualizados, com 4 tratamentos dispostos em um esquema fatorial 2 (sem Aflatoxina B₁ ; com Aflatoxina B₁) x 2 (sem Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae*; com Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae*), conforme Quadro 1.

Quadro 1. Níveis de Aflatoxina B₁ (AFB₁) e concentrações de Parede Celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) nas rações experimentais.

Grupos Experimentais	AFB ₁ (mg/kg)	PCSC (g/kg de ração)
1	0	0
2	0	2
3	1	0
4	1	2

Os animais foram alojados em oito baterias metálicas, compostas de quatro andares de gaiolas medindo cada uma 0,98 x 0,50 x 0,21m, sendo que cada bateria foi ocupada somente por aves que receberam o mesmo tratamento. O bloco foi representado pelo andar, com duas repetições por bloco, 8 repetições por grupo experimental e nove aves por repetição.

A blocagem dos andares foi feita para controlar as possíveis variações relacionadas à condição ambiental em cada um dos andares. Além disso, a distribuição de um tratamento por

cada bateria foi feita para evitar possíveis interações entre os tratamentos, um cuidado que deve ser preconizado em estudos que envolvem tanto microelementos quanto substâncias tóxicas.

Cada gaiola era provida de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tipo calha de 0,50m. Na primeira semana de criação foram utilizados bebedouros infantis do tipo copo e comedouros tipo bandeja. Para o aquecimento das aves foi instalada, em cada gaiola, lâmpada incandescente de 60W.

Foram feitas medições diárias da temperatura, registrando-se as temperaturas de mínimas e máximas do galpão utilizando-se um termômetro analógico de mínima e máxima, e a temperatura do interior de uma das gaiolas localizadas na bateria disposta no centro do galpão, com auxílio de um termômetro em vara.

As médias das temperaturas mínimas e máximas observadas durante o período experimental foram de 26,1°C e 31,7°C, respectivamente. A temperatura média registrada no interior de uma das gaiolas centrais foi de 29,6°C.

Após o recebimento, foi pesada uma parcela representativa dos pintos para o registro do peso médio dos mesmos. A seguir, os pintos foram pesados individualmente e distribuídos nas unidades experimentais de forma a equalizar o peso vivo médio entre as gaiolas. A média de peso vivo dos pintos com 1 dia de idade foi de 42,34g.

Os animais foram recebidos do incubatório já vacinados contra as doenças de Marek, New Castle e Gumboro, respectivamente com as vacinas, Intervet®, Avinew Merial® e Transmune Ceva Sante Animale®.

Para o controle das condições ambientais mínimas desejáveis, foram instalados no galpão dois ventiladores em conjunto com nebulizadores. As aves receberam 24 horas de iluminação (natural + artificial), durante todo período experimental.

A aflatoxina utilizada para este ensaio foi a aflatoxina B₁ (AFB₁) e o adsorvente um complexo de polissacarídeos constituintes da Parede Celular de levedura *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC).

A aflatoxina B₁ (AFB₁) foi produzida no Laboratório do Núcleo de Pesquisas Micológicas e Micotoxicológicas da UFRRJ, a partir de fermentação controlada da cepa de fungo da espécie *Aspergillus flavus* RC 2053 em arroz polido, formando o núcleo de AFB₁, de acordo com as técnicas descritas por Shotwell et al. (1966), com adaptações. Os fungos foram fornecidos pela Universidad Nacional de Rio Cuarto, Argentina.

Todo o núcleo de AFB₁ foi autoclavado, seco a 50°C em estufa e triturado. A micotoxina foi extraída pelo método de Soares & Rodriguez-Amaya (1989) com modificações, e quantificada por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Nas rações em que foi utilizada, a AFB₁ foi incorporada numa proporção de 1 ppm (1 mg de AFB₁/kg de ração). Após obter uma mistura homogênea foi coletada uma amostra de cada ração para extração e quantificação por CLAE, a fim de confirmar a concentração da AFB₁ na ração experimental.

O adsorvente testado foi o produto comercial denominado SAFMANNAN®, cedido pela empresa SAF do Brasil Produtos Alimentícios Ltda. O adsorvente é um complexo com polissacarídeos não amiláceos, obtido da purificação da parede celular de levedura *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) e tem a seguinte composição química: Proteína 28%, Fósforo 1%, Beta glucanos 23%, Mananos 21%, Gordura 20%, Cinzas 4% e Matéria seca 95%. O produto apresenta coloração creme a dourado, odor típico de levedura e sem evidências de impurezas, sendo, segundo o fabricante, um produto livre de resíduos de antibióticos, metais pesados, produtos químicos e contaminantes microbianos, conforme especificação do fabricante.

A ração utilizada foi fabricada especialmente para o experimento, cuja composição atendia no mínimo as exigências preconizadas pela manual da linhagem usada neste experimento (MANUAL COBB, 2008), conforme composição bromatológica relacionada na Tabela 1.

Foi realizada análise de amostra da ração no Laboratório de Micologia e Micotoxicologia do Instituto de Veterinária da UFRRJ para confirmação de que a mesma estava livre de quaisquer micotoxinas.

A AFB₁ e o adsorvente foram adicionados à ração de acordo com os tratamentos, e misturados por 20 minutos em um misturador em Y. As aves receberam água e ração à vontade.

Tabela 1. Composição bromatológica e nutricional da ração balanceada.

