



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LUIZ GUSTAVO ALESSI ARISTIDES

**DESEMPENHO, PERFIL DE IMUNOGLOBULINAS E  
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS ALIMENTADOS  
COM PRODUTO FERMENTADO À BASE DE  
*Saccharomyces cerevisiae***

---

Londrina  
2014

LUIZ GUSTAVO ALESSI ARISTIDES

**DESEMPENHO, PERFIL DE IMUNOGLOBULINAS E  
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS ALIMENTADOS  
COM PRODUTO FERMENTADO À BASE DE  
*Saccharomyces cerevisiae***

Tese apresentada à Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, no Programa de Pós-graduação em Ciência Animal - Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Oba

Londrina  
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.**

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

A715d Aristides, Luiz Gustavo Alessi.  
Desempenho, perfil de imunoglobulinas e qualidade de carne de frangos alimentados com produto fermentado à base de *Saccharomyces cerevisiae* / Luiz Gustavo Alessi Aristides. – Londrina, 2014.  
77 f. : il.

Orientador: Alexandre Oba.  
Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2014.  
Inclui bibliografia.

1. Frango de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Carne de ave – Qualidade – Teses. 3. Carne – Carcaça – Rendimento – Teses. 4. Imunologia veterinária – Teses. 5. Produção animal – Teses. I. Oba, Alexandre. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 636.5

LUIZ GUSTAVO ALESSI ARISTIDES

**DESEMPENHO, PERFIL DE IMUNOGLOBULINAS E QUALIDADE DE  
CARNE DE FRANGOS ALIMENTADOS COM PRODUTO  
FERMENTADO À BASE DE *Saccharomyces cerevisiae***

Tese apresentada à Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal, no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal - Área de Concentração: Produção Animal.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador. Prof. Dr. Alexandre Oba  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Sebastião Aparecido Borges  
Universidade Tuiuti do Paraná – UTP

---

Prof. Dr. Emerson José Venancio  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Amauri Alcindo Alfieri  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Caio Abércio da Silva  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 3 de abril 2014.

Dedico este trabalho a Deus, por ter me dado forças para chegar até aqui.

A minha família (pai, mãe, irmã, tios e primos) por acreditarem na minha determinação e nos meus sonhos.

Aos meus amigos que me ajudaram muito de forma direta ou indiretamente.

A Claudia Pereira, minha noiva, que é a mulher que eu amo muito.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por permitir alcançar todos os meus objetivos e sonhos e, mais uma vez, chegar ao final de mais uma etapa na minha vida.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina.

Agradeço ao Prof. Alexandre Oba, por ter acreditado em mim e me acolhido junto ao GENAPET (Grupo de Estudo em Nutrição de Aves e Pet), de uma forma talvez inusitada, mas que me deu forças para seguir caminhando. Agradeço as suas orientações tanto profissionais como pessoais durante todo este período e pela amizade construída, que pretendo cultivar por muito tempo.

Aos Professores Amauri e Alice Alfieri por serem exemplos de profissionais e por me ajudar a seguir no meu sonho em um dos momentos que mais precisei de ajuda.

Ao Prof. Emerson José Venancio e ao seus alunos pela contribuição e profissionalismo dedicado a minha pessoa.

Ao Prof. Caio Abércio da Silva, pelo papel importante dele no início da minha carreira profissional e por continuar sendo um amigo e uma referência.

À Prof.<sup>a</sup> Ana Paula de Souza Fortaleza, pela ajuda prestada a parte de estatística, e ao seu digníssimo esposo Arturo Pardo Lozano, meu muito obrigado.

À todos os professores da Medicina Veterinária e da Zootecnia da UEL, que contribuíram em muito para a minha formação Profissional.

À todo grupo GENAPET representado pelos nobres amigos: Ana Carolina Fernandes de Assis; Aryella Carlyne Hoffmann; Francielle Bueno; Gabriela Ferrari Paranhos; Grazielle Simabrukuro; João Antonio Barbosa Filho; João Paulo de Oliveira; José Henrique Ayres Dias; Laryssa Martins; Loredane de Souza Cirillo; Luana Cirilo Teotônio; Luiz Eduardo Takano; Mauricio de Almeida; Paula Sayuri Hayashida; Thais Dornellas; Thayane Leticia Casagrande; Vinícius Pereira Granjo

Aos amigos do Laboratório de Virologia Animal: Bruna Molinari, Flavia Possatti, Juliana Fritzen, Vagner, Elis Lorezenti e, em especial, ao Rodrigo Alejandro Arellano Otonel, meu amigo e irmão, que sacrificou alguns dias e datas importantes como natal e ano novo para me ajudar em análises laboratoriais.

Aos amigos do GPAC (Grupo de Pesquisas e Análise de Carne), Ana Paula Ayub Barbon, Louise Manha Peres que me ajudaram em muito na condução das minhas análises.

Aos funcionários da Fazenda Escola da UEL, Anderson Luiz Apolinário dos Santos, Hermínio Matesco dos Santos, Pedro Dias, Jorge, José Aparecido de Azevedo.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da UEL, pelo carinho dedicado aos alunos da pós-graduação.

À CAPES e ao CNPq pelo apoio ao ensino e à pesquisa.

Ao Prof. Sebastião Aparecido Borges, excelente profissional e amigo, que tem ajudado muito no meu desenvolvimento profissional.

Ao Daniel Pigatto Monteiro pela oportunidade de trabalhar na empresa Tectron Nutrição e Saúde Animal e permitir que eu continuasse com o meu sonho do doutorado.

Aos amigos do departamento técnico da Tectron: Vaneila Lenhardt Savaris, Deise Damiaty Azevedo, Franciely Benthien, Thaís Lorana Savoldi, Matias Appelt, Alisson Gustavo Rotter, José Luiz Schneiders, Luiz Eduardo Takano.

Aos gerentes da Tectron: Nilton Borges, Raul Ferreira Lima, Paulo Pedroso, Edson Reolon, Adriano Rorato, Marco (Chambinho), Acelino Bueno.

Ao meu gerente e amigo, Edson Fontinelli, por me dar forças e oportunidade de crescimento dentro da minha área e entender o quão importante é esta conquista para mim.

A todos os amigos da faculdade, Alessandra Taroda (Capota), Marcelo Takeo Matsubara, Eduardo Nakaghi (Naka), Luciana Padilha (Lú Mimososa), Piero da Silva Agostini (Tripa Seca), Romerson Dognani (coruja), Rodrigo Alejandro Arellano Otonel (Tonel), Katia Cristina Santos (Kátea), Gustavo Martins (Thor), Jakeline Zanon, Gilmar Neves (Dove), Tercilio Turini entre outros que direta ou indiretamente fizeram parte da minha vida acadêmica.

À professora e amiga Maria Isabel Mello Martins, meu muito obrigado.

Ao meu pai, Luiz Alberto, pelo exemplo de pai e homem, meu exemplo de vida, determinação, caráter e competência. E à minha mãe, Cacilda, exemplo de dedicação aos filhos e marido e pela fé em Deus. Obrigado pela

dedicação e por toda a educação que me deram, isso contribuiu muito para que eu chegasse até aqui, realizando mais um de meus sonhos. Amo vocês!

A minha irmã, que sempre me ajudou muito em tudo e que é uma grande guerreira e vitoriosa e pra mim um grande exemplo de superação.

A minha noiva Claudia Pereira que vem fazendo parte da minha vida a alguns anos e que é uma pessoa que eu admiro e tenho muito orgulho. Te amo. Obrigado!

*“Nunca diga a seu Deus o tamanho de seus problemas, mas diga aos seus problemas o tamanho de seu Deus”*

*(Autor desconhecido)*

*JESUS disse... “Tenho-vos dito isto, para que em mim tenhais paz; no mundo tereis aflições, mas tende bom ânimo, eu venci o mundo”*

*(João 16:33)”*

ARISTIDES, L. G. A. **Desempenho, imunidade e qualidade de carne de frangos alimentados com produto fermentado a base de *saccharomyces cerevisiae***. 2014. 77 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de produto fermentado à base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC) na dieta de frangos de corte sobre o desempenho zootécnico, perfil de imunoglobulinas, resposta vacinal contra o vírus da doença de Gumboro, características de carcaça e qualidade de carne. Foram utilizadas 832 aves, as quais foram submetidas a diferentes níveis de inclusão PFBSC (0, 250, 750 e 1500g/t). Foi adotado um delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos, oito repetições e 26 aves por parcela experimental. Os resultados mostram que a inclusão de PFBSC melhorou a conversão alimentar na fase inicial, porém no período total de criação não influenciou no desempenho das aves. Quanto à imunidade das aves, a inclusão de PFBSC não influenciou nos títulos de anticorpos séricos das aves vacinadas contra doença de Gumboro, porém o aumento da inclusão do produto reduziu a produção de IgA e IgM do soro das aves com 21, 28 e 35 dias de idade. Já a inclusão de 250 g/t de PFBSC proporcionou aumento gradativo nas concentrações de IgA e IgM séricas no transcorrer do experimento. As características de rendimento de carcaça e a maioria dos cortes não foram influenciadas, exceto para o rendimento de pernas, enquanto para a qualidade de carne, somente o pH e a oxidação lipídica da carne do peito apresentaram diferenças entre os tratamentos. Conclui-se que para o desempenho zootécnico no ciclo total de produção, não houve efeito das diferentes inclusões de PFBSC, mas houve efeito da inclusão de 250g/t do produto na ração aumentando a IgA e IgM sérica das aves no transcorrer do experimento. Houve também influência das inclusões do PFBSC sobre o aumento de rendimento de coxa e sobre coxa, quanto a qualidade de carne, os resultados demonstram que a menor inclusão, 250 g/t, foi suficiente para reduzir a oxidação lipídica das amostras de peito.

**Palavras-chave:** Frango de corte. Perfil de imunoglobulinas. Rendimento de carcaça. Qualidade de carne.

ARISTIDES, L. G. A. **Performance, immunity and meat quality of broilers fed with fermented product based on *saccharomyces cerevisiae***. 2014. 77 p. Thesis (Doctor's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of different levels of inclusion of fermented product based on *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC) in the diet of broilers and the growth performance, Immunoglobulin profile, vaccine response against infectious bursal disease virus, carcass characteristics and meat quality. 832 birds, which were subjected to different levels of inclusion PFBSC (0, 250, 750 and 1500g/t) were used. Was adopted the block design completely randomized design with four treatments, eight replicates and 26 birds per experimental plot. The results show that the inclusion PFBSC improved feed conversion in the initial phase, however the total period of creation does not affect the performance of birds. Even as the immunity of the birds, the inclusion of PFBSC did not influence the titers of antibodies against the vaccine virus Gumboro Disease, however reduced the production of IgA and IgM serum of birds at 21, 28, and 35 days of age, and the only inclusion of 250 g/t of PFBSC showed a gradual increase in the levels of serum IgA and IgM throughout the experiment. The characteristics of carcass yield and most of the cuts were not affected, except for the legs yield, while the quality of meat, only pH and lipid oxidation of breast meat showed differences between treatments. We conclude that for the performance in total production cycle, there was no effect of different inclusions PFBSC, but there was effect of the inclusion of 250 g/t product in the ration increased IgA and IgM serum of birds throughout the experiment. There was also PFBSC influence of inclusions on the increase the yield legs and the meat quality the results showed that the inclusion of 250 g/t, was sufficient to reduce the lipid oxidation of breast samples.

**Keywords:** Broilers. Immunoglobulins profile. Carcass yield. Meat quality.

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

<b>Tabela 1</b> – Composição percentual e calculada das rações experimentais. ....	42
<b>Tabela 2</b> – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória de frangos de 1 a 7 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC). ....	44
<b>Tabela 3</b> – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória de frangos de 1 a 21 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC). ....	44
<b>Tabela 4</b> – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória de frango de 1 a 35 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC). ....	45
<b>Tabela 5</b> – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória de frangos de 1 a 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC). ....	46
<b>Tabela 6</b> – Resposta vacinal para o vírus da doença de Gumboro, utilizando diferentes níveis de inclusão de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC) na dieta de frango. ....	47
<b>Tabela 7</b> – Perfil de Imunoglobulinas séricas do tipo IgA, IgM e IgY (média $\pm$ erro padrão da média) e p-valor, de aves tratadas com diferentes níveis de inclusão de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC). ....	48
<b>Tabela 8</b> – Desdobramento da interação entre níveis de inclusão de produto fermentado a base de <i>Sacharomyces cerevisiae</i> (PFBSC) e diferentes idades dos frangos de corte para IgA sérica. ....	49
<b>Tabela 9</b> – Desdobramento da interação entre níveis de inclusão de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC) e diferentes idades dos frangos de corte para IgM sérica. ....	50

## ARTIGO 2

<b>Tabela 1</b> – Composição percentual e calculada das rações experimentais. ....	56
<b>Tabela 2</b> – Rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), dorso (RD), asas (RA) e de coxa e sobrecoxa (RCSC) de frangos aos 43 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PBSC).....	57
<b>Tabela 3</b> – Resultados de Luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), pH de amostras de peito de frango alimentados com diferentes níveis de inclusão de produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC).....	59
<b>Tabela 4</b> – Resultados de capacidade de retenção de água (CRA); perda por cozimento (PPC), força de cisalhamento e TBARS de aves alimentadas com diferentes níveis de Produto fermentado a base de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (PFBSC).....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

S. cerevisiae	Saccharomyces cerevisiae
AMP	Adenosina monofosfato
ATP	Adenosina trifosfato
CMG	Carboximetilglucana
CoA	Acetilcoenzima A
DNA	Ácido desoxirribonúcleico
FAD	Flavina-adenina-dinucleotideo
GMP	Guanosina monofosfato
GTP	Guanosina trifosfato
IFN- $\gamma$	Interferon gama
IgA	Imunoglobulina A
IgM	Imunoglobulina M
IgY	Imunoglobulina Y
IL-1	Interleucina 1
IL-10	Interleucina 10
IL-12	Interleucina 12
IL-2	Interleucina 2
IL-6	Interleucina 6
IL-8	Interleucina 8
LPS	Lipolissacarídeos
MCP-1	Proteína quimiotática de monócitos
MOS	Mananoligossacarídeo
NDV	Newcastle Disease Vírus
NK	Natural Killer
pH	Potencial Hidrogeniônico
PSE	Pale, soft and exudative
RNA	Ácido ribonúcleico
SEG	Sulfoetilglucano
Th1	Linfócito T helper 1
Th2	Linfócito T helper 2
TN- $\alpha$	Fator de necrose tumoral - alfa
PFBSC	Produto fermentado à base de Saccharomyces cerevisiae
IFN- $\alpha$	Interferon alfa
g	Gramas
t	Toneladas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1	COMPONENTES EXISTENTES NO PRODUTO DA FERMENTAÇÃO DE Saccharomyces cerevisiae .....	17
2.1.1	Mananoligossacarídeos (MOS) .....	17
2.1.2	β-Glucana .....	19
2.2	AMINOÁCIDOS.....	21
2.3	VITAMINAS.....	23
2.3.1	Vitamina A .....	23
2.3.2	Vitamina D .....	24
2.3.3	Vitamina E .....	24
2.3.4	Vitamina C .....	25
2.3.5	Vitaminas do complexo B .....	26
2.4	COMPOSTOS FENÓLICOS .....	27
2.5	ÁCIDOS ORGÂNICOS .....	28
2.6	NUCLEOTÍDEOS.....	30
2.7	EFEITO DOS PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO DE S. CEREVISIAE SOBRE A MORFOLOGIA GASTRINTESTINAL .....	32
2.8	EFEITO DOS PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO DE SACCHAROMYCES CEREVSIAE SOBRE A MICROBIOTA INTESTINAL .....	33
2.9	EFEITO DOS PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO DE SACCHAROMYCES CEREVISIAE SOBRE O DESEMPENHO DO FRANGO DE CORTE .....	34
2.10	EFEITO DOS PRODUTOS DA FERMENTADO DE S. CEREVISIAE SOBRE A QUALIDADE DE CARNE.....	36
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>38</b>
3.1	OBJETIVO GERAL .....	38
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	38

<b>4</b>	<b>ARTIGO 1 – DESEMPENHO, RESPOSTA VACINAL CONTRA O VÍRUS DOENÇA DE GUMBORO E PERFIL DE IMUNOGLOBULINAS DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM PRODUTO FERMENTADO A BASE DE <i>Saccharomyces cerevisiae</i></b> .....	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>ARTIGO 2 – CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE PRODUTO FERMENTADO A BASE DE <i>Saccharomyces cerevisiae</i></b> .....	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura industrial é uma das atividades agropecuárias mais desenvolvidas no mundo, e o Brasil mantém a posição de maior exportador mundial e de terceiro maior produtor de carne de frango, atrás dos Estados Unidos e da China. A produção de carne de frango atingiu 12,645 milhões de toneladas em 2012, e 69% desta produção foi destinada ao consumo interno e 31% para exportações (UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA, 2013).

A nutrição é um dos fatores mais importantes dentro do sistema avícola, pois é responsável por 70% do custo de produção (ARAÚJO, 2005). Dentro da nutrição, os aditivos ganharam muito destaque, visto que eles podem melhorar a digestibilidade de alguns nutrientes, promover melhor resposta imunológica e, conseqüentemente, gerar melhores resultados zootécnicos frente aos desafios sanitários e de ambiência aos quais estes animais são submetidos (McMULLIN, 2004).

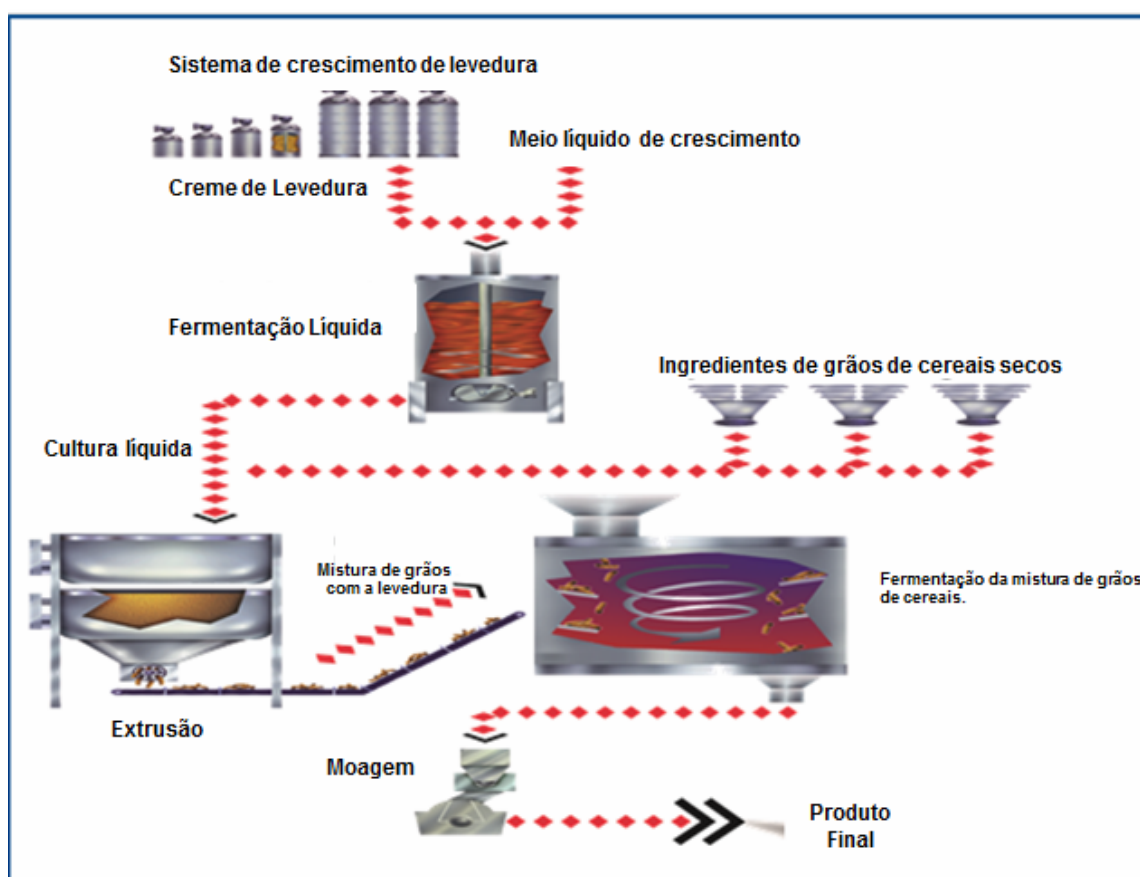
O uso de produtos de fermentação de leveduras como a *Saccharomyces cerevisiae*, tem mostrado resultados positivos na melhoria do crescimento e conversão alimentar (GAO et al., 2008). Este produto, decorrentes da fermentação natural da *S. cerevisiae* com formulação específica de alguns grãos de cereais (milho, soja, sorgo), geram metabólitos que contém paredes de células de levedura ( $\beta$ -glucanos e mananoligossacarídeos), vitaminas, proteínas, peptídeos, aminoácidos, nucleotídeos, ácidos orgânicos, oligossacarídeos, ésteres e álcoois, sendo considerados como múltiplos moduladores do sistema imune e reguladores de flora intestinal, responsáveis pela redução da susceptibilidade dos animais às infecções (JENSEN; PATTERSON; YOON, 2008).

