UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANDRÉ CAMÊLO FONSECA

**Efeito de diferentes estratégias nutricionais e da genética sobre a incidência
de miopatias peitorais de frangos de corte.**

Pirassununga
2019

ANDRÉ CAMÊLO FONSECA

Efeito de diferentes estratégias nutricionais e da genética sobre a incidência de miopatias peitorais de frangos de corte.

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino de Araújo

Pirassununga
2019

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

FF676e Fonseca, André Camêlo
Efeito de diferentes estratégias nutricionais e da genética sobre a incidência de miopatias peitorais de frangos de corte. / André Camêlo Fonseca ; orientador Lúcio Francelino Araújo. -- Pirassununga, 2019.
62 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Estrias Brancas. 2. Peito Madeira. 3. Miopatia Peitoral. I. Araújo, Lúcio Francelino, orient. II. Título.

ANDRÉ CAMÊLO FONSECA

Efeito de diferentes estratégias nutricionais e da genética sobre a incidência de miopatias peitorais de frangos de corte.

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Data de aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof.Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof.Dr. _____
Instituição: _____ Assinatura: _____

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito de diferentes estratégias nutricionais e da genética sobre a incidência de miopatias peitorais em frangos de corte.", protocolada sob o CEUA nº 1713280918, sob a responsabilidade de **Lúcio Francelino Araújo e equipe; André Camêlo Fonseca** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - FZEA/USP (CEUA/FZEA) na reunião de 04/12/2018.

We certify that the proposal "Effect of different nutritional strategies and genetics on the incidence of pectoral myopathies in broilers", utilizing 1755 Birds (1755 males), protocol number CEUA 1713280918, under the responsibility of **Lúcio Francelino Araújo and team; André Camêlo Fonseca** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Animal Science and Food Engineering - (São Paulo University) (CEUA/FZEA) in the meeting of 12/04/2018.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **11/2018** a **02/2019** Área: **Nutrição Animal/zaz**

Origem:	Animais provenientes de estabelecimentos comerciais		
Espécie:	Aves	sexo: Machos	idade: 1 a 54 dias N: 585
Linhagem:	Cobb		Peso: 49 a 5000 kg
Origem:	Animais provenientes de estabelecimentos comerciais		
Espécie:	Aves	sexo: Machos	idade: 1 a 54 dias N: 585
Linhagem:	Cobb		Peso: 49 a 5000 kg
Origem:	Animais provenientes de estabelecimentos comerciais		
Espécie:	Aves	sexo: Machos	idade: 1 a 56 dias N: 585
Linhagem:	Hubbard		Peso: 49 a 5000 kg

Resumo: A carne de frango é a segunda proteína animal mais consumida no mundo. Representa um produto de alto valor nutricional, baixo custo e fácil acesso. Isto fez com que criadores, nutricionistas e produtores aumentassem a taxa de crescimento das aves, eficiência alimentar e tamanho do músculo do peito. Com a alta seleção genética para frangos de corte, as novas linhagens comerciais apresentam músculos formados com o dobro de fibras musculares e com maior diâmetro, em comparação com linhagens clássicas. Esse aumento causou a incidências de alterações musculares peitorais em frangos de corte. Como é o caso da miopatia peitorais estrias brancas e o peito amadeirado. A utilização de diferentes estratégias nutricionais pode reduzir a incidências dessas miopatias, de forma que irá estabelecer relações entre a genética, nutrição e a manejo a fim de se assegurar um produto ao consumidor seguro, desta maneira, reduzir a condenação de carcaças, prejuízos nos frigoríficos e propor que seja quantificado essas lesões para que medidas sejam realizadas.