Ingredientes	Composição
Milho (PB 8%)	64,170
Farelo de soja (PB 46%)	28,900
Farinha de carne e ossos	5,330
Sal moído	0,261
Calcário calcítico	0,430
Mistura mineral ¹	0,200
Mistura vitamínica ²	0,200
Bicarbonato de sódio	0,144
DL-Metionina	0,106
L-Lisina HCl	0,259
Total	100,000

Nutrientes	Composição Calculada
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.958,0
Proteína bruta (%)	21,000
Fósforo total	0,681
Fósforo disponível	0,450
Cálcio	1,000
Lisina digestível	1,155
Lisina total	1,294
Metionina digestível	0,567
Metionina + cistina digestível	0,840
Metionina + cistina total (%)	0,935
Metionina Total (%)	0,599
Treonina digestível (%)	0,664
Treonina total (%)	0,781
Triptofano total (%)	0,240
Triptofano digestível (%)	0,206
Sódio (%)	0,190
Potássio (%)	0,813
Cloro (%)	0,290
Sódio + Potássio – Cloro (Meq)	208,924

^{1/} Níveis de garantia por kg de produto: Ferro: 7500 mg; Cobre: 2250 mg; Manganês: 15000 mg; Zinco: 15000 mg; Iodo: 250 mg; Selênio: 62,5 mg e excipiente q.s.p.: 1000 g

2/ Níveis de garantia por kg do produto: Vit. A: 2750 MUI; Vit D₃: 500 MUI; Vit E: 4000 mg; Vit K₃: 375 mg ; Vit B₁: 300 mg; Vit B₂: 1125 mg ; Vit B₆: 500 mg ; Vit B₁₂: 4000 mg; Niacina: 8750 mg; Pantotenato de cálcio: 2500 mg; Ácido fólico: 100 mg; Biotina: 15 mg; L-Metionina: 425 g; Cloreto de colina: 125 g; Colistina 2500 mg; Nicarbazina 12500 mg.

A estrutura do galpão e alguns equipamentos utilizados durante este experimento podem ser observados na Figura 1.

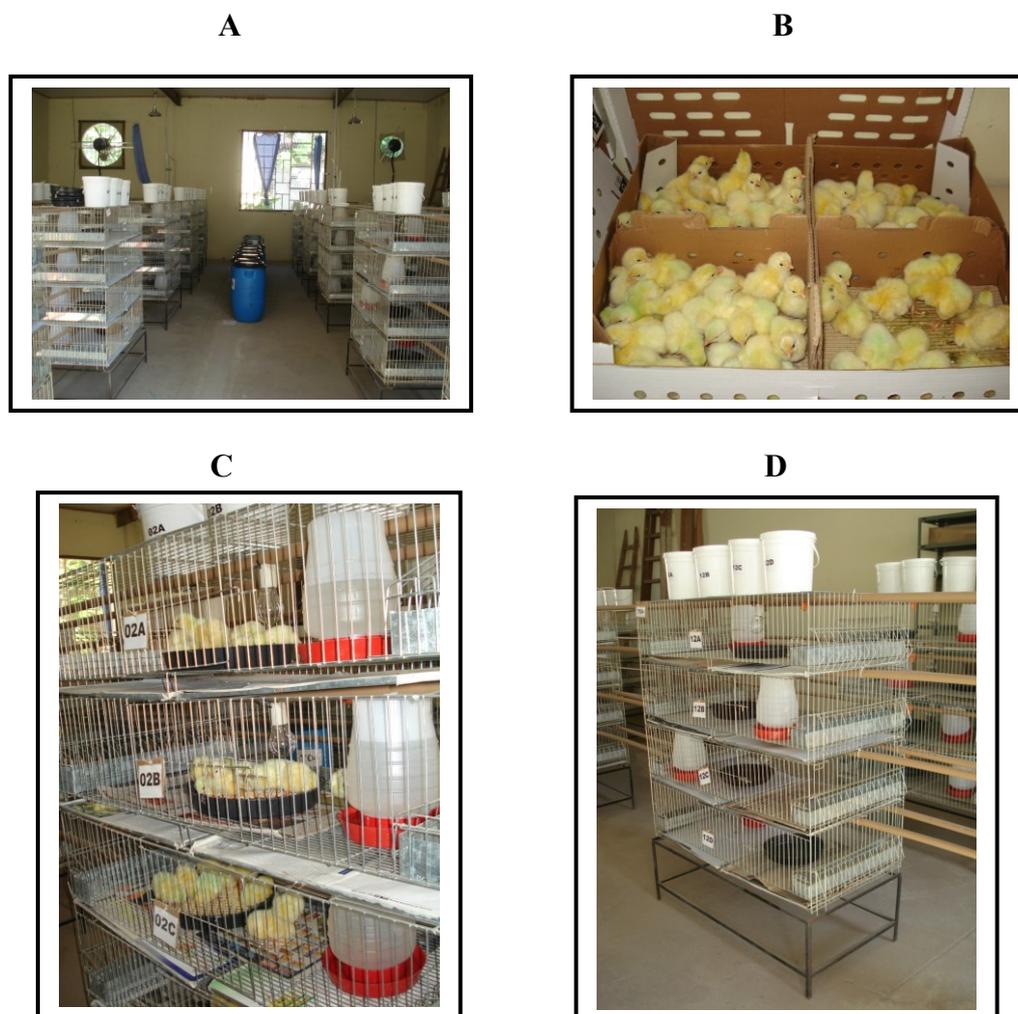


Figura 1. Registro fotográfico. A – Vista do interior do galpão experimental; B – Chegada dos pintos, com um dia de idade; C – Bateria de gaiolas para alojamento dos pintinhos e D – Baterias de gaiolas, detalhes dos andares.

4.3 Metodologia de Avaliação do Experimento

4.3.1 Avaliação do desempenho produtivo

Para verificação do desempenho produtivo foram avaliados o consumo de ração, a conversão alimentar, o peso vivo, o ganho de peso e a viabilidade no período de 1 a 21 dias de idade. As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso.