Recentemente, vem sendo trabalhado no Brasil o uso de produtos de fermentação a base de *S. cerevisiae* (PFBSC), para obtenção de melhores resultados de desempenho e respostas imunológicas e, nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho zootécnico, imunidade, características de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de PFBSC.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

PFBSC são produtos decorrentes da fermentação natural de *S. cerevisiae* com formulação específica de alguns grãos de cereais, exemplificados na Figura 1, que ao serem misturados em tanque de fermentação geram metabólitos que contém paredes de células de levedura ( $\beta$ -glucanos e MOS), vitaminas, proteínas, peptídeos, aminoácidos, nucleotídeos, ácidos orgânicos, oligossacarídeos, ésteres e álcoois, sendo considerados como múltiplos moduladores do sistema imune e reguladores de flora intestinal, responsáveis pela redução da susceptibilidade dos animais frente as infecções (JENSEN; PATTERSON; YOON, 2008).

**Figura 1** – Esquema de produção de PFBSC



Fonte: Diamond V®

Este produto de fermentação de levedura contém cerca de 40% de aminoácidos livres, 5 a 7% de nucleotídeos, além de peptídeos e vitaminas solúveis em água. Os aminoácidos predominantes são o ácido glutâmico e o aspártico, os

quais contribuem para o uso do extrato de leveduras como flavorizante e o inositol, um importante promotor de crescimento (RUTZ; RECH; XAVIER, 2005).

Paredes celulares de leveduras contêm  $\beta$ -glucanas e manana-oligosacarídeos (MOS), que também podem estimular a imunidade humoral e a produção de imunoglobulinas (DAVIS et al., 2004).

Ghosh et al. (2012) relataram efeito positivo do uso de *S. cerevisiae* na alimentação de frangos de corte sobre a resposta imune humoral contra a doença de Newcastle, quando comparado ao tratamento controle, sem o uso do aditivo.

Segundo Gao et al. (2008) e Shen et al. (2009) estes componentes, além de contribuírem para o desenvolvimento corpóreo da ave, podem prevenir a interação entre bactérias patogênicas e células intestinais, através de mecanismos existentes como a agregação de MOS à bactérias patogênicas que contem fimbrias do tipo 1, por meio da exclusão competitiva, da produção de substâncias bacteriostáticas e/ou bactericidas geradas pelas bactérias benéficas da microbiota intestinal do hospedeiro e, também fortalecendo o sistema imune, através da ativação dos macrófagos.

Iji, Saki e Tiveyet (2001) demonstraram que PFBSC são capazes de diminuir o número de agentes patogênicos no trato gastrointestinal, apoiando assim a integridade intestinal. Adicionalmente, em estudo *in vitro* foi possível observar que a adição de uma fração solúvel de célula de levedura mostrou efeito anti-inflamatório em conjunto com a ativação de células *natural killer* (NK) e linfócitos B (JENSEN; PATTERSON; YOON, 2008).

## 2.1 COMPONENTES EXISTENTES NO PRODUTO DA FERMENTAÇÃO DE *Saccharomyces cerevisiae*

### 2.1.1 Mananoligosacarídeos (MOS)

MOS é um componente de origem natural extraído a partir da parede celular de *S. cerevisiae*, composta por proteínas, glucanos e radicais de fosfato, bem como a manose (KLIS et al., 2002). Além disso, MOS contêm proteínas que apresentam proporções relativamente elevadas de serina, treonina, ácido aspártico e glutâmico, e pequena quantidade de metionina (SGARBIERI et al., 1999). Estes

componentes promovem o equilíbrio intestinal da microbiota e também têm propriedades de modulação imunológica.

Em estudo realizado por Oliveira et al. (2009), frangos de corte alimentados com dieta suplementadas com MOS apresentaram maiores títulos de anticorpos contra o vírus da doença de Newcastle (NDV) em relação as aves alimentadas com dietas sem MOS ou só com enzimas (fitase, celulase, protease e  $\alpha$ -amilase). A razão para os efeitos positivos do MOS sobre os títulos de anticorpos contra NDV foi que este componente provavelmente atuou como substância considerada estranha ao hospedeiro, o que resultou em estímulo e consequente melhora da resposta imune. A resposta imune é mediada pela ativação de macrófagos, que possuem receptores de ligação de mananas, como demonstrado por McKenzie, Apostolopoulos e Lees (1998).

Seu modo de ação baseia-se na capacidade de se ligarem às fímbrias das bactérias patogênicas, impedindo que se liguem ao epitélio intestinal e, conseqüentemente, colonizem o trato gastrointestinal e exerça a sua ação indesejável ao hospedeiro (COLLET, 2003). É importante destacar que a aderência é um fenômeno específico de reconhecimento entre o micro-organismo e as células do animal infectado e ocorre através da ligação entre adesinas fimbriais e não fimbriais com os receptores correspondentes na superfície celular (HEILBERG; SCHOR, 2003).

As fímbrias são filamentos proteicos delgados que se projetam da superfície da bactéria e a adesão ocorre quando sítios de ligação em suas extremidades reagem com receptores específicos situados nas superfícies das células do hospedeiro. Algumas fímbrias tem sua aglutinação com eritrócitos, a qual é inibida pela D-manose, sendo conhecidas como manose-sensíveis ou fímbria tipo 1 (MORRIS et al., 1983). Portanto, a aderência mediada pela fímbria tipo 1 é bloqueada por D-manose, mas não pela adição de outros monossacarídeos ou por seus derivados (HEILBERG; SCHOR, 2003).

As bactérias Gram-negativas apresentam fímbrias de tipo 1 e ligam-se aos MOS ao invés de se ligarem às células epiteliais, percorrendo o trato sem colonizá-lo, estas fímbrias tipo 1 são estruturas encontradas em diferentes enterobacterias tais como: *Escherichia coli*, *Klebsiella sp*, *Shigella spp*, *Salmonella spp*, *Citrobacter spp*, *Enterobacter sp* (CLEGG; GERLACH, 1987).

Alguns micro-organismos têm a capacidade de reconhecer sítios de ligação em açúcares como se fosse a mucosa intestinal, reduzindo a colonização no intestino por bactérias patogênicas (PELICAN; SOUZA; SOUZA, 2002). Com isso, além da menor incidência de infecções tem-se a mucosa inteiramente apta às suas funções de secreção, digestão e absorção de nutrientes, conforme descritas por Iji e Tivey (1998).

### 2.1.2 $\beta$ -Glucana

Os efeitos imunomoduladores das  $\beta$ -glucanas está envolvido tanto na imunidade humoral quanto na celular, existem diversos relatos que comprovam o efeito imunomodulador em infecções de origem bacteriana (LIANG et al., 1998), viral (JUNG et al., 2004), fúngica (MEIRA et al., 1996) e parasitária (HOLBROOK; COOK; PARKER, 1981).

Os mecanismos envolvidos na resposta imune desencadeada pela  $\beta$ -glucana incluem estímulo da hematopoiese, ativação de macrófagos, neutrófilos e de células NK (HOFER; POSPISIL, 1997). Além disso, envolvem a resposta imune específica pela indução da expressão de diversas citocinas como TNF- $\alpha$  (fator de necrose tumoral), IL-6 (Interleucina-6), IL-8 (interleucina-8) e IL-12 (interleucina-12), (MOON et al., 2005). A relação entre a resposta de defesa desencadeada pela  $\beta$ -glucana e a produção de mediadores específicos vem sendo estudada na busca de esclarecimento dos mecanismos envolvidos. Sob este aspecto, Berner et al. (2005) sugeriram a possibilidade de sinergismo entre a  $\beta$ -glucana e a citocina IFN- $\alpha$  (interferon-alfa) na diminuição do limiar de sensibilidade da resposta imune inata para patógenos fúngicos.

Como biomodulador, a  $\beta$ -glucana apresenta ainda habilidade para deprimir respostas pró-inflamatórias associadas à septicemia bacteriana. Isto ocorre através da remoção de óxido nítrico e células produtoras de citocinas do tipo TNF- $\alpha$ , IL-1 e IL-6 dos locais de inflamação, e aumento dos níveis de mediadores anti-inflamatórios, como IL-10 e proteína quimiotática de monócitos-1 (MCP-1). Dessa forma, o efeito imunomodulador diminui a possibilidade de choque endotóxico e morte do hospedeiro (TZIANABOS, 2000). Luhm et al. (2006) relataram que a imunomodulação pela  $\beta$ -glucana na resposta inflamatória ocorre após e devido a estimulação do receptor de  $\beta$ -glucana e a consequente mudança na relação IL-1 $\beta$

para um receptor agonista de IL-1. Pelo exposto, conhecer a ação de um imunomodulador é importante, pois permite identificar aspectos que melhorem a resposta imune do hospedeiro durante o curso de uma infecção e adotar estratégias para sua prevenção (TZIANABOS, 2000).

De acordo Manners et al. (1973), variações estruturais na molécula como ramificações, tipo de ligações presentes e peso molecular podem definir seu mecanismo de ação, que é fundamental para a modulação do sistema imune.

O grau de ramificação pode influenciar na bioatividade da  $\beta$ -glucana conforme relatado por Chorvatovicová, Machová e Sandula (1996), a solubilidade da  $\beta$ -glucana depende do grau de ramificação, sendo que aquelas altamente ramificadas são solúveis em água. Então, supostamente,  $\beta$ -glucanas com elevado grau de ramificações e, conseqüentemente solúveis, seriam mais eficientes na ativação da resposta imune do hospedeiro.

Outro fator que pode contribuir para a atividade biológica da  $\beta$ -glucana é sua longa permanência nos sistemas de mamíferos, em virtude da ausência de  $\beta$ -glucanases (BROWN; GORDON, 2001). Isto permite que o polímero fique acumulado no fígado, baço e outros órgãos do sistema reticulo endotelial sem sofrer mudanças estruturais significativas. A metabolização da  $\beta$ -glucana é muito lenta e ocorre principalmente por oxidação (MIURA et al., 1998), ou pela secreção através de filtração glomerular (SUDA et al., 1996). Um estudo realizado por Ohno et al. (1999) sugeriu relação entre a longa permanência da  $\beta$ -glucana no organismo dos mamíferos e sua atividade imunoestimulante. Após obter uma  $\beta$ -glucana solubilizada por oxidação, com estrutura possivelmente similar àquela depositada em mamíferos, a atividade biológica foi avaliada, sendo constatado estímulo para biossíntese de IL-8 e atividade antitumoral.

A massa molecular do polissacarídeo também parece estar relacionada com a atividade biológica,  $\beta$ -glucanas de elevada massa molecular ativam diretamente leucócitos, estimulando a atividade fagocítica e citotóxica, bem como a produção de mediadores pró-inflamatórios como citocinas e quimiocinas (BROWN; GORDON, 2001), consideradas mediadores chave da resposta imune humoral para uma infecção (OHATA et al., 2003). Ainda no que se refere à massa molecular, é sabido que  $\beta$ -glucanas de peso molecular intermediário ou baixo possuem atividade biológica *in vivo*, porém, seus efeitos celulares são menos

conhecidos. Geralmente quando muito curtas as  $\beta$ -glucanas são consideradas inativas para imunomodulação (BROWN; GORDON, 2001).

Muckosová, Babicek e Pospisil (2001) relataram que propriedades físico-químicas e a habilidade de absorção das células intestinais são fatores que podem limitar a eficiência de agentes imunomoduladores. Estes pesquisadores analisaram os efeitos imunoestimulantes da  $\beta$ -glucana e de dois derivados solúveis, a carboximetilglucana (CMG) e a sulfoetilglucana (SEG), obtidos de *S. cerevisiae*, administrados via oral e intraperitoneal em camundongos estimulados com lipopolissacarídeos (LPS). As duas vias de administração promoveram melhora significativa na produção de ácido nítrico e atividade de peroxidase das células aderentes peritoneais, porém, a via intraperitoneal foi a mais eficaz.

Conforme Chorvatovicová, Machová e Sandula (1996) a administração oral pode apresentar vantagens, embora o alta massa molecular e a estrutura complexa da  $\beta$ -glucana possa interferir na absorção pelo trato gastrointestinal. De acordo com Tsukada et al. (2003), a administração oral de  $\beta$ -glucana extraída de *S. cerevisiae* realça as funções dos linfócitos intraepiteliais do intestino e, portanto, é absorvida pelo mesmo. Em revisão sobre imunomoduladores, Tzianabos (2000) considerou que a dose, a via e o sincronismo de administração de um biomodulador podem realçar ou suprimir a resposta imune do hospedeiro.

## 2.2 AMINOÁCIDOS

A composição química da levedura contém proteínas com excelente balanço de aminoácidos essenciais, é rica em lisina e treonina e pode ser recomendada como excelente suplemento proteico em dietas que contenham grãos de cereais. A proteína é considerada de boa qualidade quando sua composição em aminoácidos essenciais apresenta-se em quantidade adequada e equilibrada, de modo a aproximar-se dos valores recomendados pelo padrão de referência da FAO/WHO/ONU (1985). Além disso, a palatabilidade da levedura tem a vantagem de se constituir em atrativo (BHATTACHARJE, 1970).

As pesquisas realizadas com resíduos de levedura (*S. cerevisiae*) têm demonstrado que este subproduto pode se constituir em uma fonte de proteína para os suínos nas várias fases do ciclo produtivo (MIYADA; LAVORENTI, 1979). Segundo Butolo (1997), a levedura pode ser utilizada em rações destinadas a

frangos de corte em na inclusão de 10%. Além disso, como fonte de vitaminas do complexo B, foi constatado que supre a metade das exigências das aves, sendo necessário, na prática, a suplementação de apenas 50% das quantidades dessas vitaminas.

A utilização de proteína dietética com baixo valor biológico, reduz as concentrações de aminoácidos no plasma e compromete o sistema imunológico (WU et al., 1998). Assim, há crescente interesse no estudo da função dos aminoácidos no sistema imunológico de mamíferos, aves, peixes e outras espécies (CALDER, 2006; GRIMBLE, 2006; KIM et al., 2007; ROCH, 1999) , pois os aminoácidos podem auxiliar nas respostas imunes e no desenvolvimento de estratégias eficazes para melhorar a saúde e prevenção de doenças infecciosas (McMURRAY; WATSON; REYES, 1981).

Trabalhando com frangos de corte, Bhargava, Hanson e Sunde (1971) observaram que a deficiência de valina e treonina reduziram a produção de anticorpos contra a doença de Newcastle. Já, Chen et al. (2003) observaram que a deficiência de lisina pode reduzir a resposta imune da ave e, conseqüentemente, reduziu a resposta vacinal. Estudo com diferentes níveis de treonina demonstrou que a inclusão de 0,4% deste aminoácido contribuiu para o aumento linear de IgA no íleo, demonstrando que a treonina pode ter efeito direto na imunidade intestinal (AZZAM et al., 2011).

Estudo realizado em pintainhos submetidos à suplementação de metionina em dietas à base de milho e farelo soja acentuaram a produção de anticorpos (TSIAGBE et al., 1987). Ramirez et al. (1997), administrando arginina via oral para pintainhos observaram aumento na resistência à *Salmonella enteritidis*.

Konashi, Takahashi e Akiba (2000) observaram que a deficiência de aminoácidos de cadeia ramificada (isoleucina+leucina+valina) pode afetar a resposta imune mediada por células em relação ao desenvolvimento dos órgãos linfoides e a produção de anticorpos em galinhas. Emadi et al. (2011) observaram que o uso da combinação de arginina + triptofano na dieta de frangos de corte aumentaram os níveis de IFN- $\alpha$ , IFN- $\gamma$  e IgY. Assim, o fornecimento de quantidades adequadas de aminoácidos na dieta proporcionam melhoras no sistema imune das aves.

## 2.3 VITAMINAS

A adição dos complexos vitamínicos nas dietas de frango pode garantir o bom desempenho zootécnico e respostas importantes para imunologia dos animais.

Durante o processo de fermentação das leveduras ocorre a produção de vitaminas do tipo A, E, D e vitaminas do complexo B que podem atuar melhorando o metabolismo, a imunidade e, conseqüentemente, o desenvolvimento da ave.

### 2.3.1 Vitamina A

A vitamina A está relacionada com a manutenção da epiderme e mucosas. Sua deficiência pode causar efeito depressivo na resposta imune do frango (DALLOUL et al., 2002), gerando assim problemas na imunidade inata, pois afeta a produção de muco no trato respiratório, gastrintestinal e urinário. Em relação à imunidade adquirida, a deficiência dessa vitamina prejudica a produção e a função dos linfócitos B. Krishnan et al. (1974) demonstraram que pintos deficientes em vitamina A apresentaram menor produção de linfócitos.

A suplementação de vitamina A na dieta atua na modulação sobre as respostas do sistema imune, ou seja, a resposta celular e humoral em frangos de corte. Assim, em experimentos utilizando vitamina A em dietas para frangos de corte, foi observado que as aves mantidas com baixo teor de vitamina A na dieta (400 UI/kg) apresentaram menor título de anticorpos comparado com o grupo que recebeu concentração de (1500 UI/kg) (LESSARD; HUTCHINES; CAVE, 1997). Segundo estes pesquisadores, a deficiência de vitamina A em frangos de corte desenvolveram uma resposta imune tipo Th2, enquanto que altas doses de vitamina A dietética mostraram melhor resposta imune tipo Th1.

Aves com deficiência de vitamina A mostram resposta linfoproliferativa à concoalina A reduzida e produzem menor concentração sérica de IFN- $\gamma$  em relação as aves que receberam 8.000 UI/kg dessa vitaminana dieta. Estes resultados indicam que a deficiência de vitamina A compromete a resposta imune das aves, com reflexos nos perfis de linfócitos, em um processo que envolve IFN- $\gamma$  (DALLOUL et al., 2002).

### 2.3.2 Vitamina D

Outra vitamina responsável pela modulação do sistema imune é a vitamina D. Aslam, Garlich e Qureshi (1998) relataram que houve redução na atividade de macrófagos, quimiotaxia e produção de citocinas, quando não houve suplementação de vitamina D3.

A deficiência de vitamina D reduz a resposta das células que mediam os componentes do sistema imune em frangos de corte sem afetar a resposta imune humoral (ASLAM; GARLICH; QURESHI, 1998). Estes pesquisadores também observaram que aos 17 dias de idade de frangos de corte, a deficiência de vitamina D diminui o número de macrófagos de 14,7 a 10,1% o que indica que a deficiência de vitamina D deprime a resposta imune celular.

A suplementação com vitamina D reduziu o total de imunoglobulinas A (IgA) e Y (IgY) no soro de aves não infectadas por *Salmonella typhimurium* com 14 e 21 dias de idade, respectivamente, no entanto, aumenta a concentração de (IgY) no soro de aves quando infectadas por *Salmonella typhimurium* aos 21 dias de idade (CHOU; CHUNG; YU, 2009). Assim, estes autores sugerem que as aves podem ser capazes de priorizar e particularizar o uso de suplementos de vitaminas dependendo do estado de saúde.

### 2.3.3 Vitamina E

A ação da vitamina E sobre o sistema imune está relacionada com a sua participação na síntese de eicosanóides que modulam a produção de prostaglandinas e leucotrienos. As prostaglandinas são imunossupressoras, enquanto que os leucotrienos são estimulantes do sistema imunológico, segundo Aderem et al. (1985) a vitamina E apresenta função vital na redução da produção de prostaglandinas ao antagonizar a peroxidação do ácido araquidônico, limitando a entrada de precursores na via das prostaglandinas. Outro efeito da vitamina E está associado com a síntese de IFN- $\gamma$ , que é uma glicoproteína que inibe a replicação viral. Franchini et al. (1990) relataram que, após vacinação para doença de Newcastle e *Pasteurella antipestifer*, os pintos alimentados com 325 ppm de Vitamina E apresentaram maior síntese de IFN- $\gamma$  do que aqueles que receberam dietas contendo apenas 25 ppm.

A importância da vitamina E na resposta imune foi demonstrada ao se observar que a suplementação de 110 e 220 ppm na ração de frangos aumentava a atividade fagocitária dos macrófagos (KONJUFCA et al., 2004). Também foi observado que concentrações moderadas de vitamina E na dieta elevou a síntese de anticorpos contra alguns antígenos e atuou na proliferação de resposta linfocitária (LESHICHINSKY; KLASING, 2001).

De acordo com Da Silva et al. (2009), a suplementação com 65 ppm de vitamina E na dieta melhora o desempenho dos animais desafiados por meio da vacinação contra coccidiose e é eficaz na melhora da resposta imune humoral frente a determinados antígenos.

Kindlen et al. (2007) consideram que os níveis de vitamina E de 50 e 150 ppm na dieta de poedeira leves vacinadas contra *Escherichia coli* aumentaram a produção de imunoglobulina Y (IgY), quando comparada a suplementação com 250 ppm. A adição do maior nível de vitamina E também possui efeito imunomodulador.

Moderada adição de vitamina E na dieta (25 e 50 UI/kg) afeta a resposta imune, por melhorar a resposta de anticorpos a alguns antígenos e aumentar a proliferação de linfócitos. Porém a suplementação com níveis de vitamina E acima de 100 UI/kg não foi observado efeito sobre a resposta imune das aves, isso pode ter ocorrido porque níveis moderados e altos de vitamina E poderiam ter diferentes efeitos antioxidantes sobre os radicais livres, o que resulta em diferente sinal de transdução de eventos e ativação do estado imune celular (LESHICHINSKY; KLASING, 2001).