Local do experimento: **Aviário Experimental do Laboratório de Pesquisa em Aves da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.**

Pirassununga, 05 de dezembro de 2018

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Comitê de Ética em Pesquisa da FZEA

Profa. Dra. Daniele dos Santos Martins
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo - FZEA/USP

Profa. Dra. Cristiane Gonçalves Titto
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo - FZEA/USP

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu pai Amauri (in memoriam) que me ensinou as mais belas virtudes da vida: Humildade, Respeito e Hombridade. Este homem que foi e sempre será a minha grande inspiração para buscar dias melhores. Foi com ele que aprendi a não desistir dos meus sonhos e que tudo na vida tem um tempo, que precisamos apenas fazer a nossa parte para sermos merecedores. Aprendi a valorizar as coisas simples da vida, e principalmente que sem Deus não chegaremos a lugar nenhum. E mesmo na tua partida meu pai não deixastes de me ensinar, pois aprendi ainda a ser forte, resiliente e que nós somos responsáveis pelos nossos resultados. Gostaria nesse momento te dar um abraço apertado e sentir o porto seguro que sempre fostes para mim. Te amo meu veinho! Obrigado por todo amor e dedicação!

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente à Deus por me conceder saúde, força, coragem e sabedoria para realização de mais um sonho!

Sabia do quão grande e desafiador seria esse objetivo. Foram muitos dias longe de casa, da família, amigos e sem sombra dúvidas esses momentos de nostalgia e saudade foram muito importantes para o meu crescimento.

Quero externar aqui os meus profundos agradecimentos à minha mãe Benedita Camêlo, que mesmo longe fisicamente, me proporcionou todo amor, carinho, incentivo e segurança nos meus caminhos. À minha esposa Maíra Costa por acreditar em mim, estar sempre presente com todo amor e compreensão, vivendo meus sonhos junto comigo e sendo meu porto seguro para todos os desafios. Ao meu irmão Thiago Camêlo pela proteção, apoio, carinho e toda torcida para o meu sucesso, sendo meu segundo PAI. Amo muito vocês!

O meu sincero obrigado aos meus familiares, especialmente minha vó Araci e meu tio Agliberto por serem os pilares da nossa família. Helder Sanchez e Fernanda Camêlo, vocês realmente são demais! Sempre me acolheu com amor, alegria em nossos encontros. Meu Tio Érico Camêlo pelo incentivo na minha trajetória na medicina veterinária.

Aos meus grandes amigos, em especial Márcio Ávila e Vanine Ávila. Vocês realmente foram a extensão da minha família e da minha Maceió em São Paulo. Muito obrigado por todo carinho e amparo.

Não poderia deixar de agradecer à Agrocere Multimix Nutrição animal LTDA em nome de Felipe Bastos, Flávio Ruiz, Fernando Souza, Maurício Nacif, Ricardo Ribeiral, Marcelo Torretta, Livya Queiroz, Lídson Nery, Rafael Marques, Diogo Gambaro e Patrícia Marchizeli por acreditarem em mim e me proporcionarem desenvolvimento técnico da avicultura brasileira.

Por fim, mas não menos importante, quero agradecer aos meus formadores acadêmicos. À professora Dra. Isabelle Bastos por acreditar em mim e depositar sua confiança no trabalho de conclusão de curso e nos projetos de iniciação científica que trabalhamos juntos. Ao professor Dr. Giulliano Aires Anderlini por ser um grande mentor durante minha graduação. Agradecer a Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos de São Paulo e ao departamento de qualidade e produtividade animal. Aos professores do departamento de zootecnia FZEA/FMVZ por esses dois anos e

meio de construção de conhecimento. Ao meu orientador professor Dr. Lúcio Francelino de Araújo e a professora Dra. Cristiane Araújo por me confiarem a oportunidade de contribuir e fazer parte desse grupo seleto da avicultura da Universidade de São Paulo – USP e por não medirem esforços para o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço também aos meus grandes amigos de pós-graduação Carlos Granghelli, Fabrícia Roque, Brunna Garcia, Paulo Pelessari, Mylena Tückmantel, Sarah Mariane, Patrícia, Yasmim, Mariana Llaque, Júlio Miotto e Rafael que foram essenciais na minha formação. Aos funcionários do aviário e fábrica de ração da USP, em especial ao querido Edinho. À banca avaliadora que com muito carinho e satisfação aceitou o convite para contribuir com meu estudo e participar desse momento especial da minha vida. Meu muito obrigado!