O consumo de ração foi calculado considerando-se a ração fornecida, descontando-se os desperdícios e as sobras nos comedouros, durante o período experimental. Na ocorrência de óbito, a ração do comedouro foi imediatamente pesada para o cálculo do consumo de ração corrigida. Posteriormente calculou-se a conversão alimentar que consistiu na relação do consumo médio de ração sobre o ganho médio de peso das aves para o período de 1 a 21 dias.

A viabilidade (%) foi calculada pela relação entre o número de aves vivas aos 21 dias de idade e o número de pintos alojados inicialmente.

4.3.2 Avaliação das características de carcaça

Ao final do ensaio de desempenho, aos 21 dias de idade, as aves foram submetidas a jejum de sólidos por seis horas antes do abate. Para avaliação das características da carcaça foram utilizadas 32 aves por tratamento, totalizando 128 aves.

Aos 22 dias de idade, as aves foram individualmente pesadas, identificadas e sacrificadas por deslocamento cervical, no abatedouro do Instituto de Zootecnia da UFRRJ. Posteriormente foram sangradas, escaldadas a 54°C por 2 minutos, depenadas mecanicamente, e evisceradas manualmente, retirando-se a cabeça, o pescoço e os pés.

Após serem lavadas, as carcaças foram penduradas por 5 minutos para eliminação do excesso de água. As carcaças foram pesadas novamente para avaliação do peso da carcaça quente, em seguida foram embaladas em sacos plásticos previamente identificados e foram mantidas resfriadas por 1 hora em água com gelo.

Após esse período foram transferidas para um freezer a 5 °C por um período de 24 horas, de onde foram retiradas para pesagem individual e determinação do peso da carcaça resfriada, realização dos cortes (peito, coxa+sobrecoxa, dorso e asa) e pesagem dos mesmos.

O rendimento de carcaça (%) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça quente (sem pés, cabeça e pescoço) e o peso vivo após o jejum. O rendimento dos cortes (%) foi

obtido pela relação entre o peso desses cortes e o da carcaça resfriada. Foram avaliados também os pesos absolutos, em gramas, das vísceras (coração, fígado e moela), dos órgãos do sistema imunológico (baço e Bursa de Fabricius), e o comprimento total do intestino (cm).

4.4 Análise Estatística

O modelo estatístico adotado para as análises foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + T_j + A_k + (T \times \beta)_{ij} + \epsilon_{ijkl}$$

- Y_{ijkl} = variável resposta;
- μ = média geral;
- β_i = efeito do i-ésimo adsorvente;
- T_j = efeito da j-ésima micotoxina;
- A_k = efeito do k-ésimo bloco;
- $T_j \times \beta_i$ = efeito da interação Micotoxina x Adsorvente;
- ϵ_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação ijkl.

i = sem adsorvente; com adsorvente.

j = sem aflatoxina; com aflatoxina.

k = 1; 2; 3; 4.

l = 1; 2.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000), tendo as médias comparadas pelo teste F, até o nível de 5% de significância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação do Desempenho

Os resultados de peso vivo final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade aos 21 dias de idade encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Peso vivo, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade de frangos de corte aos 21 dias de idade.

Fatores	Variáveis de desempenho				
	Peso Vivo (g)	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar ³	Viabilidade (%)
AFB ₁ ¹ (mg/kg)					
0	732,87a	690,57a	1121,16a	1,604a	98,08a
1	754,13a	711,13a	1134,04a	1,609a	97,14a
PCSC ² (g/kg)					
0	724,33a	682,02a	1086,58b	1,598a	97,53a
2	762,67a	720,28a	1168,62a	1,614a	97,69a
CV(%)	7,35	7,79	5,77	8,50	7,57

¹ Aflatoxina B₁. ² Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*. ³ Consumo de ração(g)/ganho de peso (g).

^a Médias na mesma coluna e para o mesmo fator com letras iguais são equivalentes.

Não houve interação ($p>0,05$) entre os fatores aflatoxina e parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) nas rações sobre as variáveis de desempenho estudadas. Em função disso, os efeitos desses fatores foram analisados e discutidos isoladamente.

A adição de PCSC à ração dos frangos estimulou ($p<0,05$) o consumo de ração no período de 1 a 21 dias de idade, entretanto, isso não se refletiu em aumento significativo ($p>0,05$) no ganho de peso dos frangos ou alteração na conversão alimentar, em parte devido aos altos CV observados para esses parâmetros, 7,79 e 8,50, respectivamente.

Os altos valores de CV encontrados no presente trabalho para os dados de desempenho podem ser parcialmente explicados pelo aumento na desuniformidade dos frangos, que mostraram sinais de estresse calórico na última semana do experimento, em decorrência das temperaturas registradas.

Ainda assim, houve aumento no consumo da ração em que se adicionou PCSC, como já foi salientado, que pode estar relacionado ao efeito trófico causado pelos polissacarídeos da parede celular de leveduras sobre a mucosa digestiva, um efeito descrito por SHASHIDHARA & DEVEGOWDA (2003). Já BENITES et al. (2008) não encontraram diferença significativa no consumo alimentar de frangos de corte consumindo ração com PCSC de 1 a 21 dias de idade.

Os glucomananos presentes na parede celular das leveduras desempenham papel importante sobre a flora benéfica presente no intestino. Esses polissacarídeos promovem um ambiente intestinal saudável, além de estimular respostas imunológicas, o que pode refletir em melhor desempenho zootécnico. Entretanto, no presente estudo, a adição da parede celular à ração não modificou o peso vivo e o ganho de peso dos frangos, resultados que estão de acordo com BENITES et al. (2008), que avaliaram o desempenho de aves aos 21 dias, e não observaram aumento no peso vivo e no ganho de peso das aves alimentadas com 0,5g de PCSC/kg de ração. Resultado semelhante foi encontrado por SANTIN et al. (2003) e ALBINO et al. (2006), utilizando PCSC na mesma concentração utilizada neste experimento.