Por outro lado, Erf et al. (1998) afirmaram que níveis três a quatro vezes maiores de vitamina E que o recomendado nas formulações comerciais, aumentam a percentagem de maturação de células CD4+ e CD8+ presentes no timo e no baço de frangos com sete semanas de idade. Assim, a suplementação da dieta com vitamina E tem efeito na diferenciação de linfócitos T no timo em frangos de corte.

#### 2.3.4 Vitamina C

O ácido ascórbico (vitamina C) melhora a resposta imunológica e a resistência a doenças em aves, pois pode modular a atividade das células B e a adição desta vitamina na dieta antes da imunização resultou em aumento da

produção de anticorpos (McCORKLE et al., 1980; RUND, 1989). Amakye-Anim et al. (2000) concluíram que a suplementação de 1000 ppm de ácido ascórbico na dieta proporciona efeitos benéficos na produção de anticorpos em aves vacinadas contra a doença de Gumboro. A vitamina C também desempenha importante função antioxidante na restauração da vitamina E por meio da redução dos radicais tocoferoxil (BARROETA et al., 2002).

A vitamina C é um agente antioxidante em meio aquoso, desta forma, pode reduzir os níveis de radicais livres, atuando sobre a resposta imunológica dos animais (CHAMPE, 2006). Com relação ao poder redutor, a sua ação seria importante para o restabelecimento dos níveis de vitamina E (BASTOS, 2008).

A vitamina C aumenta a degradação de corticosteroides que são liberados durante o estresse (SAHIN; SAHIN; KUÇUK, 2003). Este hormônio acelera a degradação de proteínas corporais e causa a supressão da resposta imunológica em frangos de corte (SQUIRES, 2003). Assim, a suplementação com a vitamina C pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho, a resposta imunológica e o bem-estar dos animais.

Lohakare et al. (2005) suplementaram frangos de corte com 200 ppm de ácido ascórbico e observaram melhora no desempenho e na imunidade. Resultados semelhantes foram obtidos para a doença de Gumboro tanto com aves vacinadas quanto em infecção natural, quando as aves foram suplementadas com ácido ascórbico (AMAKYE-ANIN et al., 2000).

### 2.3.5 Vitaminas do Complexo B

As vitaminas do complexo B também estão envolvidas no sistema imunológico, onde a piridoxina (vitamina B6) aumenta o número de linfócitos, o peso dos órgãos linfoides, a produção de IL-2 e, conseqüentemente, a produção de imunoglobulinas. Já a cianocobalamina (vitamina B12) atua melhorando a atividade de fagócitos e a proliferação de linfócitos T, enquanto que o ácido pantotênico (vitamina B5) melhora a resposta humoral e a riboflavina (vitamina B2) além de aumentar a resposta humoral, aumenta o número de linfócitos circulantes e o peso do timo (MORAES et al., 2010).

## 2.4 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os flavonoides são classificados de acordo com as suas estruturas químicas. Eles são caracterizados por ter pelo menos um anel aromático com um ou mais grupamentos hidroxila. São biossintetizados a partir da via dos fenilpropanóides e são frequentemente conjugados com açúcares, outros compostos fenólicos e poliamidas (TORRAS-CLAVERIA et al., 2012). A atividade bioquímica dos flavonoides e seus metabólitos dependem da estrutura química e da orientação relativa dos grupamentos na molécula.

Esses compostos possuem uma variedade de funções biológicas. Por exemplo, os flavonoides são conhecidos por exibir propriedades farmacológicas como antiviral, antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória e analgésica (CLAVIN et al., 2007; IBRAHIM et al., 2012; PELZER et al., 1998). Esse grupo compreende compostos polifenólicos de baixo peso molecular contendo 15 átomos de carbono em seu núcleo fundamental (SIMÕES et al., 1999).

Os flavonoides e os compostos fenólicos apresentam atividade anti-inflamatória, visto que podem inibir enzimas envolvidas na síntese de prostaglandinas e leucotrienos, potentes mediadores da resposta inflamatória. As prostaglandinas e leucotrienos são produtos da degradação do ácido araquidônico (SILVA et al., 2002).

Vários efeitos biológicos têm sido atribuídos aos flavonoides e aos compostos fenólicos, visto que são capazes, por exemplo, de inibir a peroxidação de lipídeos e a agregação de plaquetas e de ativar sistemas de enzimas, incluindo ciclooxigenases e lipoxigenases. Esses efeitos são devidos à sua capacidade de remover radicais livres e de quelar cátions divalentes (BRODY, 1994).

Sabe-se que a peroxidação lipídica está intimamente relacionada com processos inflamatórios. A atividade antioxidante das antocianinas cianidina 3-O- $\beta$ -n-glicosil-cianidina e cianidina foi analisada por Tsuda et al. (1994) que usaram auto-oxidação do ácido linoleico, lipossomos, membranas de eritrócitos de coelho e sistemas microssomais de fígado de rato. As duas substâncias apresentaram atividade antioxidante em todos os sistemas. Os dados sugerem que esses compostos podem exercer importante função na peroxidação de membranas celulares induzidas por radicais de oxigênio, ativos em sistemas vivos. A peroxidação lipídica pode ser suspensa por inativação enzimática dos radicais livres

pelo efeito antioxidante dos flavonóides e compostos fenólicos (COOK; SAMMAN, 1996).

Soares, Andreazza e Salvador (2005) verificaram em células de levedura *S. cerevisiae*, maior efeito antioxidante dos flavonoides rutina, hesperidina, sakuranetina, quercetina e naringina, seguidos da naringenina e vitamina E, enquanto que a vitamina C não apresentou atividade antioxidante.

Alguns estudos mostram que flavonóides são capazes de inibir a atividade da fosfolipase A2 (LEE; MATTELIANO; MIDDLETON JUNIOR, 1982; KIM et al., 2004). Além disso, são também capazes de agir sinergicamente com os antioxidantes primários.

Goñi et al. (2007) ao adicionar diferentes níveis de bagaço de uva, rico em compostos fenólicos, na dieta de frangos de corte observaram aumento no nível de vitamina E no fígado das aves alimentadas com o subproduto.

O extrato de própolis rico em polifenóis e flavonoides foi estudado por Taheri, Rahmani e Pourreza (2005) com o objetivo de avaliar o efeito deste produto em diferentes níveis de inclusão na ração do frango de corte sobre a resposta imune humoral e, observaram aumento na produção de anticorpos contra doenças do programa de vacinação a qual estes foram submetidas. Segundo o autor, a inibição da produção da prostaglandina pode ter proporcionado melhor resposta humoral. Além disso, as células T e B responsáveis pela resposta humoral são sensíveis ao dano oxidativo e sabe-se que células do sistema imune quando ativadas geram radicais livres que aumentam o estresse oxidativo (CANTONI; SCHAEFER; PETERS, 2008).

## 2.5 ÁCIDOS ORGÂNICOS

Os ácidos orgânicos são constituintes naturais de plantas e animais. Alguns podem ser formados através da fermentação microbiana no intestino e outros nas rotas metabólicas intermediárias (LEHNINGER; NELSON; COX, 1993). Como grupo químico os ácidos orgânicos são considerados como sendo qualquer substância de estrutura geral R-COOH, gerando grupos de compostos relacionados, conhecidos como derivados dos ácidos carboxílicos, como os aminoácidos, ácidos graxos, coenzimas e metabólitos intermediários (SOLOMON; FRYHLE, 2002). Aqueles associados com atividade antimicrobiana são os ácidos graxos de cadeia

curta (1-7 carbonos), tanto monocarboxílicos, como fórmico, acético, propiônico e o butírico ou carboxilados com o grupo hidroxila como láctico, málico, tartárico e o cítrico.

Os ácidos orgânicos agem diretamente como inibidores do crescimento bacteriano. São utilizados na conservação de grãos e alimentos, sanitização do alimento e aditivo promotor de crescimento em dietas animais. O principal mecanismo de ação dos ácidos refere-se à teoria dos ácidos fracos, exercendo atividade antimicrobiana devido a redução do pH no interior da célula microbiana (CHERRINGTON; HINTON; CHOPRA, 1991; ROTH; KIRCHGESSNER, 1998).

Os ácidos orgânicos são facilmente absorvidos pela membrana celular das bactérias. Uma vez na célula, a porção aniônica do ácido danifica a estrutura do DNA no núcleo das células e, conseqüentemente, as bactérias não se dividem ou podem morrer. A porção catiônica liberada dos ácidos reduz o pH da célula, obrigando a célula bacteriana a utilizar sua energia para liberar os prótons, levando a exaustão celular (LANGHOUT, 2005).

Por terem boa solubilidade em água, os ácidos orgânicos de cadeia curta são os mais utilizados como acidificantes.

O mecanismo de ação antimicrobiana dos ácidos orgânicos é baseado no potencial acidificante e sua capacidade de dissociação. O potencial acidificante está relacionado com a capacidade dos ácidos orgânicos em ceder prótons ( $H^+$ ), mais eficientemente ou não, em diferentes meios o que, quimicamente, reflete o potencial de dissociação do ácido ( $pK_a$ ). Os ácidos orgânicos podem se apresentar em duas formas: não dissociada ( $RCOOH$ ) ou dissociada ( $COOH^-$ ) e esse equilíbrio é medido pelo  $pK_a$ , que indica o pH onde 50% do ácido se encontram na forma dissociada. A ação inibidora dos ácidos orgânicos na forma não dissociada é de 100 a 600 vezes maior do que a forma dissociada e podem permear a membrana celular por difusão e liberar prótons no citoplasma celular.

Todo ácido tem um ou mais  $pK_a$  e quanto mais fácil ele doa seu hidrogênio, mais forte ele é, e se possui mais de um  $pK_a$  significa a existência de mais um próton a ser trocado. A forma não dissociada tem a capacidade de atravessar a membrana celular dos micro-organismos e dissociar-se no seu interior, produzindo íons  $H^+$  que diminuem o pH da célula que reage, eliminando os prótons, tentando manter o pH constante. Esse mecanismo faz com que o gasto energético

seja maior, reduzindo o crescimento celular microbiano e, os ânions COOH<sup>-</sup> do ácido, por sua vez, impedem a síntese de DNA, interferindo na tradução (FRANÇA, 2008).

Thompson e Hinton (1997), avaliando a mistura de ácidos orgânicos com 0,46% e 0,14% de ácidos propiônico e fórmico, respectivamente, usada em níveis de até 1,2% na dieta de poedeiras comerciais observaram ação bactericida contra salmonelas no papo, além de proporcionarem possível diminuição da colonização de bactérias no ceco.

Al-Tarazi e Alshawabkeh (2003) avaliaram a adição de 2% da mistura de ácido fórmico com ácido propiônico em dietas de pintainhas de postura com um dia de idade, observaram que a mistura diminuiu a colonização por *Salmonella pullorum* no papo e ceco e reduziu a excreção do patógeno nas fezes. Os autores verificaram redução na mortalidade após três semanas de tratamento em aves experimentalmente desafiadas no terceiro dia com *Salmonella Pullorum*.

Em aves vacinadas e submetidas à infecção com *Salmonella enteritidis*, foi observado aumento da quantidade de células citotóxicas no ceco indicando saída de células da circulação com destino ao tecido desafiado (BERNDT; PIEPER; METHNER, 2006).

Chowdhury et al. (2009) observaram que frangos recebendo dietas contendo ácido cítrico apresentaram maior tamanho de folículo bursal e de tonsila cecal, sendo que nas tonsilas foi observado maior concentração de linfócitos quando comparados com frangos alimentados com rações isentas de acidificante, demonstrando que este ácido pode auxiliar na melhor resposta do sistema imune contra patógenos entéricos.

## 2.6 NUCLEOTÍDEOS

Os nucleotídeos são compostos por uma base nitrogenada (purina ou pirimidina), uma pentose e um ou mais grupos fosfatos (LEHNINGER; NELSON; COX, 1995). Quando o grupo fosfato é ausente o composto é conhecido como nucleosídeo e são formados pela combinação da pentose e uma base nitrogenada por ligações glicosídicas (RIEGEL, 2002). A pentose pode ser a ribose para o RNA ou a 2'-desoxi-ribose para o DNA. A cadeia de nucleotídeos ligados via fosfodiéster ao carbono-3 e carbono-5 da ribose são conhecidos como polinucleotídeos ou

ácidos nucléicos. Os ácidos nucléicos são responsáveis pelo armazenamento, transmissão e expressão genética. Os ácidos nucléicos ligados a proteínas são chamados de nucleoproteínas.

Os nucleotídeos participam de vários processos bioquímicos essenciais para o funcionamento do organismo (LEHNINGER; NELSON; COX, 1995). Atuam como precursores dos ácidos nucléicos (DNA e RNA), fonte de energia (ATP e GTP), coenzimas (FAD, NAD e CoA) e reguladores fisiológicos (AMPc, GMPc) (LERNER; SHAMIR, 2000). Nutricionalmente, os nucleotídeos não são considerados essenciais, pois são sintetizados pelo organismo utilizando aminoácidos como precursores ou por via de salvamento a partir da degradação de aminoácidos e nucleotídeos da dieta (LERNER; SHAMIR, 2000). Porém, os nucleotídeos são considerados semi ou mesmo essenciais quando o organismo necessita de quantidade maior do que são sintetizados, como no caso de rápido crescimento, estado de doença, consumo limitado de nutrientes ou distúrbio endógeno (LERNER; SHAMIR, 2000).

Nucleotídeos e seus metabólitos têm recebido maior atenção nos últimos anos como potencial imunomoduladores. Eles desempenham papéis fundamentais em várias funções fisiológicas essenciais, incluindo a codificação da informação genética, mediando o metabolismo e sinal de transdução de energia (CARVER; WALKER, 1995). Supõe-se geralmente que a exigência de nucleotídeos podem ser atendidas por vias metabólicas endógenas de síntese e de resgate (AGGETT et al., 2003). No entanto, essa teoria está sendo desafiada por relatos envolvendo seres humanos e animais, que têm mostrado que os nucleotídeos dietéticos são capazes de aumentar a imunidade mediada por células, a proliferação de linfócitos, IL-2, aumentando sua produção e melhorando a resistência do hospedeiro a infecção bacteriana (CARVER; WALKER, 1995).

Em suínos, nucleotídeos na concentração semelhante a do leite humano, exerceram efeito protetor no lúmen intestinal contra resposta inflamatória (BUSTAMANTE et al., 1994).

Nucleotídeos dietéticos aumentaram o crescimento e a maturação das células epiteliais intestinais de camundongos conforme evidenciado pelo aumento da formação da proteína na mucosa, DNA, vilosidades no intestino delgado e aumento da taxa das enzimas maltase e lactase (CARVER, 1994; UAUY et al., 1990). Também estimularam a diferenciação celular (SANDERSON; HE, 1994). A

suplementação com ácido nucléico estimula a proliferação das células da mucosa (TSUJINAKA; KISHIBUCHI; IJIMA, 1999).

A sua deficiência de nucleotídeos pode causar uma diminuição na atividade fagocítica, na produção de linfócitos, e/ou inibir a maturação de linfócitos (PAUBERT-BRAQUET et al., 1992). O uso de nucleotídeos dietéticos estimulam a produção de leucócitos (KULKARNI et al., 1994; CARVER; WALKER, 1995), sendo que a sua exigência é aumentada durante os períodos de desafio imunológico.

## 2.7 EFEITO DOS PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO DE *S. CEREVISIAE* SOBRE A MORFOLOGIA GASTRINTESTINAL

A absorção dos produtos da digestão ocorre inteiramente no intestino delgado através de dois mecanismos, difusão e o transporte ativo. A absorção é facilitada, além de outros fatores, pela disposição da mucosa em inúmeras projeções, chamadas vilosidades e invaginações, formando as criptas de Lieberkhun (BALOG NETO et al., 2008).

As vilosidades intestinais são minúsculas projeções semelhantes a dedos, que possui cerca de 0,5 -1  $\mu\text{m}$  de comprimento projetadas a partir da parede do intestino delgado e com extensões adicionais chamadas microvilosidades que se projetam a partir de células epiteliais das vilosidades. As microvilosidades aumentam a área da superfície da parede intestinal e, conseqüentemente, aumentam a absorção dos nutrientes. Vilosidades mais longas estão associadas com epitélio mais maduro e melhor função de absorção devido ao aumento da área de absorção do vilo. Este comprimento maior aumenta a atividade de enzimas secretadas a partir das extremidades das vilosidades (HAMPSON, 1986), que resulta no aumento de digestibilidade.

O produto da fermentação de levedura contém parede celular composto por mananoligossacarídeos (MOS) que atuam como estimulantes do desenvolvimento animal, por se aderirem às fimbrias das bactérias patogênicas, impedindo que colonizem o trato digestório (LOPES et al., 2011).

Santin et al. (2001) observaram aumento na altura das vilosidades no jejuno na primeira semana, quando os frangos foram suplementados com parede celular *S. cerevisiae*.

A morfologia do trato gastrointestinal é grandemente influenciada pela dieta qual o animal é submetido (SANTIN et al., 2001). Zhang et al. (2005) observaram aumento da altura das vilosidades do íleo em frangos com 21 dias de idade quando suplementados com parede celular de levedura.

Rutz, Anciuti e Rech (2006) avaliaram o desempenho de frangos alimentados com extrato de levedura e obtiveram resultados de aumento da relação vilosidade:cripta, conseqüentemente, mais digestão e absorção dos nutrientes, que refletiu em melhora do desempenho produtivo nas idades de 1 a 7 dias e 38 a 42 dias de vida.

Gao et al. (2008), trabalhando com níveis crescentes de inclusão de produto fermentado de levedura, encontraram maior altura de vilos no duodeno e jejuno e menor profundidade de criptas no jejuno. Yitbarek et al. (2013) estudando os efeitos das macromoléculas existentes nos produtos de levedura, observaram maior altura das vilosidades intestinais quando comparado ao tratamento controle, porém estes resultados não se traduziram em melhor resultados de performance.

## 2.8 EFEITO DOS PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* SOBRE A MICROBIOTA INTESTINAL

O MOS encontrado nos PFBSC e usado como aditivo nas rações, consiste de fragmentos de parede celular de *S. cerevisiae* com estrutura complexa de manose fosforilada, glucose e proteína (SPRING, 1996).

A principal forma de ação deste componente é sobre a modulação benéfica da microbiota nativa presente no hospedeiro. Especula-se que alguns prebióticos específicos poderiam agir diretamente sobre a translocação intestinal de patógenos, impedindo a sua aderência às células epiteliais e ativando a resposta imune adquirida (MATHEW et al., 1993). Para Young (1998), os prebióticos atuam nutrindo e, conseqüentemente, favorecendo as bactérias probióticas que por sua vez irão beneficiar o hospedeiro.

O desenvolvimento da microbiota benéfica no intestino das aves pode ser melhorado pelo uso destes componentes ( $\beta$ -glucana e MOS) especialmente durante períodos de estresse (KREHBIEL et al., 2003). O estresse em aves está condicionado a alguns fatores como consumo de alimentos contaminados, ambiência, manejo deficiente, mudanças na alimentação,

antibioticoterapia prolongada, desafio sanitário e transporte. Kabir et al. (2004) relataram que os micro-organismos benéficos presentes na flora intestinal produzem substâncias bactericidas ou bacteriostáticas. Estas substâncias inibem a proliferação das bactérias patogênicas, pela redução do pH no interior destes micro-organismos, comprometendo a sobrevivência destes patógenos. Além disso, a concorrência para a energia e nutrientes entre micro-organismos benéficos e outras bactérias, denominado “exclusão competitiva”, pode resultar em supressão de espécies patogênicas. Este mecanismo está relacionado à competição por sítios de ligação, verificando-se também competição por nutrientes, produção de substâncias antibacterianas e enzimas por parte das bactérias benéficas e estímulo do sistema imune (MACARI; FURLAN, 2005).

Line et al. (1998), utilizando leveduras do gênero *Saccharomyces*, constataram redução da colonização por *salmonella* spp em condições de estresse pós transporte, de valores de 53,3% de positividade para 40%, após a administração de levedura.

Gao et al. (2009), utilizando níveis crescentes de inclusão de produtos de fermentação de *S. cerevisiae* (0; 0,25 e 0,50%), observaram efeito linear na redução de lesões geradas por infecção de coccídeos em frango de corte.

Em estudo conduzido por Lensing et al. (2012) em aves de postura utilizando dosagem de 0,75g/kg de produtos fermentado de *S. cerevisiae* também observaram redução nas lesões geradas por coccídeos.

## 2.9 EFEITO DOS PRODUTOS DA FERMENTAÇÃO DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* SOBRE O DESEMPENHO DO FRANGO DE CORTE

A levedura apresenta teores de proteína bruta variando de 22,41 a 40,18% com excelente balanço de aminoácidos essenciais, sendo rica em lisina, Rostagno et al. (2005) citam valores de 2,09 e 3,06% de lisina total em levedura. Sua energia metabolizável aparente pode variar de 1963 kcal kg<sup>-1</sup> a 2819 kcal kg<sup>-1</sup> para frangos de corte (ROSTAGNO et al., 2005).