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Classificação das lesões de White Striping no músculo peitoral (*Pectoralis major*) normal (A), moderada (B) ou severa (C)21
- Figura 2.** Miopatia atrófica polifásica por hipercontração, necrose segmentar e reparação, em escore aproximado de 4 e presença de adipócitos23
- Figura 3.** Classificação das lesões de Wooden breast no músculo peitoral normal (1), severo (2)25
- Figura 4.** Grau de severidade das lesões de Wooden breast. Da esquerda para a direita classificam - se, respectivamente: Normal, Leve, Moderado e Severo25
- Figura 5.** Miopatia atrófica polifásica por hipercontração, necrose segmentar e regeneração em escore 4 em músculo peitoral com lipomatose e deposição de exsudato serofibrinoso no epimísio26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis para desempenho regular e desempenho superior	35
Tabela 2. Descrição das estratégias Nutricionais	35
Tabela 3. Desempenho por linhagem de acordo com a fase de criação.....	40
Tabela 4. Rendimento de carcaça, peito e pernas por linhagem de acordo com a fase de criação	41
Tabela 5. Desempenho por estratégia nutricional de acordo com a fase de criação.....	43
Tabela 6. Rendimento de carcaça, peito e pernas por estratégia nutricional de acordo com a fase de criação	44
Tabela 7. Incidência de White Striping (WS) e Wooden Breast (WB) aos 35, 42, 49 e 56 dias de idade de abate por linhagem	46
Tabela 8. Incidência de White Striping (WS) e Wooden Breast (WB) aos 35, 42, 49 e 56 dias de idade de abate por estratégia nutricional	47
Tabela 9. Composição química do peito de frango por estratégia nutricional aos 35, 42 e 49 dias de abate.....	47
Tabela 10. Composição química do peito de frango por estratégia nutricional aos 35, 42 e 49 dias de abate.....	49

LISTA DE SIGLAS

EN	ESTRATÉGIA NUTRICIONAL
WS	WHITE STRIPING
WB	WOODEN BREAST

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relação peso vivo e rendimento de peito de frangos de corte.....	50
--	----

RESUMO

FONSECA, A. C. **Efeito de diferentes estratégias nutricionais e da genética sobre a incidência de miopatias peitorais em frangos de corte.** [Effect of different nutritional strategies and genetics on the incidence of pectoral myopathies in broiler chickens] 2019. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

A importância econômica da carne de aves conduziu extensivos esforços de seleção genética para aumentar o rendimento de peito de frangos de corte comerciais proporcionando músculos formados com o dobro de fibras musculares e com maior diâmetro. Esse aumento causou a incidências de alterações musculares peitorais denominadas de White Striping e Wooden Breast, conhecida respectivamente como estrias brancas e peito madeira. Foram utilizados 1.755 pintos de 3 linhagens (Cobb, Ross e Hubbard) distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3X5 (três linhagens, cinco estratégias nutricionais) com nove repetições por tratamento, distribuídas em 135 boxes e densidade de 13 aves/m². Foram abatidas 1 ave por repetição aos 35, 42, 49 e 56 dias para as análises de desempenho, rendimento de carcaça e cortes, miopatias peitorais e composição nutricional do peito. As estratégias nutricionais (EN) foram: EN1 - desempenho regular, 500 FTU de fitase; EN2 - desempenho superior, 500 FTU de fitase; EN3 - desempenho superior, 1500 FTU; EN4 - desempenho superior, 500 FTU, complexo antioxidante; EN5 – desempenho superior, 1500 FTU, complexo antioxidante. Entre as linhagens, Ross predominou com o maior consumo de ração com 21, 49 e 56 dias e maior peso médio em todas as idades. A linhagem Hubbard que prevaleceu com a menor conversão alimentar aos 49 e 56 dias de idade. Para rendimento de carcaça Cobb e Ross foram superiores ao Hubbard com 35 dias e predominaram maior rendimento de peito entre as idades de abate. Hubbard obteve maior rendimento de pernas em todas as idades. Para consumo de ração, peso médio e conversão alimentar por EN, o consumo de ração só apresentou diferença significativa entre as EN nas fases iniciais (8-21 dias) e finais (50-56 dias). Quando observado o peso médio, a EN 5 teve o maior peso em todas as idades. O menor peso foi para as aves da EN 1 em todas as idades. Na análise de conversão percebe-se que a EN 1 teve a maior conversão nas fases: inicial (8-21 dias), crescimento (22-49 dias) e final (50-56 dias). EN 5 obteve a menor conversão alimentar na fase inicial e final. Não houve diferença significativa para incidência de White Striping em todas as idades entre linhagens. Para Wooden Breast