A presença da aflatoxina na dieta tampouco reduziu ($p>0,05$) o ganho de peso e o peso vivo aos 21 dias, resultado que se contrapõe ao relatado por SANTIN et al. (2003), que alimentando frangos de corte com ração contendo aflatoxina (1mg/kg), observaram redução significativa no peso vivo das aves aos 42 dias, uma idade, portanto, bem distinta daquela utilizada no presente experimento.

A adição de aflatoxina à ração não alterou estatisticamente ($p>0,05$) o consumo de ração e a conversão alimentar, resultados que diferem dos encontrados por SANTIN et al. (2006). Em um estudo anterior, SANTIN et al. (2003) também encontraram uma redução significativa no consumo de ração dos frangos de 1 a 42 dias de idade, com a adição de 1mg/kg de aflatoxina à ração.

Após serem ingeridas, as aflatoxinas são rapidamente absorvidas, e têm o fígado como principal órgão alvo. A biotransformação das aflatoxinas em compostos ainda mais tóxicos, leva à diminuição da produção de sais biliares, o que compromete o metabolismo de lipídios, aumentando a excreção de gorduras (CORRÊA, 2006), e como consequência, queda no desempenho produtivo. Esses efeitos não foram confirmados no presente estudo, em parte devido ao pouco tempo de exposição das aves à micotoxina (21 dias).

Quanto à viabilidade, a média geral foi de 97,60%, sem diferenças estatísticas ($p>0,05$) dentro dos fatores estudados, um valor considerado normal para frangos de corte

nessa faixa etária. A viabilidade deve ser analisada conforme condições de cada experimento, dessa forma, TEDESCO et al. (2004), MIAZZO et al. (2005) e ZAGHINI et al. (2005) não observaram diferenças nesse parâmetro entre os tratamentos com ou sem aflatoxina.

De maneira geral, alguns dados de desempenho dos animais foram inferiores aos dados preconizados pelo manual da linhagem comercial alojada, que estabelece 885g e 1,243, para peso vivo aos 21 dias e conversão alimentar acumulada (MANUAL COBB, 2008), respectivamente. Esses resultados podem em parte ter ocorrido devido às elevadas temperaturas registradas durante o período da pesquisa, superiores à termoneutralidade de 24°C para frangos de corte aos 21 dias de idade (FURLAN & MACARI, 2002), apesar da utilização de nebulizadores e ventiladores.

5.2 Rendimentos e Características das Carcaças de Frangos de Corte

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores aflatoxina e parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) sobre o peso vivo pós-jejum (Tabela 3), peso da carcaça resfriada (Tabela 4) e o peso da coxa+sobrecoxa (Tabela 5). Os demais pesos absolutos de carcaça quente, peito, dorso e asas (Tabela 6) e o rendimento das carcaças e pesos relativos dos cortes (Tabela 7) foram analisados e discutidos separadamente, uma vez que não foram observadas interações.

Tabela 3. Interação dos fatores aflatoxina e PCSC sobre o peso vivo pós-jejum*.

AFB ₁ ¹ (mg/kg)	PCSC ² (g/kg)		Médias
	0	2	
0	764,84aA	764,22aA	764,53
1	735,41bB	781,12aA	758,26
Médias	750,12	772,67	

* CV = 6,68 %. ¹ Aflatoxina B₁. ² Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

^a Médias na linha com letras minúsculas iguais são equivalentes.

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais são equivalentes.

A adição da PCSC na ração que continha aflatoxina resultou em aumento significativo ($p < 0,05$) do peso vivo pós-jejum, um efeito não observado em frangos que receberam ração sem aflatoxina ($p > 0,05$), o que mostrou ser possível a capacidade do adsorvente em se ligar à

micotoxina, que dessa forma foi excretada, sem provocar efeitos deletérios no peso vivo pós-jejum dos frangos.

A análise do efeito da adição da aflatoxina dentro do fator adsorvente, ainda de acordo com a tabela 3, confirmou dados da literatura, já que o peso vivo pós-jejum dos frangos foi significativamente menor ($p<0,05$) quando consumiram ração com aflatoxina, e que pode ser neutralizado com a adição de PCSC às rações. Esse resultado pode ser explicado pela ação do adsorvente sobre a micotoxina, reduzindo sua biodisponibilidade no lúmen intestinal, consequentemente diminuindo sua absorção.

Com relação ao peso absoluto da carcaça resfriada, observou-se que a adição da parede celular em rações contendo aflatoxina resultou no incremento desse peso ($p<0,05$), o que não ocorreu nos tratamentos em que as aves receberam ração sem a micotoxina estudada ($p>0,05$) (Tabela 4), indicando a premissa desta pesquisa, pelo menos em algumas variáveis testadas, do efeito adsorvente da PCSC. Os resultados observados para os dados de carcaça refletem aqueles obtidos para peso vivo pós-jejum.

Tabela 4. Interação dos fatores aflatoxina e PCSC sobre o peso absoluto da carcaça resfriada*.

AFB ₁ ¹ (mg/kg)	PCSC ² (g/kg)		Médias
	0	2	
0	533,41aA	546,87aA	540,14
1	510,56bB	554,41aA	532,48
Médias	521,98	550,64	

* CV = 7,77 %. ¹ Aflatoxina B₁. ² Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

^a Médias na linha com letras minúsculas iguais são equivalentes.

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais são equivalentes.