Os metabólitos de levedura são utilizados em dietas de aves para aumentar o crescimento. Gao et al. (2008) relataram que a suplementação da dieta de frangos de corte com 2,5% de produto da fermentação de levedura produziram frangos mais pesados e com melhor conversão alimentar. Yalcin, Ozsoy e Erol

(2008) relataram que a inclusão de PFBSC quando suplementado a 2 g / kg de ração, resultou em aumento no ganho de peso, mas não afetou significativamente o consumo de ração e a conversão alimentar em galinhas poedeiras. Onifade e Babatunde (1996) relataram que a suplementação com 0,15% e 0,45% de levedura seca (*S. cerevisiae*) em dietas ricas em fibra melhorou o ganho de peso e a eficiência alimentar de frangos de corte.

Estudos realizados por Shen et al. (2009) descrevem aumento no ganho médio diário em suínos em fase de creche, quando suplementados com produto de fermentação de leveduras em relação ao grupo controle, esta suplementação com diferentes níveis de inclusão *S. cerevisiae* teve efeito significativo sobre o aumento do consumo de ração e melhora na conversão alimentar. Os efeitos benéficos de *S. cerevisiae* são atribuídos ao fato desta levedura ser uma fonte rica de proteínas, minerais e vitaminas do complexo B, além de  $\beta$ - glucana e MOS que são promotores de crescimento natural utilizados na produção de aves e suínos (VAN LEEUWEN; VERDONK; KWAKERNAAK, 2005).

Van der Peet-Schwering, Jansman e Smidt (2007) demonstraram que os leitões desmamados alimentados com PFBSC apresentaram melhor taxa de crescimento e eficiência alimentar, do que animais do grupo controle e apresentaram desenvolvimento semelhantes ao grupo com promotor de crescimento antibiótico.

Onifade et al. (1998) observaram que uso de produtos à base de *S. cerevisiae* melhoraram o ganho de peso e a conversão alimentar em frango de corte.

A suplementação da dieta com produto da fermentação da *S. cerevisiae* tem sido apresentado como uma alternativa para o aumento da eficiência alimentar e da qualidade dos ovos de aves de postura (TANGENDAJA; YOON, 2002). Outros autores relataram que os produtos de levedura melhoram a digestibilidade dos nutrientes (SHIN; KIM; WHANG, 2005) e desenvolvimento da mucosa intestinal de frangos (SANTIN et al. 2001; ZHANG et al. 2005).

Rutz, Anciuti e Rech (2006) observaram melhor ganho de peso em aves suplementadas com extrato de levedura quando comparado ao tratamento controle. Abdelrahman (2013), utilizando extrato de levedura na inclusão de 3kg/t em dieta de frango de corte, observaram aumento no ganho de peso e melhora na conversão alimentar quando comparado ao tratamento controle.

Osweiler et al. (2010) utilizando diferentes níveis de produto fermentado de *S. cerevisiae* (0,0625% e 0,125%) observaram melhor consumo de ração e ganho de peso em aves desafiadas com aflatoxina.

## 2.10 EFEITO DOS PRODUTOS DA FERMENTADO DE *S. CEREVISIAE* SOBRE A QUALIDADE DE CARNE

Atualmente, os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade do produto adquirido. Dentre os aspectos relacionados à qualidade da carne, Aguiar (2006) observou que para os consumidores a higiene e a aparência são considerados os mais importantes requisitos no ato da compra da carne de frango.

A oxidação lipídica é a principal causa de perda de qualidade da carne depois da deterioração microbiana e também leva a perda de qualidade da carne e de seus produtos (SOARES et al., 2009).

Segundo Jensen, Patterson e Yoon (2008) o PFBSC apresenta propriedades imunomoduladoras e também anti-inflamatórias. Esta última atividade farmacológica está ligada a redução da atividade da enzima fosfolipase A2 à qual Soares et al. (2003) observaram sua atividade aumentada em carnes PSE. Ainda de acordo com Soares et al. (2009) a atividade desta enzima tem um papel relevante no desenvolvimento da síndrome do PSE em uma cascata de reações bioquímicas promovendo a formação dos compostos radicais livres do ácido araquidônico que, finalmente, compromete os sistemas das membranas celulares do músculo, favorecendo a oxidação lipídica.

A respeito da ação antioxidante e anti-inflamatória, Jensen, Patterson e Yoon (2008) em estudos realizados em humanos, avaliaram os efeitos dos PFBSC em um amplo espectro de ensaios *in vitro*, utilizando diferentes subconjuntos de leucócitos humanos e, observaram a ativação de células NK e efeitos anti-inflamatório. As propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias foram analisadas em neutrófilos e eritrócitos humanos em um ensaio destinado a demonstrar a inibição da formação de radicais livres. Os resultados indicam potentes propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes associadas com este metabólito nutricional, em combinação com a ativação de células a partir da resposta imune inata e adaptativa.

Estudo realizado por Aksu et al. (2005) avaliou o efeito da levedura *S. cerevisiae* na dieta de frango de corte e demonstrou redução nos valores de oxidação lipídica da carne.

Outro estudo realizado em frangos de corte por Aristides et al. (2012) também demonstrou que os produtos à base de *Saccharomyces cerevisiae*, obtiveram efeito na redução de oxidação lipídica da carne, demonstrando assim que este tipo de produto pode ter efeito anti-inflamatório e antioxidante.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a adição de diferentes níveis de produto fermentado a base de *S. cerevisiae* na alimentação de frangos de corte e determinar sua ação sobre o desempenho, imunidade e características de carcaça e carne.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de PFBSC;
- Determinar o perfil de imunoglobulinas e a resposta vacinal contra o vírus da doença de Gumboro em frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de PFBSC;
- Determinar o rendimento de carcaça e cortes de frangos alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de PFBSC;
- Avaliar o pH, coloração, capacidade de retenção de água, perdas por cocção, força de cisalhamento e oxidação lipídica da carne do peito de frangos alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de PFBSC.

## 4 ARTIGO 1

**DESEMPENHO, RESPOSTA VACINAL CONTRA O VÍRUS DOENÇA DE GUMBORO E PERFIL DE IMUNOGLOBULINAS DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM PRODUTO FERMENTADO A BASE DE *Saccharomyces cerevisiae***

**RESUMO:** O emprego de aditivos vem ganhando cada dia mais espaço na produção animal e o uso de produtos de fermentação a base de *S. cerevisiae* (PFBSC) vem sendo utilizado para melhorar a qualidade intestinal e a saúde, possibilitando melhores resultados de desempenho zootécnico e imunidade dos frangos de corte. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico, da resposta vacinal contra o vírus da doença de Gumboro e o perfil de imunoglobulinas em frangos de corte alimentados com diferentes níveis de inclusão de PFBSC. Foi utilizado um delineamento em blocos inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (0; 250; 750; e 1500 g PFBSC/t de ração), oito repetições e 26 aves por parcela experimental. O PFBSC melhorou a conversão alimentar na fase inicial, porém no período total de criação este não influenciou no desempenho das aves. Em relação à ação do PFBSC sobre a imunidade, este não influenciou nos títulos de anticorpos específicos contra o vírus da doença de Gumboro, porém foi observada redução na IgA e IgM séricas com o aumento dos níveis do PFBSC. Por outro lado, a inclusão de apenas 250 g/t de PFBSC na ração proporcionou aumento nos níveis de IgA e IgM com o avançar da idade das aves.

**Palavras-chave:** Aves. Desempenho zootécnico. Imunidade.

**PERFORMANCE, VACCINE RESPONSE AGAINST GUMBORO DISEASE VIRUS AND IMMUNOGLOBULIN PROFILE OF BROILERS FED WITH DIFFERENT LEVELS OF FERMENTED PRODUCT BASED ON *Saccharomyces cerevisiae*.**

**ABSTRACT:** The use of additives is gaining more and more space in animal production and use of products of fermentation the base of *S. cerevisiae* has been used to improve intestinal health and quality, providing better results for growth performance and immunity of broilers. The objective of this study was to evaluate the growth performance, vaccine response against infectious bursal disease and immunoglobulins profile of broilers fed with different levels of inclusion of PFBSC. Was used the completely randomized block design, with four treatments (0; 250; 750 and 1500 g/ton the PFBSC), eight replicates and 26 birds per plot. The results showed that the inclusion of PFBSC improved feed conversion at the initial stage, but the total period of creation is not influenced in the performance of birds. In relation the action of PFBSC on immunity, this did not affect the titers against infectious bursal disease, but reduced the production of IgA and IgM in the serum of birds with increased levels of PFBSC. Moreover the inclusion of only 250 g / ton the PBSC in the feed provided increased levels of IgA and IgM with advancing age of the birds.

**Keywords:** Birds. Performance. Immunity.

## INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte é uma das formas mais eficientes e baratas de se produzir proteína animal para alimentação humana no mundo. Os frangos são os animais mais eficientes em transformar grãos em proteína animal, em curto tempo, com utilização de pouco espaço, pouca água e energia (OVIEDO-ROND, 2008).

O grande crescimento observado na produção de aves de corte foi possível devido a melhorias no manejo, nutrição, instalações, ambiente, sanidade e principalmente, devido aos progressos obtidos pelo melhoramento genético (LEDUR; BERTANI; NONES; 2003).

O aumento na produção de frangos de corte gerou maior intensificação na produção, aumentando a quantidade de animais por unidade de espaço, prejudicando desta forma a qualidade do ar e da cama, além da elevação da temperatura dos aviários, aliados à restrição pela utilização de promotores de crescimento favoreceu o aumento do desafio sanitário o qual pode comprometer o desempenho zootécnico dos animais nas unidades de produção (DELLA, 2011).

Neste cenário de maior demanda de produção e maiores desafios é importante que o animal apresente o sistema imune bem desenvolvido e pronto para atuar nas adversidades presentes na produção animal.

Para tal demanda a utilização de produtos de fermentação da levedura *Saccharomyces cerevisiae* tem ganhado a atenção e espaço no mercado e nas pesquisas, estes produtos são decorrentes da fermentação natural que contém parede de célula de levedura ( $\beta$ -glucanos e MOS), vitaminas, proteínas, peptídeos, aminoácidos, nucleotídeos, ácidos orgânicos, oligossacarídeos, sendo consideradas como múltiplos moduladores do sistema imune e responsáveis pela redução da susceptibilidade dos animais às infecções (JENSEN; PATTERSON; YOON; 2008).

Neste sentido o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso de diferentes níveis de inclusão de produtos da fermentação de *S. cerevisiae* na ração do frango de corte sobre os parâmetros de desempenho zootécnico, perfil de imunoglobulinas e resposta vacinal para doença de Gumboro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Pesquisa em Nutrição de Aves da Universidade Estadual de Londrina. Foram alojados 832 pintainhos machos, de um dia de idade, da linhagem Cobb 500. As aves receberam água e alimento *ad libitum* durante todo o período experimental de 42 dias. O manejo do comedouro foi realizado duas vezes ao dia. A água dos bebedouros foi trocada uma vez ao dia e lavados a cada dois dias, com o propósito de aumentar o desafio sanitário.

O período experimental foi dividido nas seguintes fases: pré-inicial (1 - 7 dias idade), inicial (8 - 21 dias idade), crescimento (22 - 35 dias de idade) e abate (36 - 42 dias de idade). As rações experimentais atenderam às exigências mínimas preconizadas por Rostagno et al. (2011) e foram a base de milho e farelo de soja (Tabela 1). Os tratamentos experimentais consistiram no fornecimento de diferentes níveis do produto fermentado a base de *S. cerevisiae* (0; 250; 750 e 1500 g/t). Foram avaliados os dados de desempenho como consumo de ração por ave dia, ganho de peso por ave dia, conversão alimentar e viabilidade criatória.

Todas as aves foram vacinadas via ocular aos 14 dias contra gumboro, com a vacina Bursine 2 da empresa (FORT DODGE®). Foram coletadas amostras de sangue através da punção da artéria jugular de oito aves por tratamento no 14º, 21º, 28º e 35º dia de idade, para realização das análises de imunoglobulinas e resposta vacinal para doença Gumboro. Após a coleta do sangue, procedeu-se a extração do soro, que foi armazenado a - 80º C até a realização das análises. Para as análises de resposta vacinal contra doença de Gumboro foi utilizado o kit da (Idexx® IBD-XR) de acordo com as orientações do fabricante.

As concentrações de imunoglobulinas foram obtidas utilizando os kits de quantificação de IgA, IgM e IgY (Bethyl Laboratories Inc., Montgomery, TX). As curvas padrões foram ajustadas conforme o protocolo do produto e as diluições do soro das amostras foram baseadas nestas curvas e foram: 1:1000; 1:5000 e 1:50.000, respectivamente. Os resultados obtidos por meio da densidade óptica foram convertidos em concentração seguindo os resultados da curva padrão, utilizando o software Curve Experience. Estes resultados de concentração foram ainda multiplicados pela diluição da amostra correspondente a imunoglobulina analisada e após divididos por um milhão para obtenção da unidade mg/mL.

**Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações experimentais.**

Ingredientes (%)	Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Abate
	1- 7 dias	8-21 dias	22-35 dias	36-42 dias
Milho	58	62,29	63,5	66,8
Farelo Soja 46%	37	32	30	26,6
Óleo de soja	0	0,7	1,5	1,6
Núcleo <sup>1</sup>	5	5	5	5
Total	100	100	100	100
<b>Níveis Nutricionais</b>				
Energ. metab. (kcal/kg)	2.950	3.034	3.103	3.146
Proteína Bruta (%)	22,11	20,03	19,11	17,77
Cálcio Disponível (%)	1,12	0,99	0,94	0,94
Fósforo disponível (%)	0,46	0,42	0,40	0,38
Lisina Dig. Aves (%)	1,307	1,151	1,058	0,987
Metionina digest. (%)	0,633	0,531	0,493	0,402
Met+Cist digest. (%)	0,942	0,820	0,773	0,670
Treonina digest. (%)	0,852	0,747	0,684	0,641
Sódio (%)	0,243	0,222	0,179	0,181

**1 -Composição por kg do produto: Pré-inicial:** Cálcio (máximo) 200 g; Cálcio (mínimo) 150 g; Fósforo (mínimo) 32 g; Lisina (mínimo) 32,75 g; Metionina (mínimo) 60,94 g; Treonina (mínimo) 19,60 g; Vitamina A (mínimo) 140.000 UI; Vitamina D3 (mínimo) 40.000 UI; Vitamina E (mínimo) 220 UI; Vitamina K3 (mínimo) 26,22 mg; Vitamina B1 (mínimo) 39,20 mg; Vitamina B2 (mínimo) 96 mg; Vitamina B6 (mínimo) 39,20 mg; Vitamina B12 (mínimo) 200 mcg; Niacina (mínimo) 704,60 mg; Ácido pantotênico (mínimo) 235,20 mg; Ácido fólico (mínimo) 19,60 mg; Biotina (mínimo) 0,80 mg; Colina (mínimo) 5.928 mg; Sódio (mínimo) 44 g; Manganês (mínimo) 1.200 mg; Zinco (mínimo) 1.000 mg; Ferro (mínimo) 800 mg; Cobre (mínimo) 160 mg; Iodo (mínimo) 18,68 mg; Selênio (mínimo) 9 mg; Fitase (mínimo) 10.000 unidades; Protease (mínimo) 7.500 unidades; Amilase (mínimo) 7.500 unidades; B-glucanase (mínimo) 6.250 unidades; Xilanase (mínimo) 12.500 unidades; Celulase (mínimo) 11.250 unidades; Nicarbazina 2.200 mg; Avilamicina 200 mg. **Inicial:** Cálcio (máximo) 200 g; Cálcio (mínimo) 150 g; Fósforo (mínimo) 27 g; Lisina (mínimo) 25,60 g; Metionina (mínimo) 41,50 g; Treonina (mínimo) 11,76 g; Vitamina A (mínimo) 140.000 UI; Vitamina D3 (mínimo) 40.000 UI; Vitamina E (mínimo) 220 UI; Vitamina K3 (mínimo) 26,22 mg; Vitamina B1 (mínimo) 39,20 mg; Vitamina B2 (mínimo) 96 mg; Vitamina B6 (mínimo) 39,20 mg; Vitamina B12 (mínimo) 200 mcg; Niacina (mínimo) 704,60 mg; Ácido pantotênico (mínimo) 235,20 mg; Ácido fólico (mínimo) 19,60 mg; Biotina (mínimo) 0,80 mg; Colina (mínimo) 5.928 mg; Sódio (mínimo) 40 g; Manganês (mínimo) 1.200 mg; Zinco (mínimo) 1.000 mg; Ferro (mínimo) 800 mg; Cobre (mínimo) 160 mg; Iodo (mínimo) 18,44 mg; Selênio (mínimo) 9 mg; Fitase (mínimo) 10.000 unidades; Protease (mínimo) 7.500 unidades; Amilase (mínimo) 7.500 unidades; B-glucanase (mínimo) 6.250 unidades; Xilanase (mínimo) 12.500 unidades; Celulase (mínimo) 11.250 unidades; Nicarbazina 2.200 mg; Avilamicina 200 mg. **Crescimento:** Cálcio (máximo) 150 g; Cálcio (mínimo) 100 g; Fósforo (mínimo) 24 g; Lisina (mínimo) 16 g; Metionina (mínimo) 39 g; Treonina (mínimo) 3.920 mg; Vitamina A (mínimo) 110.000 UI; Vitamina D3 (mínimo) 24.000 UI; Vitamina E (mínimo) 200 UI; Vitamina K3 (mínimo) 24 mg; Vitamina B1 (mínimo) 24 mg; Vitamina B2 (mínimo) 80 mg; Vitamina B6 (mínimo) 38 mg; Vitamina B12 (mínimo) 160 mcg; Niacina (mínimo) 560 mg; Ácido pantotênico (mínimo) 180 mg; Ácido fólico (mínimo) 12 mg; Colina (mínimo) 5.200 mg; Sódio (mínimo) 31 g; Manganês (mínimo) 1.200 mg; Zinco (mínimo) 1.000 mg; Ferro (mínimo) 800 mg; Cobre (mínimo) 160 mg; Iodo (mínimo) 17,91 mg; Selênio (mínimo) 5 mg; Fitase (mínimo) 10.000 unidades; Protease (mínimo) 7.500 unidades; Amilase (mínimo) 7.500 unidades; B-glucanase (mínimo) 6.250 unidades; Xilanase (mínimo) 12.500 unidades; Celulase (mínimo) 11.250 unidades; Salinomicina 1.200 mg; Avilamicina 200 mg. **Abate:** Cálcio (máximo) 150 g; Cálcio (mínimo) 100 g; Fósforo (mínimo) 21 g; Lisina (mínimo) 17,60 g; Metionina (mínimo) 23,80 g; Treonina (mínimo) 3.920 mg; Vitamina A (mínimo) 110.000 UI; Vitamina D3 (mínimo) 10.000 UI; Vitamina E (mínimo) 110 UI; Vitamina K3 (mínimo) 11 mg; Vitamina B2 (mínimo) 40 mg; Vitamina B12 (mínimo) 100 mcg; Niacina (mínimo) 400 mg; Ácido pantotênico (mínimo) 130 mg; Colina (mínimo) 2.183 mg; Sódio (mínimo) 32 g; Manganês (mínimo) 1.200 mg; Zinco (mínimo) 1.000 mg; Ferro (mínimo) 800 mg; Cobre (mínimo) 160 mg; Iodo (mínimo) 17,95 mg; Selênio (mínimo) 5 mg; Fitase (mínimo) 10.000 unidades; Protease (mínimo) 7.500 unidades; Amilase (mínimo) 7.500 unidades; B-glucanase (mínimo) 6.250 unidades; Xilanase (mínimo) 12.500 unidades; Celulase (mínimo) 11.250 unidades.

**Fonte:** Do próprio autor.

Para avaliação de desempenho zootécnico foi adotado um delineamento em blocos inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos, oito repetições, 26 aves por box, totalizando 832 aves. Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão, ( $p < 0,05$ ), através do programa estatístico R.

Para as análises estatísticas dos resultados relativos à concentração de IgA, IgM e IgY, e resposta vacinal para Gumboro foram coletados amostras de sangue de uma ave por repetição, totalizando oito aves por tratamento, sendo adotado o delineamento em blocos inteiramente ao acaso em esquema fatorial 4X4 (níveis de inclusão do produto fermentado á base de *Saccharomyces cerevisiae* e tempos de coleta), os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, ( $p < 0,05$ ), através do programa estatístico R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho obtidos no período pré-inicial (Tabela 2), mostram que diferentes níveis de PFBSC proporcionaram efeito sobre o consumo de ração, explicado pela equação cúbica, em que o valor estimado de inclusão do PFBSC para o menor consumo de ração (165,39 g) foi a inclusão de aproximadamente 307,18 g/t e o maior consumo em torno de (298,41g) quando a inclusão foi de 1692,82 g/t. A conversão alimentar também apresentou efeito dos tratamentos, explicado pela equação cúbica, em que o valor estimado para melhor conversão alimentar (1,25) nesta fase foi a inclusão de aproximadamente 333 g/t e a maior conversão alimentar (1,40) com inclusão de 1000 g/t do produto, enquanto os parâmetros relacionados ao ganho de peso e viabilidade criatória não apresentaram efeito sobre as diferentes inclusões.

As diferenças encontradas na conversão alimentar demonstraram que algumas inclusões de PFBSC melhoraram este parâmetro, provavelmente por propiciar melhor desenvolvimento da microbiota benéfica, aumentando desta forma a digestibilidade dos ingredientes contidos na ração destas aves na fase pré-inicial, obtendo mesmos ganhos de peso entre os tratamentos, porém com melhor eficiência para o período.

**Tabela 2** – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória de frangos de 1 a 7 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC).

Níveis de PFBSC (g/t)	Variáveis analisadas			
	GP (g)	CR (g)	CA	Viabilidade (%)
0	134,40	187,97	1,40	100,00
250	132,93	166,69	1,25	99,50
750	136,05	189,34	1,39	99,50
1500	136,90	180,43	1,32	100,00
CV%	2,47	4,27	4,54	1,03
Valor de p	0,114	0,00003*	0,0002**	1,00

CV % = coeficiente de variação; \* $\bar{Y} = 187,9 - 0,156x + 0,0003x^2 - 0,0000001x^3$ ;  $R^2 = 100$ ; \*\* $\bar{Y} = 1,40 - 0,001x + 0,000002x^2 - 0,000000001x^3$ ;  $R^2 = 100$ .

**Fonte:** Do próprio autor.

Os resultados obtidos no período de 1 a 21 dias de idade demonstram que as diferentes inclusões do PFBSC apresentaram efeito apenas para conversão alimentar (Tabela 3), que é explicado pela equação cúbica em que o valor estimado para a melhor conversão alimentar é de aproximadamente 21 g/t. Os resultados obtidos na conversão alimentar diferem do observado por Gao et al. (2008), que não encontraram diferenças nas conversões alimentares de aves alimentadas com diferentes níveis de inclusão de PFBSC (0; 2,5; 5,0 e 7,5%) até 21 dias e Zhang et al. (2005) observaram melhor ganho de peso ao trabalhar com níveis crescentes de inclusão de produtos a base de *S. cerevisiae* (0,3%; 1% e 3%), porém não observaram diferenças na conversão alimentar.

**Tabela 3** – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória de frangos de 1 a 21 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC).

Níveis de PFBSC (g/t)	Variáveis analisadas			
	GP* (g)	CR* (g)	CA*	Viabilidade (%)
0	842,38	1302,18	1,55	99,50
250	859,36	1285,41	1,50	98,50
750	852,31	1308,01	1,54	98,50
1500	855,56	1306,48	1,53	98,50
CV%	5,58	5,61	1,68	2,10
Valor de p	0,903	0,921	0,006*	0,55

CV % = coeficiente de variação; \* $\bar{Y} = 1,55 - 0,0003x + 0,0000007x^2 - 0,0000000003x^3$ ;  $R^2 = 100$ .

**Fonte:** Do próprio autor.

As Tabelas 4 e 5 referem-se ao desempenho zootécnico no período de 1-35 dias e de 1-42 dias idade, respectivamente. Os resultados mostram que nenhum dos parâmetros avaliados apresentou efeito em função dos diferentes níveis de inclusão de PFBC. Isto mostra que os componentes presentes neste produto não foram suficientes para melhorar o desempenho das aves. Provavelmente, as diferenças que ocorreram na fase inicial (até 21 dias), foram devido a este período ser o mais crítico para o desenvolvimento das aves, onde o sistema imune e digestório não estão desenvolvidos completamente para responder aos desafios encontrados no ambiente onde são criados. Assim o PFBC demonstrou melhorar principalmente a conversão alimentar até o fim da fase inicial. Porém ao atingirem idades mais tardias, como a fase de crescimento e abate, o produto não contribuiu na melhora dos resultados zootécnicos.

Resultados semelhantes foram observados por Zhang et al. (2005) que ao trabalhar com diferentes níveis de PFBC não encontraram efeito ( $p>0,05$ ) nos parâmetros zootécnicos estudados. Aristides et al. (2012) ao trabalhar com parede celular de *S. cerevisiae* também não observaram efeito ( $p>0,05$ ) sobre os resultados zootécnicos. No entanto, Hosseini (2011) também estudando os diferentes níveis de inclusão de produto de *S. cerevisiae* observou melhores resultados zootécnicos ao incluir 1 a 2% na ração, enquanto Fathi et al. (2012) trabalhando com 1,25 e 1,5g/kg de PFBC observaram melhores resultados nos pesos das aves aos 35 dias comparado ao tratamento controle.

**Tabela 4** – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória de frango de 1 a 35 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBC).

Níveis de PFSC (g/t)	Variáveis analisadas			
	GP	CR	CA	Viabilidade
0	2380,59	3723,29	1,56	99,00
250	2347,02	3644,16	1,55	98,50
750	2312,86	3628,90	1,57	98,50
1500	2396,64	3737,07	1,56	98,50
CV%	3,25	3,04	1,08	2,20
Valor de p	0,16	0,158	0,307	0,96

Fonte: Do próprio autor.

**Tabela 5** – Ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória de frangos de 1 a 42 dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC).

Níveis de PFBSC (g/t)	Variáveis analisadas			
	GP	CR	CA	Viabilidade
0	3005,84	5007,69	1,66	98,00
250	2974,85	4933,67	1,65	98,00
750	2941,29	4930,25	1,67	98,00
1500	2975,91	5036,85	1,69	98,50
CV%	3,42	2,62	1,95	3,29
Valor de p	0,662	0,286	0,15	0,61

**Fonte:** Do próprio autor.

Os resultados para resposta vacinal para a doença de Gumboro mostram que não houve interação entre os níveis de inclusão do PFBSC e a idade das aves (Tabela 6). Os diferentes níveis de inclusão de PFBSC não demonstraram efeito sobre a resposta vacinal para Gumboro, porém houve diferença entre os dias de coleta, os quais demonstraram através da equação que com o passar dos dias os títulos vacinais contra o vírus da doença de Gumboro decresciam até 35 dias. Esta queda nos títulos no transcorrer do experimento ocorreu, provavelmente, pela influência da imunidade materna, que pela falta de desafio durante o experimento veio reduzindo os títulos durante as coletas, determinando desta forma resultados negativos e/ou sem resposta protetora para doença em questão.

Resultados distintos foram observados por Oliveira et al. (2009), que ao avaliarem 0,1% de inclusão de MOS, observaram aumento nos títulos de anticorpos específicos contra o vírus da doença de Gumboro na quarta e quinta semana de idade das aves.

**Tabela 6** – Resposta vacinal para o vírus da doença de Gumboro, utilizando diferentes níveis de inclusão de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC) na dieta de frango.

<b>Níveis de PFBSC (g/t)</b>	<b>Título</b>
0	89,89±11,69
250	119,72±21,087
750	121,21± 20,06
1500	104,12±16,74
<b>Idade da ave (dias)</b>	<b>Título</b>
14	166,33± 20,91
21	147,07±18,88
28	60,03±10,23
35	61,51±9,16
<b>Nível de significância (p-valor)</b>	
Inclusão (I)	0,464
Dias de coleta (D)	0,0001
I * D	0,661*

\*  $\hat{Y} = 249,26 - 5,736x$  ( $R^2 = 0,858$ )

**Fonte:** Do próprio autor.

A Tabela 7 apresenta os resultados de concentração sérica de IgA, IgM e IgY de aves suplementadas com diferentes níveis de inclusão de PFBSC. Os resultados mostraram que houve interação entre o níveis de inclusão do produto e o período de coleta para as variáveis IgA e IgM. Para IgY não houve interação, porém observou-se que os diferentes níveis de inclusão de PFBSC não influenciaram nas concentrações de IgY. No entanto, com aumento da idade da ave observou-se aumento na concentração de IgY.

Resultados semelhantes foram observados por Gao et al. (2008), que não identificaram influência do uso de diferentes níveis de PFBSC níveis nas concentrações de IgY, porém observaram diferenças nas concentrações de IgA e IgM, assim como encontrado no presente estudo.

**Tabela 7** – Perfil de Imunoglobulinas séricas do tipo IgA, IgM e IgY (média ± erro padrão da média) e p-valor, de aves tratadas com diferentes níveis de inclusão de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC).

Níveis de PFBSC (g/t)	IgA(mg/mL)	IgM(mg/mL)	IgY(mg/mL)
0	0,239±0,021	0,0818±0,0049	3,476±0,405
250	0,279±0,024	0,0815±0,0038	3,388±0,433
750	0,159±0,0153	0,0575±0,0033	3,089±0,393
1500	0,145±0,0112	0,0619±0,0026	3,130±0,352
Idade das aves (Dias)			
14	0,153±0,0105	0,0681±0,0032	0,973±0,066
21	0,183±0,0145	0,0665±0,0036	2,385±0,261
28	0,236±0,0201	0,0654±0,0034	4,232±0,249
35	0,250±0,0292	0,0828±0,0056	5,493±0,340
Nível de significância (p-valor)			
Inclusão (I)	0,000001	0,000005	0,6514
Dias de coleta (D)	0,00018	0,00013	0,000003*
I * D	0,04902	0,0000005	0,9693

\*  $\hat{Y} = -2,1209 + 0,2201x$  ( $R^2 = 0,995$ )

**Fonte:** Do próprio autor.

Os resultados de desdobramento da interação para IgA (Tabela 8) mostram que a suplementação de diferentes níveis de inclusão do PFBSC na ração não influenciou a IgA sérica aos 14 dias de idade. No entanto aos 21, 28 e 35 dias foi possível observar que o aumento de inclusão do PFBSC na ração diminuiu a concentração de IgA sérica ( $p < 0,05$ ), conforme explicado pelas equações lineares apresentadas na Tabela 8. Isto mostra que, independentemente da idade, a inclusão do PFBSC proporcionou redução nos níveis de IgA sérica. Neste estudo foi possível observar que a inclusão de 250 g PFBSC/t ração proporcionou maiores concentrações de IgA sérica ao longo dos diferentes tempos de coleta, quando comparado aos demais tratamentos, conforme equação apresentada na Tabela 8, demonstrando que nas condições de baixo desafio sanitário no qual foi conduzido este estudo a melhor resposta foi obtida com esta inclusão.

Resultados semelhantes foram observados por Gao et al. (2008), que perceberam que a IgA sérica diminuía com o aumento da inclusão do produto, porém a concentração de IgA de mucosa, avaliada por meio da imunohistoquímica duodenal, aumentava de forma inversa.

**Tabela 8** – Desdobramento da interação entre níveis de inclusão de produto fermentado a base de *Sacharomyces cerevisiae* (PFBSC) e diferentes idades dos frangos de corte para IgA sérica.

Níveis PFBSC (g/t)	Idade das aves (dias)				p-valor
	14	21	28	35	
0	0,168±0,025	0,243±0,030	0,249±0,024	0,298± 0,066	0,0619
250	0,160±0,013	0,244±0,021	0,328±0,041	0,386±0,061	0,000003 <sup>4</sup>
750	0,151±0,026	0,117±0,009	0,224±0,042	0,145±0,025	0,148
1500	0,135±0,018	0,129±0,013	0,145±0,024	0,174±0,030	0,791
p-valor	0,908	0,007 <sup>1</sup>	0,003 <sup>2</sup>	0,00001 <sup>3</sup>	

<sup>1</sup>Y= 0,2383 – 0,000088x (R<sup>2</sup>= 0,704); <sup>2</sup>Y= 0,2956 – 0,000094x (R<sup>2</sup>= 0,682); <sup>3</sup>Y= 0,3275 – 0,000122x (R<sup>2</sup>= 0,524); <sup>4</sup>Y= 0,0132 + 0,0108x (R<sup>2</sup>= 0,682).

**Fonte:** Do próprio autor.

Os resultados de IgM apresentados na Tabela 9, mostram que aos 14 dias de idade, os diferentes níveis de inclusão do PFBSC não influenciaram nas concentrações séricas desta imunoglobulina. No entanto diferenças foram observadas aos 21, 28 e 35 dias de idade, onde com o aumento da inclusão do PFBSC aos 21 dias proporcionou efeito quadrático, onde a menor concentração de IgM ocorreu quando do fornecimento de 1068,33 g PFBSC/t. Já aos 21 dias de idade, observa-se que o aumento do fornecimento do PFBSC proporcionou redução nas concentrações de IgM. Aos 35 dias de idade, houve efeito quadrático, onde a inclusão de 1083,33 g/t proporcionou o menor concentração sérica de IgM.

Houve ainda diferenças nas concentrações de IgM quando comparado a idade das aves dentro de cada nível de inclusão do PFBSC. Para o tratamento controle a concentração mínima estimada para IgM foi alcançada no 18º dia, conforme estimado pela equação. Na inclusão de 250g PFBSC/t de ração, observou-se que houve efeito linear, isto é, à medida que a ave envelhecia, houve aumento nas concentrações de IgM sérica. Já para a inclusão de 750g PFBSC/t de ração, houve efeito quadrático ao longo do tempo, onde seu valor mínimo estimado nas concentrações séricas de IgM ocorreu no 29º dia. Os resultados obtidos neste estudo são contrários aos observados por Gao et al. (2008), que ao trabalharem com aumento de inclusão do PFBSC na dieta de frangos de corte verificaram o aumento na concentração sérica de IgM.

No presente estudo, assim como nos níveis de IgA, apresentados na Tabela 8, a inclusão de 250 g/t proporcionou aumento nas concentrações de IgM

com o passar do tempo. Isso demonstra que esta inclusão pode ser utilizada com o objetivo de melhorar a resposta imunológica das aves no transcorrer da criação.

Os resultados obtidos neste estudo em que o aumento da inclusão do produto na dieta do frango de corte reduziu as concentrações séricas de IgM podem estar ligados ao baixo desafio sanitário encontrado, uma vez que a IgM é o primeiro anticorpo a aparecer após uma infecção (MORGULIS, 2002). No entanto, os níveis de IgM observados neste estudo são semelhantes ao encontrado por Chen et al. (2008) que trabalharam com inclusão de 0,1%  $\beta$ -glucana na dieta de aves de postura e por Salim et al. (2013) que trabalharam com frangos de corte com substitutos de promotor de crescimento à base de probióticos e *S. cerevisiae*.

**Tabela 9** – Desdobramento da interação entre níveis de inclusão de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC) e diferentes idades dos frangos de corte para IgM sérica.

Níveis de PFBSC (g/t)	14	21	28	35	p-valor
0	0,064±0,0061	0,082±0,0095	0,066±0,0074	0,114±0,0059	0,00002 <sup>4</sup>
250	0,069±0,0038	0,069±0,0067	0,085±0,0038	0,1014±0,0091	0,0004 <sup>5</sup>
750	0,077±0,0088	0,053±0,0029	0,049±0,0028	0,050±0,0049	0,003 <sup>6</sup>
1500	0,061±0,0055	0,061±0,0038	0,059±0,0051	0,066±0,0069	0,889
p-valor	0,252	0,0045 <sup>1</sup>	0,0005 <sup>2</sup>	0,0000002 <sup>3</sup>	

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 0,083 - 0,0000641x + 0,00000003x^2$  ( $R^2 = 0,997$ ); <sup>2</sup> $\hat{Y} = 0,0725 - 0,000012x$  ( $R^2 = 0,522$ ); <sup>3</sup> $\hat{Y} = 0,119 - 0,00013x + 0,00000006x^2$  ( $R^2 = 0,927$ ); <sup>4</sup> $\hat{Y} = 0,115 - 0,0053x + 0,000147x^2$  ( $R^2 = 0,693$ ); <sup>5</sup> $\hat{Y} = 0,0427 + 0,00159x$  ( $R^2 = 0,895$ ); <sup>6</sup> $\hat{Y} = 0,1551 - 0,00739x + 0,000126x^2$  ( $R^2 = 0,921$ ).

**Fonte:** Do próprio autor.

## CONCLUSÕES

A inclusão de diferentes níveis PFBSC melhorou a conversão alimentar na fase inicial, porém não influenciou no desempenho das aves de 1 a 42 dias. A inclusão de 250g/t de PFBSC na ração foi a única que promoveu aumento gradativo nas concentrações de IgA e IgM no transcorrer do experimento quando comparado aos demais tratamentos.

## REFERÊNCIAS

ARISTIDES, L. G. A.; PAIÃO, F. G.; MURATE, L. S.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. The Effects of Biotic Additives on Growth Performance and Meat Qualities in Broiler Chickens. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 11, n. 9, p. 599-604, 2012.

CHEN, K. L.; WENG, B. C.; CHANG, M. T.; LIAO, Y.H. Direct enhancement of the phagocytic and bactericidal capability of abdominal macrophage of chicks by beta-1,3-1,6-glucan. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 11, p. 2242-9, 2008.

DELLA, M. P. **A resposta imune de frangos e sua relação com a nutrição e a seleção genética**. 2011. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

FATHI, M. M.; AL-MANSOUR, S.; AL-HOMIDAN, A.; AL-KHALAF, A.; AL-DAMEGH, M. Effect of yeast culture supplementation on carcass yield and humoral immune response of broiler chicks. **Veterinary World**, Gujarat, v. 5, n. 11, p. 651-657, 2012.

GAO, J.; ZHANG, H. J.; YU, S. H.; WU, S. G.; YOON, I.; QUIGLEY, J.; GAO, Y. P.; QI, G. H. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p.1377-1384, 2008.

HOSSEINI, S. The effect of utilization of different levels of saccharomyces cerevisiae on broiler chicken's performance. **Global Veterinaria**, Egito, v. 6, n. 3, p. 233-236, 2011.

JENSEN, G. S.; PATTERSON, K. M.; YOON, I. Yeast culture has anti-inflammatory effects and specifically activates NK cells. **Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases**, Oxford, v. 31, p. 487-500, 2008.

LEDUR, M. C., BERTANI, G. R., NONES, K. Genômica nos programas de melhoramento genético avícola. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – APINCO, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, 2003. p. 87-105.

MORGULIS, M. S. Imunologia aplicada. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZÁLEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP; UNESP, 2002. p. 231-245.

OLIVEIRA, M. C.; FIGUEIREDO-LIMA, D. F.; FARIA FILHO, D. E.; MARQUES, R. H.; MORAES, V. M. B. Effect of mannanoligosaccharides and/or enzymes on antibody titers against infectious bursal and Newcastle disease viruses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 6-11, 2009.

OVIEDO-ROND, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte Edgar, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 239-252, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.

**Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011.

SALIM, H. M.; KANG, H. K.; AKTER, N. KIM, J. H.; KIM, M. J.; NA, J. C.; JONG, H. B.; CHOI, H. C.; SUH, O. S.; KIM, W. K. Supplementation of direct-fed microbials as an alternative to antibiotic on growth performance, immune response, cecal microbial population, and ileal morphology of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 92, n. 8, p. 2084-90, 2013.

ZHANG, A. W.; LEE, B. D. LEE, K. W. SONG, K. B.; AN, G. H.; LEE, C. H. Effects of graded levels of dietary *saccharomyces cerevisiae* on growth performance and meat quality in broiler chickens. **Asian-Australian Journal Animal Science**, v. 18, n. 5, p. 699-703, 2005.

## 5 ARTIGO 2

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS  
ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE PRODUTO FERMENTADO A  
BASE DE *Saccharomyces cerevisiae*.**

**RESUMO:** O uso de produtos fermentados e de componentes de *Saccharomyces cerevisiae* tem sido amplamente empregado na nutrição animal a fim de promover benefícios no desenvolvimento e qualidade das aves. Assim este trabalho teve por objetivo adicionar diferentes níveis de inclusão de produto de fermentação de *S. cerevisiae* (0; 250; 750; 1500g/t) na ração de frangos e avaliar o seu efeito sobre as características de carcaça e cortes, além da qualidade de carne do peito. Para análise de rendimento de carcaça e cortes e qualidade de carne foram abatidas 16 aves por tratamento que representavam o peso médio de cada parcela experimental. As análises de qualidade de carne foram realizadas 24 h após abate e consistiram em cor, pH, capacidade de retenção de água, perda por cozimento, força de cisalhamento e 45 dias após foi realizada a análise de oxidação lipídica de amostras congeladas do peito. Os resultados apontam que os diferentes níveis de inclusão de PFBS não proporcionaram alterações nos rendimento de carcaça, bem como nos parâmetros de cor, capacidade de retenção de água, perda por cozimento e força de cisalhamento, porém influenciou o rendimento de coxa e sobrecoxa, pH e reduziu a oxidação lipídica da carne do peito de frangos. Neste estudo conclui-se que todas as inclusões de PFBS na ração promoveram aumento no rendimento de coxa e sobrecoxa e a inclusão de 250 g/t foi suficiente para iniciar a redução na oxidação lipídica das amostras de peito analisadas.

**Palavras-chave:** Rendimento de carcaça e cortes. pH. Oxidação lipídica.

## CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY OF BROILERS FED WITH DIFFERENT LEVELS OF FERMENTED PRODUCT BASED ON *Saccharomyces cerevisiae*.

**ABSTRACT:** The use of fermented products and components of *Saccharomyces cerevisiae* has been widely used in animal nutrition benefits to promote the development and quality of birds. Thus this work aims to add different levels of inclusion of the fermentation product of *S. cerevisiae* (0, 250, 750; 1500g/t) in the feed of broilers and to evaluate its effect on carcass characteristics and cuts, beyond quality of breast meat. For analysis of carcass yield and cuts, and meat quality were slaughtered 16 birds per treatment to which they represented the average weight of each experimental plot. The meat quality analyzes were performed 24 hours after slaughter and consisted of color, pH, water holding capacity, cooking loss, shear force and 45 days after analysis of lipid oxidation in the frozen samples was carried chicken breast. The results indicate that different levels of inclusion of fermented product base of *S. cerevisiae* provided no changes in carcass yield and the parameters of color, water holding capacity, cooking loss and shear force, but influenced legs yield, pH and reduced lipid oxidation of broiler breast meat. In this study it is concluded that all inclusions PFBSC in the ration caused an increase in the yield of legs and including 250 g/t was sufficient to initiate the reduction in lipid oxidation of breast samples analyzed.