A presença da PCSC na ração contendo aflatoxina promoveu aumento significativo ($p<0,05$) do peso absoluto da coxa+sobrecoxa, contudo, o mesmo não foi observado para as aves que receberam ração sem aflatoxina ($p>0,05$) (Tabela 5). Diante do resultado observado, foi possível constatar mais uma vez a eficácia da PCSC em sua ação de redução do efeito tóxico da micotoxina, pois ao analisar o efeito da adição da aflatoxina dentro do fator adsorvente, viu-se o efeito negativo ($p<0,05$) da referida micotoxina sobre o peso absoluto da coxa+sobrecoxa, somente em frangos que consumiram ração sem a PCSC.

Tabela 5. Interação dos fatores aflatoxina e PCSC sobre o peso absoluto da coxa+sobrecoxa*.

AFB ₁ ¹ (mg/kg)	PCSC ² (g/kg)		Médias
	0	2	
0	161,88aA	159,34aA	160,61
1	152,75bB	163,34aA	158,04
Médias	157,31	161,34	

* CV = 8,02 %. ¹ Aflatoxina B₁. ² Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

^a Médias na linha com letras minúsculas iguais são equivalentes.

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais são equivalentes.

Os resultados dos parâmetros de carcaça em que não se observaram diferenças significativas nas interações entre os fatores estudados, foram analisados separadamente. Na tabela 6 encontram-se os resultados de peso absoluto das carcaças e dos cortes (peito, dorso e asas) de frangos de corte.

Tabela 6. Pesos absolutos (g) da carcaça quente (CQ) e dos cortes peito, dorso e asas.

Fatores	Pesos absolutos (g)			
	CQ	Peito	Dorso	Asas
AFB ₁ ¹ (mg/kg)				
0	529,15a	176,48 ^a	141,90 ^a	60,04a
1	524,35a	168,06b	144,95 ^a	59,21a
PCSC ² (g/kg)				
0	512,51b	167,28b	136,39 ^a	57,89a
2	540,98a	177,26 ^a	140,47 ^a	61,37a
CV(%)	7,95	11,85	11,15	9,24

¹ Aflatoxina B₁. ² Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

^a Médias na mesma coluna e para o mesmo fator com letras iguais são equivalentes.

A presença do fator aflatoxina na ração dos frangos de corte reduziu significativamente ($p < 0,05$) o peso absoluto do peito. Enquanto, os pesos absolutos da carcaça quente, do dorso e das asas não foram influenciados ($p > 0,05$).

No entanto, a adição da PCSC às rações promoveu aumento significativo ($p<0,05$) do peso da carcaça quente e do peso absoluto do peito, embora sem influência significativa ($p>0,05$), para os pesos absolutos do dorso e das asas.

Os resultados obtidos para rendimento das carcaças e pesos relativos do peito, coxa+sobrecoxa, asas e dorso, encontram-se na tabela 7.

Tabela 7. Rendimento das carcaças e pesos relativos dos cortes (peito, coxa+sobrecoxa, asas e dorso).

Fatores	Pesos relativos (%)				
	RC ³	Peito	C+S ⁴	Dorso	Asas
AFB ₁ ¹ (mg/kg)					
0	69,21a	32,65a	29,76a	26,44a	11,14a
1	69,14a	31,55b	29,77a	27,34a	11,17a
PCSC ² (g/kg)					
0	68,30b	32,06a	29,36b	26,21a	11,14a
2	70,05a	32,15a	30,17a	25,57a	11,99a
CV(%)	4,62	8,57	6,54	10,40	9,85

¹Aflatoxina B₁. ²Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*. ³Rendimento de carcaça. ⁴Coxa+sobrecoxa.

^a Médias na coluna e para o mesmo fator com letras iguais são equivalentes.

Os resultados observados para peso relativo do peito, dorso e asas coincidiram com aqueles encontrados para o peso absoluto desses cortes conforme apresentado na tabela 7, onde se observa que o peso relativo do peito também foi significativamente menor quando a aflatoxina foi adicionada à ração, enquanto que, para os pesos relativos do dorso e das asas, não se observou diferenças significativas da adição do fator aflatoxina às rações.

Portanto, a redução nos pesos vivo pós-jejum e da carcaça resfriada de frangos que receberam ração com aflatoxina, se refletiu na redução do peso relativo do peito, mostrando que houve limitação na expressão do máximo potencial genético dos frangos, em especial do corte que é mais valorizado pelos programas de melhoramento genético.

Embora tenha sido constatada interação significativa ($p<0,05$) para o peso absoluto da coxa+sobrecoxa (Tabela 5), para o peso relativo desse corte não se observou diferença

significativa ($p>0,05$), quando as aves foram alimentadas com ração contendo aflatoxina (Tabela 7), o que mostrou que a redução no peso dos cortes foi proporcional à redução no peso da carcaça.

Os resultados quanto ao rendimento das carcaças não foram influenciados ($p>0,05$) pela ação do fator aflatoxina, se contrapondo aos relatados por GIACOMINI et al. (2006), no entanto, a diferença no rendimento das carcaças observada nos estudos desses autores foi possivelmente em função da elevada concentração de aflatoxina utilizada para intoxicação das aves.

A presença de PCSC nas rações resultou em aumento no rendimento das carcaças, aproximadamente 2% superior à média do grupo que não recebeu PCSC na ração. Os efeitos sobre o rendimento da carcaça com a utilização de PCSC são variáveis e podem ser influenciados pelo nível de inclusão na ração, conforme relatado por WALDROUP et al. (2003).

O peso relativo da coxa+sobrecoxa foi significativamente ($p<0,05$) aumentado quando as aves foram alimentadas com ração contendo PCSC, contudo, os pesos relativos do peito, dorso e asas não foram afetados pela presença do mesmo fator nas rações.