**Keywords:** Carcass and cut yield. pH. Lipid oxidation.

### INTRODUÇÃO

Os produtos de fermentação a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC) tem sido amplamente utilizados na nutrição animal em todo mundo. Na produção de frango de corte seu uso está condicionado à melhora no desempenho zootécnico e ao estímulo do sistema imune.

Os PFBSC são produtos decorrentes da fermentação natural e contém paredes de células de levedura ( $\beta$ -glucanos e Mananoligossacarideo), vitaminas, proteínas, peptídeos, aminoácidos, nucleotídeos, ácidos orgânicos, oligossacarídeos, ésteres e álcoois, sendo considerados como múltiplos moduladores do sistema imune, com efeito antioxidante e anti-inflamatório (JENSEN; HART; SCHAUSS, 2007).

Por apresentar composição nutricional muito ampla, os diferentes constituintes do PFBSC podem atuar melhorando o desempenho animal e, conseqüentemente, os cortes comerciais do frango.

Em relação ao efeito anti-inflamatório e antioxidante, estudo realizado por Jensen, Hart e Schauss (2007) observaram em humanos após a ingestão de PFBSC que os eritrócitos e neutrófilos demonstraram inibir a formação de espécies reativas ao oxigênio.

Uma das vias de formação de radicais livres envolve a cascata de reações bioquímicas do ácido araquidônico que é liberado através da ativação da fosfolipase  $A_2$ , sendo que estes radicais livres aumentam a oxidação lipídica da carne de frango conforme demonstrado por Soares et al. (2009).

A oxidação lipídica é a principal causa da perda de qualidade da carne depois da deterioração microbiana e também leva a perda de qualidade dos produtos derivados da carne (SOARES et al., 2009).

Nesse sentido o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do uso de diferentes níveis de inclusão de produto resultante da fermentação de *S. cerevisiae* (0, 250, 750 e 1500 g/t) sobre as características de carcaça e cortes, bem como a qualidade de carne de frangos de corte.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Unidade de Pesquisa em Nutrição de Aves e no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal da Universidade Estadual de Londrina. As aves foram alimentadas durante os 42 dias de vida com rações que atendiam às exigências mínimas preconizadas por Rostagno et al. (2011), sendo compostas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1). Os tratamentos experimentais consistiram no fornecimento de diferentes níveis do produto fermentado à base de *S. cerevisiae* (0; 250; 750 e 1500 g/t). Foram utilizados 64 frangos, machos, da linhagem genética Cobb<sup>®</sup>, em que duas aves de cada repetição, totalizando 16 aves/tratamento representavam a média de peso de cada parcela experimental e, aos 43 dias foram abatidas para análise de rendimento de carcaça e corte e qualidade de carne.

**Tabela 10** – Composição percentual e calculada das rações experimentais.

Ingredientes (%)	Pré-Inicial	Inicial	Crescimento	Abate
	1- 7 dias	8-21 dias	22-35 dias	36-42 dias
Milho	58	62,29	63,5	66,8
Farelo soja 46%	37	32	30	26,6
Óleo de soja	0	0,7	1,5	1,6
Núcleo <sup>1</sup>	5	5	5	5
Total	100	100	100	100
<b>Níveis Nutricionais</b>				
Energia metabólica (kcal/kg)	2.950	3.034	3.103	3.146
Proteína Bruta (%)	22,11	20,03	19,11	17,77
Cálcio disponível (%)	1,12	0,99	0,94	0,94
Fósforo disponível (%)	0,46	0,42	0,40	0,38
Lisina dig. Aves (%)	1,307	1,151	1,058	0,987
Metionina digest. (%)	0,633	0,531	0,493	0,402
Met+Cist digest. (%)	0,942	0,820	0,773	0,670
Treonina digest. (%)	0,852	0,747	0,684	0,641
Sódio (%)	0,243	0,222	0,179	0,181

**1 - Pré-inicial:** Cálcio (máximo) 200 g; Cálcio (mínimo) 150 g; Fósforo (mínimo) 32 g; Lisina (mínimo) 32,75 g; Metionina (mínimo) 60,94 g; Treonina (mínimo) 19,60 g; Vitamina A (mínimo) 140,000 UI; Vitamina D3 (mínimo) 40,000 UI; Vitamina E (mínimo) 220 UI; Vitamina K3 (mínimo) 26,22 mg; Vitamina B1 (mínimo) 39,20 mg; Vitamina B2 (mínimo) 96 mg; Vitamina B6 (mínimo) 39,20 mg; Vitamina B12 (mínimo) 200 mcg; Niacina (mínimo) 704,60 mg; Ácido pantotênico (mínimo) 235,20 mg; Ácido fólico (mínimo) 19,60 mg; Biotina (mínimo) 0,80 mg; Colina (mínimo) 5,928 mg; Sódio (mínimo) 44 g; Manganês (mínimo) 1,200 mg; Zinco (mínimo) 1,000 mg; Ferro (mínimo) 800 mg; Cobre (mínimo) 160 mg; Iodo (mínimo) 18,68 mg; Selênio (mínimo) 9 mg; Fitase (mínimo) 10,000 unidades; Protease (mínimo) 7,500 unidades; Amilase (mínimo) 7,500 unidades; B-glucanase (mínimo) 6,250 unidades; Xilanase (mínimo) 12,500 unidades; Celulase (mínimo) 11,250 unidades; Nicarbazina 2,200 mg; Avilamicina 200 mg. **Inicial:** Cálcio (máximo) 200 g; Cálcio (mínimo) 150 g; Fósforo (mínimo) 27 g; Lisina (mínimo) 25,60 g; Metionina (mínimo) 41,50 g; Treonina (mínimo) 11,76 g; Vitamina A (mínimo) 140,000 UI; Vitamina D3 (mínimo) 40,000 UI; Vitamina E (mínimo) 220 UI; Vitamina K3 (mínimo) 26,22 mg; Vitamina B1 (mínimo) 39,20 mg; Vitamina B2 (mínimo) 96 mg; Vitamina B6 (mínimo) 39,20 mg; Vitamina B12 (mínimo) 200 mcg; Niacina (mínimo) 704,60 mg; Ácido pantotênico (mínimo) 235,20 mg; Ácido fólico (mínimo) 19,60 mg; Biotina (mínimo) 0,80 mg; Colina (mínimo) 5,928 mg; Sódio (mínimo) 40 g; Manganês (mínimo) 1,200 mg; Zinco (mínimo) 1,000 mg; Ferro (mínimo) 800 mg; Cobre (mínimo) 160 mg; Iodo (mínimo) 18,44 mg; Selênio (mínimo) 9 mg; Fitase (mínimo) 10,000 unidades; Protease (mínimo) 7,500 unidades; Amilase (mínimo) 7,500 unidades; B-glucanase (mínimo) 6,250 unidades; Xilanase (mínimo) 12,500 unidades; Celulase (mínimo) 11,250 unidades; Nicarbazina 2,200 mg; Avilamicina 200 mg. **Crescimento:** Cálcio (máximo) 150 g; Cálcio (mínimo) 100 g; Fósforo (mínimo) 24 g; Lisina (mínimo) 16 g; Metionina (mínimo) 39 g; Treonina (mínimo) 3,920 mg; Vitamina A (mínimo) 110,000 UI; Vitamina D3 (mínimo) 24,000 UI; Vitamina E (mínimo) 200 UI; Vitamina K3 (mínimo) 24 mg; Vitamina B1 (mínimo) 24 mg; Vitamina B2 (mínimo) 80 mg; Vitamina B6 (mínimo) 38 mg; Vitamina B12 (mínimo) 160 mcg; Niacina (mínimo) 560 mg; Ácido pantotênico (mínimo) 180 mg; Ácido fólico (mínimo) 12 mg; Colina (mínimo) 5,200 mg; Sódio (mínimo) 31 g; Manganês (mínimo) 1,200 mg; Zinco (mínimo) 1,000 mg; Ferro (mínimo) 800 mg; Cobre (mínimo) 160 mg; Iodo (mínimo) 17,91 mg; Selênio (mínimo) 5 mg; Fitase (mínimo) 10,000 unidades; Protease (mínimo) 7,500 unidades; Amilase (mínimo) 7,500 unidades; B-glucanase (mínimo) 6,250 unidades; Xilanase (mínimo) 12,500 unidades; Celulase (mínimo) 11,250 unidades; Salinomicina 1,200 mg; Avilamicina 200 mg. **Abate:** Cálcio (máximo) 150 g; Cálcio (mínimo) 100 g; Fósforo (mínimo) 21 g; Lisina (mínimo) 17,60 g; Metionina (mínimo) 23,80 g; Treonina (mínimo) 3,920 mg; Vitamina A (mínimo) 110,000 UI; Vitamina D3 (mínimo) 10,000 UI; Vitamina E (mínimo) 110 UI; Vitamina K3 (mínimo) 11 mg; Vitamina B2 (mínimo) 40 mg; Vitamina B12 (mínimo) 100 mcg; Niacina (mínimo) 400 mg; Ácido pantotênico (mínimo) 130 mg; Colina (mínimo) 2,183 mg; Sódio (mínimo) 32 g; Manganês (mínimo) 1,200 mg; Zinco (mínimo) 1,000 mg; Ferro (mínimo) 800 mg; Cobre (mínimo) 160 mg; Iodo (mínimo) 17,95 mg; Selênio (mínimo) 5 mg; Fitase (mínimo) 10,000 unidades; Protease (mínimo) 7,500 unidades; Amilase (mínimo) 7,500 unidades; B-glucanase (mínimo) 6,250 unidades; Xilanase (mínimo) 12,500 unidades; Celulase (mínimo) 11,250 unidades.

**Fonte:** Do próprio autor.

Para avaliação do rendimento de carcaça, cortes e qualidade de carne, as aves selecionadas foram submetidas a jejum alimentar pré-abate de 8 h. Em seguida estas foram submetidas à estresse térmico, em câmara térmica a 36 °C por 30 min. Logo após as aves foram pesadas para se determinar o peso de abate, que foi utilizado para a determinação do rendimento de carcaça.

O procedimento de abate consistiu na insensibilização das aves por eletronarcore, através de aparelho modelo FX 2.0 (Fluxo). Em seguida as aves foram abatidas por sangria, para posterior escaldagem, depenagem e evisceração.

A carcaça eviscerada, sem pés, cabeça e pescoço foram pesadas para a determinação do rendimento de carcaça. Posteriormente, a carcaça foi separada em peito, pernas, asas e dorso, sendo que o rendimento dos cortes levou em consideração o peso da carcaça eviscerada sem os pés, cabeça e pescoço.

Para a determinação da qualidade de carne, as amostras de peito foram identificadas, embaladas em sacos plásticos, e colocadas em água e gelo e posteriormente armazenadas por 24 h a 4 °C até o momento das análises.

Foram realizadas análises de pH por meio de um potenciômetro de contato da marca Testo, modelo 205, com eletrodo introduzido na parte crânio-ventral do peito, conforme Olivo, Guarnieri e Shimokomaki (2001).

Na avaliação da cor foram determinados os valores de L\* (luminosidade), a\* (componente vermelho – verde) e b\* (componente amarelo – azul) conforme o sistema classificação de cor CIELAB, através de aparelho Minolta CR10.

A capacidade de retenção de água foi realizada através do método de pressão, conforme Hamm (1960). As perdas de água durante a cocção foram determinadas pelo cozimento da carne em banho-maria a 85° C por 30 min. Em seguida as amostras foram retiradas do banho, resfriadas em temperatura ambiente e pesadas. A diferença do peso inicial e final das amostras correspondeu às perdas durante a cocção (CASON; LYON; PAPA, 1997). As amostras utilizadas nesta avaliação foram utilizadas também para as análises de força de cisalhamento, onde as amostras foram cortadas em pedaços de 1,5 cm de largura e colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina, cortadas através da lâmina Warner-Bratzler. A oxidação lipídica foi determinada em amostras de peitos armazenadas a -20 °C por 45 dias, conforme Pikul, Leszczynski e Kummerow (1989).

Foi adotado o delineamento em blocos inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (0; 250; 750 e 1500 g/t de PFBSC na ração), sendo coletadas duas aves por repetição, totalizando 16 aves por tratamento com peso que representavam a média de cada parcela. Os resultados obtidos foram submetidos a

análise de variância e regressão para os níveis de inclusão do PFBSC, através do programa estatístico R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que os diferentes níveis de inclusão de PFBSC na ração de frangos de corte não proporcionaram alterações nos rendimentos de carcaça e para a maioria dos cortes, exceto para o rendimento de pernas (Tabela 2). Estes resultados eram esperados, visto que a adição do PFBSC não promoveu alterações no desempenho das aves. Os resultados corroboram com os trabalhos conduzidos por Karaoglu e Durdag (2005) e Chumpawadee et al. (2008) que não observaram efeito do uso de *S. cerevisiae* sobre o rendimento da carcaça de frangos de corte e Miazzi, Peralta e Picco (2005) que observaram maior rendimento de pernas em aves alimentadas com 0,3% de levedura na ração. Porém resultados diferentes foram observados por Fathi et al. (2012), que ao trabalhar com diferentes níveis de PFBSC observaram maior rendimento de peito quando utilizaram 1,5 g/kg do produto na ração. Hosseini (2011) observaram melhora no rendimento de carcaça, fígado, coração e moelas de aves submetidas a alimentação contendo *S. cerevisiae*.

**Tabela 2** – Rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), dorso (RD), asas (RA) e de coxa e sobrecoxa (RCSC) de frangos aos 43 dias de idade, alimentados com diferentes níveis de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC).

Níveis de PFBSC g/t	Variáveis analisadas				
	RC (%)	RP (%)	RD (%)	RA (%)	RCSC (%)
0	73,26	40,64	19,63	10,27	29,45
250	73,23	39,44	19,29	10,44	30,82
750	73,23	39,80	19,45	10,28	30,46
1500	73,03	39,77	19,17	10,32	30,73
CV %	2,31	4,52	4,97	4,10	4,44
Valor de p	0,976	0,290	0,564	0,960	0,022 <sup>1</sup>

CV % = coeficiente de variação. <sup>1</sup> $\hat{Y} = 29,45 + 0,0087x - 0,00005x^2 + 0,000000006x^3$ .

Fonte: Do próprio autor.

Os resultados de cor da carne (Tabela 3) mostram que os diferentes níveis de inclusão de PFBSC na ração de frangos não promoveu alterações na luminosidade, intensidade de vermelho e amarelo. A cor é um parâmetro de

avaliação importante, uma vez que o consumidor ao analisar diferença de cor padrão do produto, associa esta alteração à perda de qualidade e assim define por não adquiri-lo. Os resultados obtidos neste estudo corroboram com Pelicano et al. (2005) que não observaram diferenças no padrão de cor de amostras de peito de frangos ao adicionarem em sua dieta produtos com componentes de *S. cerevisiae*.

A inclusão destes diferentes níveis de PFBSC alterou o pH da carne do peito, conforme a equação apresentada na tabela 12, em que a inclusão mínima estimada para redução de pH é de 200g de PFBSC para o pH de 5,90, 24 h após abate. A redução do pH das amostras está relacionada a concentração de glicogênio muscular, que ao ser utilizado pela via anaeróbica no *post mortem*, gera energia e ácido lático, reduzindo assim o pH. Apesar de ter ocorrido diferenças no pH, os valores encontrados são considerados normais para amostras de peito de frango (SHEARD; HUGHES; JASPAL, 2012), o que explica a falta de efeito sobre parâmetros como capacidade de retenção de água, perda por cozimento e força de cisalhamento (Tabela 13). A redução do pH pode promover a desnaturação das proteínas miofibrilares gerando perda da capacidade funcional dessas proteínas em reter água na célula e, conseqüentemente, gerar prejuízos econômicos por queda de rendimento das carcaças e cortes na indústria.

**Tabela 3** – Resultados de Luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), pH de amostras de peito de frango alimentados com diferentes níveis de inclusão de produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC).

Níveis de PFBSC g/t	Variáveis analisadas			
	L*	a*	b*	pH (24h)
0	52,09	2,56	13,18	5,92
250	52,40	2,62	13,00	5,86
750	53,43	2,48	13,70	5,90
1500	53,58	2,26	13,66	5,81
CV%	5,19	45,04	10,55	1,77
Valor de p	0,33	0,821	0,415	0,016 <sup>1</sup>

CV % = coeficiente de variação; \* modelo da regressão quadrático  $\hat{Y} = 5,906 - 0,000012 x - 0,00000003 x^2$ ;  $r^2 = 68,88$ ,

**Fonte:** Do próprio autor.

A Tabela 4 demonstra que as variáveis capacidade de retenção de água, perdas por cocção e força de cisalhamento não foram influenciados pela adição de PFBSC na ração de frangos de corte. Estes resultados foram semelhantes aos estudos conduzidos por Pelicano et al. (2005) que não observaram diferenças

nos resultados de perda por cozimento e textura de aves alimentadas com componentes de levedura.

**Tabela 4** – Resultados de capacidade de retenção de água (CRA); perda por cozimento (PPC), força de cisalhamento e TBARS de aves alimentadas com diferentes níveis de Produto fermentado a base de *Saccharomyces cerevisiae* (PFBSC).

Níveis de PFBSC g/ton	Variáveis analisadas			
	CRA (%)	PPC (%)	FC(N)	TBARS (mg/kg)
0	71,45	25,04	3,01	0,575
250	69,81	26,88	3,44	0,451
750	69,91	23,41	2,92	0,451
1500	68,90	24,78	3,45	0,533
CV%	5,23	15,23	34,17	20,75
Valor de p	0,274	0,095	0,384	0,003*

CV % = coeficiente de variação; \* modelo da regressão quadrático  $\hat{Y} = 0,5560 - 0,000316x + 0,00000020x^2$   $R^2 = 81,72$   
 CRA= Capacidade de retenção de Água; PPC= Perda por cozimento.

**Fonte:** Do próprio autor.

As inclusões de diferentes níveis de PFBSC proporcionaram redução de oxidação lipídica (Tabela 4), na qual o menor valor estimado para oxidação lipídica 0,431mg/kg é obtido com uma inclusão de 790g de PFBSC/t de ração. A oxidação lipídica é um fator de grande relevância para decisão do consumidor na compra do produto. A redução desta alteração na qualidade da carne observada neste estudo pode estar relacionada aos efeitos anti-inflamatório e antioxidante dos componentes presentes no produto, como compostos fenólicos e vitamina E.

Neste estudo as aves foram submetidas ao estresse térmico à temperatura 36° C por 30 min durante o período pré-abate. Este procedimento foi realizado com o objetivo de forçar o desenvolvimento de miopatias na carne, visto que Mitchell, Kettlewell e Maxwell (1992) e Mitchell, Sandercock e Whitehead (1994) e Mitchell e Sandercock (1995), observaram aumento na liberação da creatina kinase, que está relacionada com lesões musculares. Segundo Han et al. (2010) o estresse térmico leva à alteração da homeostasia, aumentando a velocidade da respiração, o que pode levar ao aumento da produção de radicais livres que lesionam as membranas fosfolipídicas da célula e favorece a oxidação da carne. Outra alteração relacionada ao estresse calórico é a alteração na atividade da bomba de  $Na^+/K^+$  ATPase (SHIER; DUBOURDIEU, 1992), sendo que Blaustein e

Lederer (1999) sugeriram que o mecanismo do  $\text{Na}^+$  pode mediar a captação de  $\text{Ca}^{++}$  do meio extracelular para o meio intracelular, através da mudança da bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  para  $\text{Na}^+/\text{Ca}^{++}$ . Este mecanismo foi confirmado por Sandercock e Mitchell (2004) ao utilizar agente ionóforo (monensina sódica) e ouabaína na dieta de frangos de corte, observaram aumento da concentração de  $\text{Ca}^{++}$  intracelular, levando desta forma a lesão e aumento da liberação da enzima creatina kinase.

A quebra da homeostasia gerada pelo estresse, aliada ao aumento de concentração de cálcio intracelular, pode levar a possíveis lesões na membrana fosfolipídica e, conseqüentemente, ao aumento da atividade da fosfolipase  $\text{A}_2$  que estimula a síntese de ácido araquidônico, que é precursor da cicloxigenase e lipoxigenase, que levam a formação dos eicosanoides como as prostaglandinas e leucotrienos, ambos importantes mediadores inflamatórios (TOUQUI; ALAQUI-EL-AZHER, 2001) e radicais livres (SOARES et al., 2009).

A formação de radicais livres ou das espécies reativas ao oxigênio, pode ocorrer através da ação da enzima cicloxigenase sobre o ácido araquidônico, o qual libera a partir da atividade da fosfolipase  $\text{A}_2$  o radical hidroxil que é o mais reativo dos intermediários para formação de radicais livres, esse é um dos componentes mais importantes para que haja a oxidação lipídica das membranas celulares (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004). Esta oxidação é aumentada quando as aves são submetidas ao estresse calórico (ALTAN et al., 2000; LIN; DU; ZHANG, 2000). Assim, o uso do PFBSC pode ter atuado inibindo a oxidação lipídica da carne dos frangos, através dos constituintes do produto (flavonoides e vitamina E), que apresentam ação anti-inflamatória e antioxidante. Segundo Manthey, Guthrie e Grhmann (2001) flavonoides apresentam efeito anti-inflamatório e tem a capacidade de inibir a atividade da enzima fosfolipase  $\text{A}_2$ .

A vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol), presente no produto de fermentação de *S. cerevisiae* atua como antioxidante reduzindo a oxidação lipídica da carne. Ramos et al. (2013) observaram que trabalhando com níveis 10 e 100 ppm de vitamina E houve redução da oxidação lipídica de amostras de peito de frango com 45 dias.

Aristides et al. (2012) ao utilizar produtos a base de *S. cerevisiae* em frango de corte observaram redução da oxidação lipídica. Os mesmos resultados foram observados por Zhang et al. (2005) que ao utilizar inclusões de 0,3; 1 e 3% de produto a base de *S. cerevisiae* reduziram a oxidação lipídica do peito de frango quando comparado ao tratamento controle.

## CONCLUSÕES

Todas as inclusões de PFBC na ração promoveram aumento no rendimento de coxa e sobrecoxa e a inclusão de 250 g/t foi suficiente para iniciar a redução na oxidação lipídica das amostras de peito analisadas.

## REFERÊNCIAS

ALTAN, O.; ALTAN, A.; OGUZ, I., PABUCCUOGLU, A.; KONYALIOGLU, S. Effects of heat stress on growth, some blood variables and lipid oxidation in broilers exposed to high temperatures at an early age. **British Poultry Science**, London, v. 41, p. 498-93, 2000.

ARISTIDES, L. G. A.; PAIÃO, F. G.; MURATE, L. S.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. The Effects of Biotic Additives on Growth Performance and Meat Qualities in Broiler Chickens. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 11, n. 9, p. 599-604, 2012.

BLAUSTEIN, M. P.; LEDERER W. J. Sodium/calcium exchange: its physiological implications. **Physiological Reviews**, Baltimore, v. 79, p. 763-854, 1999.

CASON, J. A, LYON, C. E.; PAPA, C. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 785-787, 1997.

CHUMPAWADEE, S.; CHINRASRI, O.; SOMCHAN, T.; NGAMLUAN, S.; SOYCHUTA, S. Effect of dietary inclusion of Cassava Yeast as probiotic source on grow performance, small intestine (ileum) morphology and carcass characteristic in broilers. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 7, p. 246-250, 2008.

DALY, B. L.; RICHARDS, I.; GIBSON, P. G.; THOMPSON, J.M. Rate of pH decline in bovine muscle post mortem-A benchmarking study [ C ]. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY ROME, 48<sup>th</sup>, 2002, Italy. **Proceedings...**Italy, 2002. p. 560-561.

FATHI, M. M.; AL-MANSOUR, S.; AL-HOMIDAN, A.; AL-KHALAF, A., AL-DAMEGH, M. Effect of yeast culture supplementation on carcass yield and humoral immune response of broiler chicks. **Veterinary World**, v. 5, n. 11, p. 651-657, 2012.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, Cleveland, v. 10, n. 2, p. 435-443, 1960.

HAN, A. Y.; ZHANG, M. H.; ZUO, X. L.; ZHENG, S. S.; ZHAO, C. F.; FENG, J. H.; CHENG, C. Effect of acute heat stress on calcium concentration, proliferation, cell cycle, and interleukin-2 production in splenic lymphocytes from broiler chickens, **Poultry Science**, Champaign, v. 89, n. 10, p. 2063-2070, 2010.

HOSSEINI, S. The effect of utilization of different levels of *saccharomyces cerevisiae* on broiler chicken's performance. **Global Veterinaria**, Egito, v. 6, n. 3, p. 233-236, 2011.

JENSEN, G. S.; HART, A. N.; SCHAUSS, A. G. An antiinflammatory immunogen from yeast culture induces activation and alters chemokine receptor expression on human natural killer cells and B lymphocytes in vitro. **Nutrition Research**, Tarrytown, NY v. 27, p. 327–335, 2007.

KARAOGLU, M.; DURDAG, H. The influence of dietary probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation and different slaughter age on the performance, slaughter and carcass properties of broilers, **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 10, p. 433-439, 2005.

LIN, H.; DU, R.; ZHANG, Z. Y. Peroxide status in tissues of heat-stressed broilers. **Asian & Australian Journal of Animal Science**, Australia, v. 13, p. 1373-1376, 2000.

MANTHEY, J. A.; GUTHRIE, N.; GRHMANN, K. Biological properties of Citrus flavonoids pertaining to cancer and inflammation, **Current Medicinal Chemistry**, Schiphol, Holanda, v. 8, p. 135-153, 2001.

MIAZZO, R. D.; PERALTA, M. F.; PICCO, M. Performance productively calidad de la canal em broilers que recibieron lavadara de cerveza (S, *cerevisiae*), **Revista Eletrônica de Veterinária**, Niterói, v. 12, p. 1-9, 2005.

MITCHELL, M. A., KETTLEWELL, P. J. AND MAXWELL, M. H. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. **Animal Welfare**, Washington, v. 1, p. 91–103, 1992.

MITCHELL, M. A., SANDERCOCK, D. A. AND WHITEHEAD. C. C. Mechanism of stress induced efflux of intracellular muscle enzymes in broiler chickens-effects of  $\alpha$ -tocopherol. **British Poultry Science**, London, v. 35, n. 1, p. 186, 1994.

MITCHELL, M. A., SANDERCOCK, D. A. Creatine kinase isoenzyme profiles in the plasma of the domestic fowl (*Gallus domesticus*): effects of acute heat stress. **Research in Veterinary Science**, London, v. 59, p. 30–34, 1995.

OLIVO, R.; GUARNIERI, P. D.; SHIMOKOMAKI, M. Fatores que influenciam na cor de filés de peito de frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n. 289, p. 44-49, 2001.

PELICANO, E. R. L.; SOUZA P,A,, SOUZA HBA,OBA A, BOIAGO M,M,, ZEOLA N,MB,L,, SCATOLINI A,M,, BERTANHA V,A,, LIMA T,M,A. Carcass and Cut Yields and Meat Qualitative Traits of Broilers Fed Diets Containing Probiotics and Prebiotics, **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 169-175, jul./set. 2005.

PIKUL, J. LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of tree modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Slovakia, v. 37, p. 1309-1313, 1989.

RAMOS, A. F., MARTÍNEZ, P. A., MONTES, S. E., GARCÍA C. J. M., PÉREZ B.C., VELASCO F.J.L., FERIA R. C. A., CÁZARES H. A. S., GAYTÁN N. C. Dietary supplemented and meat-added antioxidants effect on the lipid oxidative stability of refrigerated and frozen cooked chicken meat, **Poultry Science**, Champaign, v. 92, n. 1, p. 243-9, jan. 2013.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011.

SANDERCOCK, D. A.; MITCHELL, M. A. The role of sodium ions in the pathogenesis of skeletal muscle damage in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 701–706, 2004.

SCHNEIDER, C. D.; OLIVEIRA, A. R. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. **Revista Brasileira Medicina Esporte**, Niteroi, v. 10, n. 4, p. 308-313, 2004.

SHEARD, P. R.; HUGHES, S. I.; JASPAL, M. H. Colour, pH and weight changes of PSE, normal and DFD breast fillets from British broilers treated with a phosphate-free, low salt marinade. **British Poultry Science**, London, v. 53, n. 1, p. 57-65, 2012.

SHIER, W. T.; DUBOURDIEU, D. J. Sodium- and calcium-dependent steps in the mechanism of neonatal rat cardiac myocyte killing by ionophores: II. The calcium-carrying ionophore. **Toxicology and Applied Pharmacology**, New York, v. 116, p. 38–46, 1992.

SOARES, A. L.; MARCHI, D. F.; MATSUSHITA, M.; GUARNIERI P. D.; DROVAL A. A.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKY M. Lipid Oxidation and Fatty Acid Profile Related to Broiler Breast Meat Color Abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, p. 1513–1518, 2009.

TOUQUI, L.; ALAOUI-EL-AZHER, M. Mammalian secreted phospholipases a 2 and their pathophysiological significance in inflammatory diseases. **Current Molecular Medicine**, Netherlands, v. 1, p. 739–754, 2001.

ZHANG, A. W.; LEE, B. D. LEE, K. W. SONG, K. B.; AN, G. H.; LEE, C. H. Effects of graded levels of dietary *saccharomyces cerevisiae* on growth performance and meat quality in broiler chickens. **Asian-Australian Journal Animal Science**, Australia, v. 18, n. 5, p. 699-703, 2005.

## 6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A inclusão de diferentes níveis PFBSBSC melhorou a conversão alimentar na fase inicial, no entanto não influenciou no desempenho das aves de 1 a 42 dias.

Em relação a concentração de imunoglobulinas a IgY não foi influenciada com a inclusão dos diferentes níveis de PFBSBSC, porém a inclusão de 250g/t do produto na ração foi a única que promoveu aumento gradativo nas concentrações de IgA e IgM no transcorrer do experimento quando comparado aos demais tratamentos.

Sobre as características de carcaça e cortes todas as inclusões de PFBSBSC na ração promoveram aumento no rendimento de coxa e sobrecoxa e a inclusão de 250 g/t foi suficiente para iniciar a redução na oxidação lipídica das amostras de peito analisadas.

## REFERÊNCIAS

- ABDELRAHMAN, M. M. Effects of feeding dry fat and yeast culture on broiler chicken performance. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, Kirikkale, v.37, p. 31-37, 2013.
- ADEREM, A. A.; WRIGHT, S. D.; SILVERSTEIN, S. C.; COHN, Z. A. Ligated complement receptors do not activate the arachidonic acid cascade in resident peritoneal macrophages. **Journal of experimental medicine**, New York, v. 161, n. 3, p. 617-622, 1985.
- AGGETT, R.; LEACH, J. L.; RUEDA, R.; MACLEAN, W. C. Innovation in infant formula development: a reassessment of ribonucleotides in 2002. **Nutrition**, Paris, v. 19, p. 375-384, 2003.
- AGUIAR, A. P. S. **Opinião do consumidor e a qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção**. 2006. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- AKSU, M. I.; KARAOGLU, M.; ESENBUGA, N.; KAYA, M.; MACIT, M.; OCKERMAN, H. W. Effect of a dietary probiotic on some quality characteristics of raw broiler drumsticks and breast meat. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v.16, p. 306-317, 2005.
- AL-TARAZI, Y. H.; ALSHAWABKEH, K. Effect of Dietary Formic and Propionic Acids on Salmonella Pullorum Shedding and Mortality in Layer Chicks after Experimental Infection. **Journal of Veterinary Medicine Biology**, Chicago, v. 50, n. 3, p. 112-117, 2003.
- AMAKYE-ANIM, J. T. L.; LIN, P. Y.; HESTER, D.; THIAGARAJAN, B. A.; WATKINS, E. C.; WU, C. Ascorbic acid supplementation improved antibody response to infectious bursal disease vaccination in chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p.680-688, 2000.
- ARAUJO, D. M. **Avaliação do farelo de trigo e enzimas exógenas na alimentação de frangas e poedeiras**. 2005. 66p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, 2005.
- ARISTIDES, L. G. A.; PAIÃO, F. G.; MURATE, L. S.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. The Effects of Biotic Additives on Growth Performance and Meat Qualities in Broiler Chickens. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 11, n. 9, p. 599-604, 2012.
- ASLAM, S. M.; GARLICH J. D.; QURESHI, M. A. Vitamin D deficiency alters the immune responses of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 6, p. 842-849, 1998.
- AZZAM, M. M.; ZOU, X. T.; DONG, X. Y.; XIE, P. Effect of supplemental L-threonine on mucin 2 gene expression and intestine mucosal immune and digestive enzymes

activities of laying hens in environments with high temperature and humidity. **Poultry Science**, Champaign, v.90, p. 2251-2256, 2011.

BALOG, A.; MENDES, A. A.; PAZ, I. C. de L. A.; TAKAHASHI, S. E.; GARCIA, R. G.; KOMIYAMA, C. M.; MARTINS, M. R. F. B.; BUENO, L. G. F. Morfometria do eptélio intestinal de frangos de corte tipo colonial alimentados com silagem de grãos úmidos de milho. **PUBVET - Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, v. 2, p. 248-248, 2008.

BARROETA, A.C.; BOTE, C. L.; CALSAMIGLIA, S.; CEPERO, R.; HERNÁNDEZ, J. M. **Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad**. Barcelona: Pulso ediciones, 2002.

BASTOS, M. C. A. **Bioquímica básica**: introdução a bioquímica dos hormônios, sangue, sistema urinário, processos digestivos, absortivos e micronutrientes. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

BERNDT, A.; PIEPER, J.; METHNER, U. Circulating  $\delta\gamma$  T cells in response to Salmonella enterica serovar Enteritidis exposure in chickens. **Infection and Immunity**, Washington, v. 74, p. 3967-3978, 2006.

BERNER, M. D.; SURYA, M. E.; ALVES, B. N.; HUNTER-Jr. K, W. IFN-gamma primes macrophages for enhanced TNF-alpha expression in response to stimulatory and non-stimulatory amounts of microparticulate  $\beta$ -glucan. **Immunology Letters**, Amsterdam, v. 98, n. 1, p. 115-122, 2005.

BHARGAVA, K. K.; HANSON, R. P.; SUNDE, M. L. Effects of threonine on growth and antibody production in chicks infected with New- castle disease virus. **Poultry Science**, Champaign, v. 50, p. 710-713, 1971.

BHATTACHARJE, J. K. Microorganism as potential sources of food. **Advances in Applied Microbiology**, San Diego, v.13, p.139-161, 1970.

BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1994.

BROWN, G. D.; GORDON, S. A new receptor for  $\beta$ - glucans. **Nature**, London, v. 413, n. 1, p. 36-36, 2001.

BUSTAMANTE, S. A.; SANCHEZ, N.; CROSIER, J. MIRANDA, D.; COLOMBO, G.; MILLER, M. J. Dietary nucleotídeos: effects on gastrointestinal system in swine. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.124, n.1, p.149-156, 1994.

BUTOLO, E. A. F.; NOBRE, P. T. C.; BUTOLO, J. E. Determinação do valor energético e nutritivo da levedura de cana-de-açúcar e de cerveja (*saccharomyces cerevisiae*) para frangos de corte. In. CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 1997. p. 11.

CALDER, P. C. Branched-Chain amino acids : metabolism , physiological function , and application. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, n. 136, p. 288-293, 2006.

CANTONI, C.; SCHAEFER, H. M.; PETERS, A. Fruit for health: the effect of flavonoids on humoral immune response and food selection in a frugivorous bird. **Functional Ecology**, Oxford, v, 22, p. 649–654, 2008.

CARVER, J. D. Dietary nucleotides: cellular immune, intestinal and hepatic system effects. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 124, n.1, p. 144-148, 1994.

CARVER, J. D.; WALKER, W. A. The role of nucleotides in human nutrition. **Nutrition. Biochemistry**, Stoneham, v.6, n.2, p. 58-72, 1995.

CHAMPE, P. C. **Bioquímica básica**. Rio de Janeiro: UFLA, 2006.

CHEN, A. C.; SANDER, J. E.; DALE, N. M. The effect of dietary lysine deficiency on the immune response to newcastle disease vaccination in chickens the effect of dietary lysine deficiency on the immune response to newcastle disease vaccination in chickens. **Avian Diseases**, kennett Square, v. 47, n. 4, p. 1346-1351, 2003.

CHERRINGTON, C. A.; HINTON, M.; CHOPRA, I. Organic acids: chemistry antibacterial activity and practical application. **Advances in Microbiological Physiology**, v. 32, p.87-108, 1991.

CHORVATOVICOVÁ, D.; MACHOVÁ, E.; SANDULA, J. Effect of ultrasonicated carboxymethylglucan on cyclophosphamide induced mutagenicity. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 371, n. 1-2, p. 115-120, 1996.

CHOU, S. H.; CHUNG, T. K.; YU, B. Effects of supplemental 25-hidroxycholecalciferol on growth performance, small intestinal morphology, and immune response of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 11, p.2333-2341, 2009.

CHOWDHURY, R.; ISLAM, K. M. S.; KHAN, M. J.; KARIM, M. R.; HAQUE, M. N.; KHATUN, M.; PESTI, G. M. Effect of citric acid, avilamycin, and their combination on the performance, tibia ash, and immune status of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 8, p. 1616-1622, 2009.

CLAVIN, M.; GORZALCZANY, S.; MACHO, A.; MUÑOZ, E.; FERRARO, G.; ACEVEDO, C.; MARTINO, V. Antiinflammatory activity of flavonoids from *Eupatorium arnotianum*. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v.112, n. 13, p. 585-589, 2007.

CLEGG, S.; GERLACH, G. F. Enterobacterial Fimbriae. **Journal of Bacteriology**, Washington, v.169, n.3, p.934-938, 1987.

COLLET, S. Saúde e imunidade: como obter o equilíbrio ideal. **Feeding Times**, Dublin, v.8, n. 2, p.13-14, 2003.

COOK, N. O.; SAMMAN, S. Flavonoids- chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources - review. **The Journal of nutritional biochemistry**, Stoneham, v. 7, p. 66-76, 1996.

DA SILVA, I. C. M.; RIBEIRO, A. M. L.; CANAL, C. W.; PINHEIRO, C. C M.; VIEIRA, M.; GONÇALVES, T. A.; PEREIRA R. A.; LACERDA. L. Broiler chicken responses to

immunological stimuli as mediated by different levels of vitamin E in the diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 18, n. 4, p. 751-760, 2009.

DAVIS, M. E.; MAXWELL, C. V.; ERF, G. F.; BROWN, D. C.; WISTUBA, T. J. Dietary supplementation with phosphorylated mannans improves growth response and modulates immune function of weanling pigs. **Journal of animal science**, Champaign, v. 82, p.1882-1891, 2004.

EMADI, M.; JAHANSHIRI, F.; KAVEH, K.; HAIR-BEJO, M.; IDERIS, A.; ALIMON, A. R. Nutrition and immunity: the effects of the combination of arginine and tryptophan on growth performance, serum parameters and immune response in broiler chickens challenged with infectious bursal disease vaccine. **Avian Pathology**, Huntingdon, v. 40, n.1, p.63-72, 2011.

ERF, G. F.; BOTTJE W. G.; BERSI T. K.; HEADRICK M. D.; FRITTS, C. A. Effects of dietary vitamin E on the immune system in broiler: Altered proportions of CD4 T cells in the thymus and spleen. **Poultry Science**, Champaign, p. 528-537, 1998.

FAO/ WHO/ UNU. **Energy and Protein requirements**. Geneva, 1985. (Report of the Joint FAO/ WHO/ UNU, n.724).

FRANÇA, M. I. **Uso de formiato de sódio e potássio em rações para frangos**. 2008. 53f. Dissertação (Mestrado) - Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008.

FRANCHINI, A.; BERTUZZI, S.; MANFREDAL, G.; MELUZZI, A. High dose of vitamin E on production of interferons in broilers. *Archiv fur Geflügelkunde*, v. 54, n. **Archiv-fur-Geflugelkunde**, v. 54, n. 4, p. 143-146, 1990.

GAO, J.; ZHANG, H. J.; YU, S. H.; WU, S. G.; YOON, I.; QUIGLEY, J.; GAO, Y. P.; QI, G. H. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p.1377-1384, 2008.

GAO, J.; ZHANG, H. J.; YU, S. H.; WU, S. G.; YOON, I.; QUIGLEY, J. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on immune functions of broilers challenged with *Eimeria tenella*. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, p. 2141-2151, 2009.

GHOSH, T. K.; HALDAR, S.; BEDFORD, M. R.; MUTHUSAMI, N.; SAMANTA, I. Assessment of yeast cell wall as replacements for antibiotic growth promoters in broiler diets: Effects on performance, intestinal histo-morphology and humoral immune responses. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, Berlin, v. 96, p. 275-284, 2012.

GOÑI, I.; BRENES, A.; CENTENO, C.; VIVEROS, A.; SAURA-CALIXTO, F.; REBOLÉ, A.; ARIJA, I.; ESTEVEZ, R. Effect of Dietary Grape Pomace and Vitamin E on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Susceptibility to Meat Lipid Oxidation in Chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 3, p. 508-516, 2007.

GRIMBLE, R. F. The effects of sulfur amino acid intake on immune function in humans. **The Journal of nutrition, Springfield**, v. 136, (6 Suppl), p.1660S–1665S, 2006.

HAMPSON, D. J. Alteration in piglet small intestinal structure at weaning. **Research in veterinary science**, London, v. 40, p.32-40, 1986.

HEILBERG, I. P.; SCHOR, N. Abordagem diagnostica e terapêutica na infecção do trato urinário. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 49, n.1, 2003.

HOFER, M.; POSPISIL, M. Glucan as stimulator of hematopoiesis in normal and gamma-irradiated mice. A survey of the authors' results. **International Journal of Immunopharmacology**, Oxford, v. 19, n. 9, p. 607-609, 1997.

HOLBROOK, T. W.; COOK, J. A.; PARKER, B. W. Immunization against *Leishmania* *dovavani*: glucana as an adjuvant with killed promastigotes. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, Mclean, v. 30, n. 4, p. 762-768, 1981.