5.2.1 Peso absoluto das vísceras e comprimento do intestino

Houve efeito significativo da interação dos fatores aflatoxina e parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* (PCSC) para o comprimento do intestino ($p<0,05$), conforme dados apresentados na tabela 8. Já, os pesos absolutos dos órgãos foram analisados e discutidos separadamente (Tabela 9), uma vez que não foram observadas interações ($p>0,05$).

Tabela 8. Interação entre os fatores aflatoxina e PCSC sobre o comprimento do intestino (cm).

AFB ₁ ¹ (mg/kg)	PCSC ² (g/kg)		Médias
	0	2	
0	137,92aB	138,96aA	138,44
1	145,04aA	129,98bB	137,51
Médias	141,48	134,47	

¹ Aflatoxina B₁. ² Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

^a Médias na linha com letras minúsculas iguais são equivalentes.

^A Médias na coluna com letras maiúsculas iguais são equivalentes.

A adição da PCSC na ração que continha aflatoxina reduziu significativamente o comprimento do intestino ($p < 0,05$), um efeito não observado em frangos que receberam ração sem aflatoxina ($p > 0,05$). Pela análise do efeito da adição da aflatoxina dentro do fator adsorvente observou-se aumento significativo ($p < 0,05$) no comprimento do intestino das aves que consumiram rações contendo aflatoxina e sem PCSC. O alongamento observado desse órgão pode ser explicado, em parte, pelo efeito deletério da toxina sobre as vilosidades intestinais.

Os resultados dos pesos absolutos do fígado, moela, coração, baço e bursa de Fabricius encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Peso absoluto das vísceras fígado, moela, coração, baço e bursa de Fabricius.

Fatores	Pesos absolutos (g)				
	Fígado	Moela	Coração	Baço	Bursa de Fabricius
AFB ₁ ¹ (mg/kg)					
0	18,95a	18,37a	3,49 ^a	0,60a	1,90a
1	18,75a	18,49a	3,45 ^a	0,56a	1,61b
PCSC ² (g/kg)					
0	18,71a	18,47a	3,48 ^a	0,54b	1,68a
2	18,99a	18,39a	3,46 ^a	0,62a	1,83a
CV(%)	9,65	14,82	11,33	30,60	23,70

¹ Aflatoxina B₁. ² Parede celular de *Saccharomyces cerevisiae*.

^a Médias na mesma coluna e para o mesmo fator com letras iguais são equivalentes.

Ao se avaliar o peso absoluto do fígado, moela e coração, não foram constatadas diferenças significativas ($p > 0,05$) nos pesos desses órgãos quando o fator aflatoxina foi considerado. Dos resultados encontrados, somente os pesos absolutos do fígado e do coração divergem dos relatados por GIACOMINI et al. (2006). Esse autores intoxicando frangos de corte com 3 mg/kg aflatoxina observaram aumento significativo do peso absoluto desses órgãos aos 42 dias de idade.

Apesar de o fígado ser tido como principal órgão alvo de ação das aflatoxinas, não se observou aumento do seu peso absoluto para o grupo que recebeu apenas aflatoxina, comum em casos de aflatoxicose. A concentração de aflatoxina preconizada no presente trabalho foi menor do que a utilizada pelos autores citados, quando trabalharam com frangos de corte aos 42 dias de idade. Supunha-se, no presente trabalho, que uma concentração menor da micotoxina em estudo, fosse suficiente para os danos ao referido órgão, numa idade mais jovem, sem comprometer a vida das aves, mas é provável que a concentração de (1mg/kg) e o tempo de exposição das aves (21 dias) à toxina tenham sido insuficientes para observar os seus efeitos sobre o peso do fígado, bem como ao coração.

Ainda de acordo com a tabela 9, a adição de aflatoxina à ração não alterou ($p>0,05$) o peso absoluto do baço, o que coincide com os estudos feitos por SANTURIO et al. (2000), mas, por outro lado, com relação ao peso absoluto da bursa de Fabricius, órgão também relacionado ao sistema imunológico, observou-se redução significativa ($p<0,05$), na presença de aflatoxina na ração, estando coerente com o resultado relatado por ESPADA et al. (1992). Os efeitos negativos das aflatoxinas estão intimamente relacionados à imunossupressão, que afeta a bursa de Fabricius, reduzindo o seu parênquima (CARDOSO, 2007), tendo como possível consequência aumento da suscetibilidade a doenças infecciosas e parasitárias.

Não se observou interferência significativa ($p>0,05$) da adição de PCSC às rações para os pesos absolutos do fígado, moela, coração e bursa de Fabricius, no entanto, a presença desse fator nas rações aumentou significativamente ($p<0,05$), o peso absoluto do baço. O resultado significativo encontrado pode ser devido à ação benéfica em estimular a resposta imunitária das aves submetidas a dietas contendo parede celular de levedura (STANLEY et al., 1993).

6 CONCLUSÕES

O desempenho zootécnico de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade não foi influenciado pela presença da aflatoxina B₁, provavelmente devido à concentração utilizada no presente estudo e ao pouco tempo de exposição das aves à micotoxina.