IBRAHIM, B.; SOWEMIMO, A.; VAN ROOYEN, A.; VAN DE VENTER, M. Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of *Cyathula prostrate* (Linn.) Blume (Amaranthaceae). **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 141, p. 282-289, 2012.

IJI, P. A.; SAKI, A. A.; TIVEY, D. R. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan-oligosaccharide. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 81, p.1186-1192, 2001.

IJI, P. A.; TIVEY, D. R. Natural and synthetic oligosaccharides in broiler chicken diets. **Word's Poultry Science Journal**, Cambridge, n. 2, v. 54, p. 129-43, 1998.

JENSEN, G. S.; PATTERSON, K. M.; YOON, I. Yeast culture has anti-inflammatory effects and specifically activates NK cells. **Comparative immunology, microbiology and infectious diseases**, Oxford, v. 31, p.487-500, 2008.

JUNG, K.; HA, Y.; HA, S.-K.; HAN, D. U.; KIM, D.-W, MOON, K. W.; CHAE, C. Antiviral effect of *Saccharomyces cerevisiae*  $\beta$ -glucan to swine influenza by increased production of interferon- $\gamma$  and nitric oxide. **Journal of Veterinary Medicine**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 72-76, 2004.

KABIR, S. M. L.; RAHMAN, M. M.; RAHMAN, M. B.; AHMED, S. U. The dynamics of probiotics on growth performance and immune response in broilers. **Int. Poultry Science**, Champaign, v. 3, p. 361-364, 2004.

KIM, H. P.; SON, K. H.; CHANG, H. W.; KANG, S. S. Anti-inflammatory Plant Flavonoids and Cellular Action Mechanisms. **Journal of pharmacological sciences**, Kyoto, v. 96, p. 229-245, 2004.

KIM, S. W.; MATEO, R. D.; YIN, Y. L.; WU, G. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Suweon, v. 20, p. 295-306, 2007.

- KINDLEN, G.; RIBEIRO, A. M. L.; CANAL, C. L.; VIEIRA, M. M. Feeding different levels of vitamin E and selenium has no effect on serum immunoglobulin Y (IgY) production by layer vaccinated against *Escherichia coli* and avian encephalomyelitis virus. **Ciência Rural**, Santa Maria, p. 1374-1379, 2007.
- KLIS, F.M.; MOL, P.; HELLINGWERF, K.; BRUL, S. Dynamics of cell wall structure in *Saccharomyces cerevisiae*. **FEMS Microbiology Reviews**, Amsterdam, v. 26, p. 239-247, 2002.
- KONASHI, S.; TAKAHASHI, K.; AKIBA, Y. Effects of dietary essential amino acid deficiencies on immunological variables in broiler chickens. **The British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.83, p. 449-456, 2000.
- KONJUFGA, V. K.; BOTTJE, W. G.; BERSI, T. K.; ERF, G. F. Influence of dietary vitamin E on phagocytic functions of macrophages in broiler. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 9, p. 1530-1534, 2004.
- KREHBIEL, C. R.; RUST, S. R.; ZHANG, G.; GILLILAND, S. E. Bacterial direct-fed Microbials in ruminant diets: Performance response and mode of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p.120-132, 2003.
- KRISHNAN, S.; BHUYAN, U. N.; TALWAR, G. P.; RAMALINGASWAMI, V. **Immunology**, Oxford, v. 27, p. 383-392, 1974.
- LANGHOUT, P. Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: a visão da indústria e recentes avanços. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 2005. p. 21-33.
- LEE, T. P.; MATTELIANO, M. L.; MIDDLETON JUNIOR, E. Effect of quercetin on human polymorphonuclear leukocyte lysosomal enzyme release and phospholipid metabolism. **Life Science**, Oxford, v. 31, n. 6, p. 2765-2774, 1982.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. A.; COX, M. M. **Principles of biochemistry**. New York: Worth Publishers, 1993.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. Nucleotídeos e ácidos nucleicos. In: LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. (Ed.) **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1995. Cap. 12. p. 242-268.
- LENSING, M.; KLIS, J. D. VAN DER; YOON, I.; MOORE, D. T. Efficacy of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on intestinal health and productivity of coccidian-challenged laying hens. **Poultry Science**, Champaign, n. 91, p. 1590-1597, 2012.
- LERNER, A.; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: a must or an option. **IMAJ**, Haifa, v.2, n.10, p.772-774, 2000.
- LESHICHINSKY, T. V.; KLASING K. C. Relationship between the level of dietary vitamin E and the immune response of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 11, p.1590-1599, 2001.

LESSARD, M.; HUTCHINES, D.; CAVE, N. Cell-mediated and humoral immune responses in broiler chickens maintained on diets containing different levels of vitamin A. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 3368-3378, 1997.

LIANG, J.; MELICAN, D.; CAFRO, L.; PALACE, G.; FISETTE, L.; ARMSTRONG, R.; PATCHEN, M. L. Enhanced clearance of a multiple antibiotic resistant *Staphylococcus aureus* in rats treated with PGG-glucan is associated with increased leukocyte counts and increased neutrophil oxidative burst activity. **International Journal of Immunopharmacology**, New York, v. 20, n. 11, p. 595-614, 1998.

LINE, J. E.; BAILEY, J. S.; COX, N. A.; STERN, N. J.; TOMPKINS, T. Effect of yeast supplemented feed on *Salmonella* and *Campylobacter* populations in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 405-410, 1998.

LOHAKARE, J. D.; RYU, M. H.; HAHN, T. W.; LEE, J. K.; CHAE, B. J. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance and immunity of commercial broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, n. 1, p. 10-19, 2005.

LOPES, C. C.; RABELLO, C. B. V.; JUNIOR, V. A. S.; HOLANDA, M. C. R.; ARRUDA, E. M. F.; SILVA, J. C. R. Desempenho, digestibilidade, composição corporal e morfologia intestinal de pintos de corte recebendo dietas contendo levedura de cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 33, n. 1, p. 33-40, 2011.

LUHM, J.; LANGENKAMP, U.; HENSEL, J.; FROHN, C.; BRAND, J. M.; HENNIG, H.; RINK, L.; KORITKE, P.; WITTKOPF, N.; WILLIAMS, D. L.; MUELLER, A.  $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 3)-D-glucan modulates DNA binding of nuclear factors  $\kappa$ B, AT and IL-6 leading to an anti-inflammatory shift of the IL-1 $\beta$ /IL-1 receptor antagonist ratio. **BMC Immunology**, London, v. 7, n. 1, p. 5, 2006.

MACARI, M.; FURLAN, R. L. Probióticos. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...** Santos: Facta, 2005. v. 1, p.53-72.

MANNERS, D. J.; MASSON, A. J.; PATTERSON, J. A.; BJORNDAL, H.; LINDBERG, B. The structure of a  $\beta$ (1-6)-D-glucan from yeast cell walls. **Biochemistry Journal**, Washington, v.135, n. 1, p.31-36, 1973.

MATHEW, A. G.; SUTTON, A. L.; SCHEIDT, A. B.; PATTERSON, J. A.; KELLY, D. T.; MEYERHOLTZ, K. A. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 6, p. 1503-1509, 1993.

MCCORKLE, F. R.; TAYLOR, R.; STINSON, E. B.; DAY, E.J.; GLICK, B. The effects of a megalevel of vitamin C on the immune response of the chicken. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, n. 6, p. 1324-1327, 1980.

MCKENZIE, I. F. C.; APOSTOLOPOULOS, V.; LEES, C. Oxidised mannan antigen conjugates preferentially stimulate T1 type immune responses. **Veterinary immunology and immunopathology**, Amsterdam, v.63, p.185-190, 1998.

McMULLIN, P. Produção avícola sem antibióticos: riscos potenciais de contaminação cruzada e de detecção de resíduos. In: CONFERÊNCIA APINCO 2004 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. v. 2, p. 211-216.

MCMURRAY, D. N.; WATSON, R. R.; REYES, M. A. Effect of renutrition on humoral and cell-mediated in severely malnourished children. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 34, n. 10, p. 2117-2126, 1981.

MEIRA, D. A.; PEREIRA, P. C. M.; MARCONDES-MACHADO, J.; MENDES, R. P.; BARRAVIERA, B.; PELLEGRINO, J. R. J.; REZKALLAH-IWASSO, M. T.; PERAÇOLI, M. T. S.; CASTILHO, L. M.; THOMZAINI, I.; SILVA, C. L.; FOSS, N. T.; CURRI, P. R. The use of glucan as immunostimulant in the treatment of paracoccidioidomycosis. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, Mclean**, Baltimore, v. 55, n. 5, p. 496-503, 1996.

MIURA, N. N.; OHNO, N.; ADACHI, Y.; WATANABE, M.; TAMURA, H.; TANAKA, S.; YADOMAE, T. Gradual solubilization of Candida cell wall  $\beta$ -glucan by oxidative degradation in mice. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, Amsterdam, v. 21, n. 2, p. 123-129, 1998.

MIYADA, V. S.; LAVORENTI, A. Uso da Levedura seca (*Saccharomyces cerevisiae*) de destilarias de álcool de cana-de-*á*cúcar na alimentação de suínos em crescimento e acabamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 8, n. 3, p. 497-515, 1979.

MOON, S.-H.; HEO, J.-C.; FINE, R.-L.; KIM, H.-M.; KIM, S.-U.; YOON, B.-D.; LEE, S.-H. BRD-glucan exhibits potent immunochemotherapeutic activity in vitro and in vivo. **International Journal of Oncology**, Athens, v. 26, n. 2, p. 395-404, 2005.

MORAES, M. L.; LEDUR, V. S.; RIBEIRO, A. M.; KRÁS, R. V.; GAVA, D. Influência da seleção genética e da restrição alimentar na imunocompetência de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ, 2010.

MORRIS, J. A. Escherichia coli fimbrial adhesins. **Pig News and Information**, v. 4, n. 1, p. 19-21, 1983.

MUCKSOVÁ, J.; BABÍCEK, K.; POSPISIL, M. Particulate 1,3- $\beta$ -D-Glucan, Carboxymethylglucan and Sulfoethylglucan - Influence of their oral or intraperitoneal administration on immunological response of mice. **Folia Microbiologica**, Praha, v. 46, n. 6, p. 559-563, 2001.

OHATA, A.; USAMI, M.; HORIUCHI, T.; NAGASAWA, K.; KINOSHITA, K. Release of (1-3)- $\beta$ -D-glucan from depth-type membrane filters and their in vitro effects on proinflammatory cytokine production. **Artificial Organs**, Cleveland, v. 27, n. 8, p. 728-735, 2003.

OHNO, N.; UCHIYAMA, M.; TSUZUKI, A.; TOKUNAKA, K.; MIURA, N. N.; ADACHI, Y.; AIZAWA, M. W.; TAMURA, H.; TANAKA, S.; YADOMAE, T. Solubilization of yeast cell-wall  $\beta$ - (1-3)-D-glucan by sodium hypochlorite oxidation and dimethyl

sulfoxide extraction. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 316, n. 1, p. 161-172, 1999.

OLIVEIRA, M. C.; FIGUEIREDO-LIMA, D. F.; FARIA FILHO, D. E.; MARQUES, R. H.; MORAES, V. M. B. Effect of mannanoligosaccharides and/or enzymes on antibody titers against infectious bursal and Newcastle disease viruses. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 6-11, 2009.

ONIFADE, A. A.; BABATUNDE, G. M. Supplemental value of dried yeast in a high-fiber diet for broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 62, p. 91-96, 1996.

ONIFADE, A. A.; BABATUNDE, G. M.; AFONJA, S. A.; ADEMOLA, S. G.; ADESINA, E. A. The effects of a yeast culture addition to a lowprotein diet on the performance and carcass characteristics of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 7, p. 44, 1998.

OSWEILER, G. D.; JAGANNATHA, S.; TRAMPEL, D. W.; IMERMAN, P. M.; ENSLEY, S. M.; YOON, I.; MOORE, D. T. Evaluation of XPC and prototypes on aflatoxin-challenged broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 887-1893, 2010.

PAUBERT-BRAQUET, M.; DUPONT, C.; HEDEF, N. Quantification of nucleotides in human milk and their effects on cytokine production by murine fibroblasts, J77A1 macrophages and human monocytes. **Foods, Nutrition and Immunity**, Paris, v. 1, p. 22-34, 1992.

PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A. Prebióticos e probióticos na nutrição de aves. **Ciência Agricultura Saude**, Andradina, v. 2, n. 1, p. 59-64, 2002.

PELZER, L.E., GUARDIA, T., JUAREZ, A.O., GUERREIRO, E. Acute and chronic anti-inflammatory effects of plants flavonoids. **Il Farmaco**, Paris, v. 53, n. 6, p. 421-424, 1998.

RAMIREZ, G. A., L. A. MARTINEZ, J. S. JEFFREY, AND T. W. ODOM, L-Arginine mediated protection against salmonella enteritidis organ invasion in neonatal chicks is associated with increased nitrate and nitrite serum concentrations. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, suppl. 1, p. 67, 1997.

RIEGEL, R. E. Mecanismo da síntese das proteínas. In: RIEGEL, R. E. (Ed.) **Bioquímica**. São Leopoldo: Unisinos, 2002. Cap. 10, p. 321-350.

ROCH, P. Defense mechanisms and disease prevention in farmed marine invertebrates. **Aquaculture**, v. 172, p. 125-145, 1999.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005.

ROTH, F. X.; KIRCHGESSNER, M. Organic acids as feed additives for Young pigs: nutritional and gastrointestinal effects. **Journal of Animal and Feed Science**, United Kingdom, n. 8, p. 25-33, 1998.

RUND, B. Vitamin C plays a role immunity. **Poult Dig.** v. 48, p. 44-55, 1989.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; RECH, J. L. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v. 7, n. 4, p. 349-355, 2006.

RUTZ, F.; RECH, J. L.; XAVIER, E. G. Cuidados críticos na nutrição inicial de aves: Alternativas para melhorar o desempenho e o papel essencial dos nucleotídeos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Alltech Biotechnology, 2005, p.19-39.

SAHIN, K.; SAHIN, N.; KUÇUK, O. Effects of chromium and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites, and antioxidant status of broiler chickens reared at a high environmental temperature (32°C). **Nutrition Research**, Tarrytown, NY, v. 23, p. 225-238, 2003.

SANDERSON, I. R.; HE, Y. Nucleotide uptake and metabolism by intestinal epithelial cells. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.124, Suppl.1, p.131-137, 1994.

SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, M.; GRECCO, M.; OKADA, T. M.; MYASAKA, A. M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Saccharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 10, p. 236-244, 2001.

SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D.; VILELA, E. S. D.; BALDINI, V. L. S.; BRAGAGNOLO, N. Produção piloto de derivados de levedura (*Saccharomyces sp.*) para uso como ingrediente na formulação de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, n. 1,2, p. 119-125, 1999.

SHEN, Y. B.; PIAO, X. S.; KIM, S. W.; WANG, L.; LIU, P.; YOON AND, I.; ZHEN, Y. G. Effects of yeast metabolites supplementation on growth performance, intestinal health, and immune response of nursery pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 2614-2624, 2009.

SHIN, Y. W.; KIM, J. G.; WHANG, K. Y. Effect of supplemental mixed yeast culture and antibiotics on growth performance of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, suppl. 1, p.34, 2005.

SILVA, R. R.; OLIVEIRA, T. T. D.; NAGEM, T. J.; LEÃO, M. A. Efeito de flavonóides no metabolismo do ácido araquidônico. **Revista de Medicina de Ribeirão Preto**, Ribeirão Preto, v. 35, p. 127-133, 2002.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENCKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS; Florianópolis: UFSC, 1999.

SOARES, A. L.; IDA, E. I.; MIYAMOTO, S.; BLAZQUEZ, F. J. H.; OLIVO, R.; PINHEIRO, J. W.; SHIMOKOMAKI, M. Phospholipase A2 Activity in Poultry PSE, Pale, Soft, Exudative, **Journal Food Biochemistry**, v. 27, n. 4, p. 309-319, 2003.

SOARES, A. L.; MARCHI, D. F.; MATSUSHITA, M.; GUARNIERI, P. D.; DROVAL, A. A.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Lipid Oxidation and Fatty Acid Profile Related to Broiler Breast Meat Color Abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 6, p. 1513-1518, 2009.

SOARES, D. G.; ANDREAZZA, A. C.; SALVADOR, M. Avaliação de compostos com atividade antioxidante em células da levedura *Saccharomyces cerevisiae*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 95-100, 2005.

SOLOMON, S. G.; FRYHLE, C. **Química orgânica**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2002. v. 1,2.

SPRING, P. **Effects of mannanoligosaccharide on different cecal parameters and on cecal concentrations of enteric pathogens in poultry**. Dissertation (ETH no. 11897) ETH Zurich, Switzerland, 1996.

SQUIRES, J. E. **Applied animal endocrinology**. Cambridge: GABI publishing, 2003.

SUDA, M.; OHNO, N.; HASHIMOTO, T.; KOIZUMI, K.; ADACHI, Y.; YADOMAE, T. Kupffer cells play important roles in the metabolic degradation of a soluble anti-tumor (1-3)- $\beta$ -D-glucan, SSG, in mice. **FEMS Immunology and Medical Microbiology**, Amsterdam, v. 15, n. 2-3, p. 93-100, 1996.

TAHERI, H. R.; RAHMANI, H. R.; POURREZA, J. Humoral immunity of broilers is affected by oil extracted propolis (OEP) in the diet. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v. 4, n. 6, p. 414-417, 2005.

TANGENDJAJA, B., YOON, I. Effect of yeast culture on egg production and mortality in layer chickens. In: Annual Meeting, 91., 2002, Newark Delaware. **Poultry Science Association**, Champaign, 2002.

THOMPSON, J. L.; HINTON, M. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on salmonellas in the crop. **British Poultry Science**, London, v. 38, n. 1, p. 59 – 65, 1997.

TORRAS-CLAVERIA, L.; JÁUREGUI, O.; CODINA, C.; TIBURCIO, A. S.; BASTIDA, J.; VILADOMAT, F. Analysis of phenolic compounds by high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry in senescent and water-stressed tobacco. **Plant Science**, Irlanda, v.182, p. 71-78, 2012.

TSIAGBE, V. K.; COOK, M. E.; HARPER, A. E.; SUNDE, M. L. Enhanced immune responses in broiler chick fed methionine supplemented diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 1147-1154, 1987.

TSUDA, T.; OHSHIMA, K.; KAWAKISHI, S.; OSAWA, T. Antioxidative pigments isolated from the seeds of phaseolus vulgaris **Journal Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 42, p. 248-251, 1994.

TSUJINAKA, T.; KISHIBUCHI, M.; IJIMA, S. Nucleotides and intestine. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, Silver Spring, v. 23, p.74-77, 1999.

TSUKADA, C.; YOKOYAMA, H.; MIYAJI, C.; ISHIMOTO, Y.; KAWAMURA, H.; ABO, T. Immunopotential of intraepithelial lymphocytes in the intestine by oral administrations of  $\beta$ -glucan. **Cellular Immunology**, New York, v. 221, n. 1, p. 1-5, 2003.

TZIANABOS, A. O. Polysaccharide immunomodulators as therapeutic agents: structural aspects and biologic function. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, v. 13, n. 4, p. 523-533, 2000.

UAUY, R.; STRIGEL, G.; THOMAS, R. QUAN, R. Effect of dietary nucleosides of growth and maturation of the developing gut in rat. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, Philadelphia, v.10, n.4, p.497-503, 1990.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA - UBABEF. **Reunião anual**. 2013. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/732e67e684103de4a2117dda9ddd280a.pdf>> Acesso em: 24 jul. 2013.

VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C., JANSMAN, A. J. M., SMIDT, H.; YOON, I. Effects of yeast culture on performance, gut integrity, and blood cell composition of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 3099-3109, 2007.

VAN LEEUWEN, P.; VERDONK, J. M. A. J.; KWAKERNAAK, C. Effects of fructo oligo saccharide inclusion in diets on performance of broiler chickens. Confidential report 05/I00650 to Orafiti. 2005.

WU, G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. **Journal Nutrition**, Bethesda 128, 1249–1252. (1998)

YALCIN, S.; OZSOY, B.; EROL, H. Yeast metabolites supplementation to laying hen diets containing soybean meal or sunflower seed meal and its effect on performance, egg quality traits and blood chemistry. **Journal Apply Poultry Research**, Oxford, v. 17, p. 229–236, 2008.

YITBAREK, A.; RODRIGUEZ-LECOMPTE, J. C.; ECHEVERRY, H. M.; MUNYAKA, P.; BARJESTE, N.; SHARIF, S.; CAMELO-JAIMES, G. Performance, histomorphology, and Toll-like receptor, chemokine, and cytokine profile locally and systemically in broiler chickens fed diet supplemented with yeast-derived macromolecules. **Poultry Science**, Champaign, v. 92, p. 2299-2310, 2013.

YOUNG, J. European market developments in prebiotic and probiotic containing foodstuffs. **British Journal of Nutrition**, London, v. 80, p. 231-233, 1998.

ZHANG, A. W.; LEE, B. D.; LEE, S. K.; LEE, K. W.; AN, G. H.; SONG, K. B.; LEE, C. H. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p.1015-1021, 2005.