Houve efeito positivo da presença de PCSC nas rações, resultando em melhor peso vivo pós-jejum, peso da carcaça e peso absoluto da coxa+sobrecoxa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L. F. T.; FERES, F. A.; DIONIZIO, M. A.; ROSTAGNO, H. S.; VARGAS JÚNIOR, J. G.; CARVALHO, D. C. O.; GOMES, P. C.; COSTA, C. H. R. Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, n. 3, p.742-749, 2006.
- ARAVIND, K. L.; PATIL, V. S.; DEVEGOWDA, G.; UMAKANTHA, B.; GANPULE, S. P. Efficacy of esterified glucomannan to counteract mycotoxicosis in naturally contaminated feed on performance and serum biochemical and hematological parameters in broilers. **Poultry Science**. v. 82, p. 571-576, 2003.
- ASAO, T.; BUCHI, G.; ABDEL-KARDER, M. M.; SHANG, S. B.; WICK, E. L.; WOGAN, G. N. Aflatoxins B and G. **Journal of the American Chemical Society**, v. 85, p. 1706-1707, 1963.
- BENITES, V.; GILHARRY, R.; GERNAT, A. G.; MURILLO, J. G. Effect of dietary mannan oligosaccharide from Bio-Mos or SAF-Mannan on live performance of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**. v. 17, p. 471-475, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria MA/SNAD/SFA n.7, de 9 de novembro de 1988. **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil**, Sec.1, p. 21-968, 1988.
- CARDOSO, V. S. **Efeitos da piperina em frangos de corte (Gallus gallus) com intoxicação experimental por aflatoxinas**. Dissertação de Mestrado. Seropédica (RJ): Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 2007.
- CEE (Comunidade Econômica Europeia) n.º 70/2004 do Conselho de 22 de Julho de 2004, relativo à lista de aditivos autorizados para na alimentação animal. Disponível em http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/list_additives.pdf. Acesso em 27 de maio de 2010.
- COOB VANTRESS. 2008. Suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte. http://www.cobbvantress.com/contactus/brochures/Cobb500_BPN_PORT.pdf. Acesso em 16 jul. 2010.
- CORRÊA, B. Micotoxinas de interesse em avicultura. In: ANDREATTI FILHO, R. L. **Saúde aviária e doenças**. São Paulo: Roca, p. 246-254, 2006.
- COULOMBE, R. A. In: SHARMA, R.P. & SALUNKHE, D.K. **Aflatoxins**. Mycotoxins and phytoalexins. Boca Raton: CRC Press, p.103-143, 1991.
- DALE, N.M. **Ingredient analysis table**. Feedstuffs Reference Issue. Minnetonka: Miller Publishing Co., 1995.
- DEVEGOWDA, G. & MURTHY, T. N. K. Mycotoxins: theirs effects in poultry and some practical solutions. In: THE MYCOTOXIN BLUE BOOK. Reino Unido, Nottingham University, p. 25-56, 2005.

ESPADA, Y.; DOMINGO, M.; GOMEZ, J.; CALVO, M. A. Pathological lesions following an experimental intoxication with aflatoxin B1 in broiler chickens. **Research in Veterinary Science**. v. 53, p.275-279, 1992.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, São Carlos, SP: 2000. **Anais...** p. 255-258.

FLEMMING, J. S. & FREITAS, R. J. S. Avaliação do efeito de prebióticos (MOS), probióticos (*Bacillus licheniformes* e *Bacillus subtilis*) e promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**. v. 10, n. 2, p.41-47, 2005.

FURLAN, R. L. & MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, L. R.; GONZALES, E. **Fisiologia a aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, p. 209-230, 2002.

GIACOMINI, L.; FICK, F. A.; DILKIN, P.; MALLMANN, C. A. Efeitos toxicológicos das aflatoxinas sobre o desempenho e plumagem de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 234-239, 2006.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, B.M. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**. v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.

HOOGE, D. M. Meta-analysis of Broiler Chicken Pen Trials Evaluating Dietary Mannan Oligosaccharide, 1993-2003. **International Journal of Poultry Science**. v. 3, n. 3, p. 163-174, 2004.

IARC - INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER - Some Naturally Occurring Substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. In: **IARC Monographs on the carcinogenic risks to humans**, IARC, Lyon, v.56, 1993.

LAMIC – Laboratório de Análises Micotoxicológicas – Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil. Disponível em <http://www.lamic.ufsm.br>. Acesso 15 abril de 2010.

LÓPEZ, R. M. **Las paredes celulares de lavadura de *Saccharomyces cerevisiae*: Un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorde**. Barcelona: UAB, 2007. 276p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universitat Autònoma de Barcelona, 2007.

MALLMANN, C. A.; DILKIN, P.; GIACOMINI, L. Z.; RAUBER, R. H. Critérios para seleção de um bom sequestrante para micotoxinas. In: Conferência APINCO 2006 de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos, São Paulo, SP: 2006. **Anais...**, p. 213-224.

MALLMANN, C. A.; DILKIN, P.; GIACOMINI, L. Z.; RAUBER, R. H.; PEREIRA, C. E. Micotoxinas em Ingrediente para Alimento Balanceado de Aves. In: XX Congresso Latinoamericano de Avicultura, Porto Alegre, RS: 2007. **Anais...** p. 191-204.

MARIANI, G. V. C. **Efeito de aflatoxinas sobre o desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes períodos de desenvolvimento corporal**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria (RS): Universidade Federal de Santa Maria; 1998.

MCLEAN, M. & DUTTON, M.F. Cellular interactions and metabolism of aflatoxin: an update. **Pharmacology and Therapeutics**. v.65, p.163-192, 1995.

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

MOSS, M. O. Recent studies of mycotoxins. **Journal Applied Microbiol Symposium**. v. 84, n. 5, p. 62S-76S, 1998.

OGIDO R.; OLIVEIRA, C. A.; LEDOUX, D. R.; ROTTINGHAUS, G. E.; CORRÊA, B.; BUTKERAITIS, P.; REIS, T. A.; GONÇALES, E.; ALBUQUERQUE, R. Effects of prolonged administration of aflatoxin B1 and fumonisin B1 in laying japanese quail. **Poultry Science**. v. 83, p. 1953-1958, 2004.

PARLAT, S. S.; YILDIZ, A. O.; OGUZ, H. Effect of clinoptilolite on fattening performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) during experimental aflatoxicosis. **British Poultry Science**. v. 40, p.495-500, 1999.

PERRY, F. G. Biotechnology in animal feeds and feeding, an overview. In: WALLACE, R. J. & CHESSON, A. **Biotechnology in animal feeds and feeding**. Nova Iorque: VCH, p.1-15, 1995.

SANTIN, E. Micotoxicoses. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. Doenças das aves. Campinas: **FACTA**, p. 379-388, 2000.

SANTIN, E.; PAULILLO, A. C.; MAIORKA, A.; NAKAGHI, L. S. O.; MACARI, M.; SILVA, A. V. F.; ALESSI, A. C. Evaluation of the efficacy of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall to ameliorate the toxic effects of aflatoxin in broilers. **International Journal of Poultry Science**. v. 2, n. 4, p. 341-344, 2003.

SANTIN, E.; PAULILLO, A. C.; NAKAGHI, L. S. O.; ALESSI, A. C.; MAIORKA, A. Evaluation of yeast cell wall on the performance of broilers fed diets with or without mycotoxins. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v. 8, n. 4, p.221-225, 2006.

SANTURIO, J. M. Micotoxinas e micotoxicoses na avicultura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v. 2, n. 1, 2000.

SHASHIDHARA, R. G. & DEVEGOWDA, G. Effect of dietary mannan oligosaccharide on broiler breeder production traits and immunity. **Poultry Science**. v.82, p.1319-1325, 2003.

SHOTWELL, L. O.; HESSELTINE, C. W.; SORENSON, W. G. Production of aflatoxina on rice. **Applied Microbiology**. v. 14, n. 3, p. 425-428, 1966.

SILVA, C. S.; COUTO, H. P.; FERREIRA, R. A.; FONSECA, J. B.; GOMES, A. V. C.; SOARES, R. T. R. N. Valores nutricionais de milhos de diferentes qualidades para frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n.5, p.883-889, 2008.

SMITH, J. E.; ROSS, I. C. The toxigênico *Aspergilli*. In: SMITH, J. E.; HENDERSON, R. S. **Mycotoxins and Animal Food**. London: CRC Press, p. 31-61, 1991.

SOARES, L. M. V.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. survey of aflatoxins, ochratoxins A, zearalenona and sterigmatocystin in some Brazilian foods by multitoxin thin layer chromatographic method. **Journal of the Association of Analytical Chemists**, v. 72, p.22-26, 1989.

STANLEY, V. G.; OJO, R.; WOLDESENBET, S.; HUTCHINSON, D. H.; KUBENA, L. F. The use of *Saccharomyces cerevisiae*, to suppress the effect of aflatoxicosis in broiler chicks. **Poultry Science**. v.72, p.1867–1872, 1993.

SWAMY, H. V. L. N., SMITH, T. K., COTTER, P. F., BOERMANS, H. J.; SEFTON, A. E. Effects of feeding blends of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on production and metabolism in broilers. **Poultry Science**. v. 81, p. 966-975, 2002.

TEDESCO, D. et al. Efficacy of Silymarin-Phospholipid complex in reducing the toxicity of aflatoxin B1 in broiler chicks. **Poultry Science**. v. 83, p.1839-1843, 2004.

TESSARI, E. N. C.; OLIVEIRA, C. A. F.; CARDOSO, A. L. S. P.; LEDOUX, D. R.; ROTTINGHAUS, G. Parâmetros hematológicos de frangos de corte alimentados com ração contendo aflatoxina B1 e fumonisina B1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 234-239, 2006.

TRISTAN, T. Q. **Dinâmica toxicológica de aflatoxinas em alimentos de origem animal em Aguascalientes y Querétaro**. Santiago de Querétaro: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; Edición Comunicación del Centro. 117p, 2002.

WALDROUP, P. W.; FRITTS, C. A.; YAN, F. Utilization of Bio-Mos mannan oligosaccharide and Bioplex copper in broiler diets.

ZAGHINI, A.; MARTELLI, G.; SIMIOLI, M.; RIZZI, L. Mannan oligosaccharides and aflatoxin B1 in feed for laying hens: Effects on egg quality, aflatoxins B1 and M1 residues in eggs, and aflatoxin B1 levels in liver. **Poultry Science**. v. 84, p.825- 832, 2005.

ZAVIEZO, D.; CONTRERAS, M. Impacto de hongos y micotoxinas en las aves. **Revista Industria Avícola**. v. 52, p.19-22, 2005.

LEESON, S.; DIAS, G. J.; SUMMERS, J. D. Poultry metabolic disorders and mycotoxins. Guelph, Ontario: University Books, p. 249- 280, 1995.

8 ANEXOS

Dia	Temperatura Mínima °C	Temperatura Máxima °C	Temperatura Interior da Gaiola °C
1	32,0	33,0	34,0
2	28,0	35,0	32,3
3	29,0	31,0	31,1
4	27,0	33,5	27,0
5	25,0	30,0	29,5
6	27,0	31,0	30,5
7	28,0	28,0	30,5
8	27,0	28,0	32,0
9	24,0	36,0	30,0
10	29,0	34,0	29,0
11	25,0	33,0	29,0
12	24,0	32,0	28,6
13	26,0	31,0	27,3
14	23,0	30,0	28,3
15	23,0	31,0	28,0
16	24,0	30,0	29,3
17	29,0	33,0	30,3
18	24,0	32,0	29,6
19	26,0	33,0	30,0
20	28,0	32,0	30,0
21	26,0	32,0	31,5