(WB), houve diferença significativa entre as linhagens com 42, 49 e 56 dias de idade, onde Cobb prevaleceu com maior incidência nessas idades. Ross obteve junto ao Cobb as maiores incidências com 49 e 56 dias. Não houve diferença significativa entre White Striping e Wooden Breast entre as estratégias nutricionais. Para composição química do peito das aves entre as linhagens, observa-se que só houve diferença significativa para extra etéreo (EE) com 49 dias de idade, onde Cobb e Ross tiveram o maior percentual. Entre as estratégias nutricionais não houve diferença significativa para composição nutricional do peito. Há diferença significativa entre Cobb, Ross e Hubbard para desempenho e rendimento, o que afetam a incidência das miopatias peitorais. No entanto, entre as estratégias nutricionais não observou diferença significativa para incidências de White Striping e Wooden Breast.

Palavras-chave: Estrias brancas. Peito madeira. Miopatia peitoral. Composição nutricional

ABSTRACT

FONSECA, A. C. **Effect of different nutritional strategies and genetics on the incidence of pectoral myopathies in broiler chickens.** 2019. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2019.

The economic importance of poultry meat led extensive genetic selection efforts to increase breastfeeding of commercial broilers by providing muscles formed with twice the muscle fibers and with larger diameter. This increase caused incidences of pectoral muscle changes called White Striping and Wooden Breast, known respectively as white striations and chest wood. A total of 1,755 chicks (Cobb, Ross and Hubbard) were distributed in a completely randomized design in a 3X5 factorial arrangement (three lines, five nutritional strategies) with nine replicates per treatment, distributed in 135 boxes and density of 13 birds / m². One bird per replicate was slaughtered at 35, 42, 49 and 56 days for analyzes of performance, carcass yield and cuts, pectoral myopathies and nutritional composition of the breast. The nutritional strategies (EN) were: EN1 - regular performance, 500 FTU of phytase; EN2 - superior performance, 500 FTU of phytase; EN3 - superior performance, 1500 FTU; EN4 - superior performance, 500 FTU, antioxidant complex; EN5 - superior performance, 1500 FTU, antioxidant complex. Among the lineages, Ross predominated with the highest feed intake at 21, 49 and 56 days and highest mean weight at all ages. The Hubbard strain prevailed with the lowest feed conversion at 49 and 56 days of age. For carcass yield Cobb and Ross were superior to Hubbard with 35 days and had a higher breast yield between the slaughter ages. Hubbard obtained higher leg yield at all ages. For feed intake, mean weight and feed conversion by EN, feed intake only showed a significant difference between the early (8-21 days) and the late (50-56 days). When the average weight was observed, EN 5 had the highest weight in all ages. The lowest weight was for birds of EN 1 at all ages. In the conversion analysis, it was observed that EN 1 had the highest conversion in the phases: initial (8-21 days), growth (22-49 days) and final (50-56 days). EN 5 obtained the lowest feed conversion in the initial and final phases. There was no significant difference in the incidence of White Striping at all ages between strains. For Wooden Breast (WB), there was a significant difference between the 42, 49 and 56 days old strains, where Cobb prevailed with higher incidence at these ages. Ross obtained the highest incidences with Cobb at 49 and 56 days. There was no significant difference between White Striping and Wooden Breast between

nutritional strategies. It was observed that there was only a significant difference for fat at 49 days of age, where Cobb and Ross had the highest percentage. Among nutritional strategies there was no significant difference in the nutritional composition of the breast. There is a significant difference between Cobb, Ross and Hubbard for performance and yield, which affect the incidence of pectoral myopathies. However, among the nutritional strategies did not observe significant difference for incidences of White Striping and Wooden Breast.

Keywords: White striping. Wooden breast. Pectoral myopathy. Quality meat chicken. Nutritional composition

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	18
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
2.1	White Striping.....	21
2.2	Wooden Breast	24
2.3	Influência da dieta na incidência de miopatia	27
2.4	Antioxidante.....	28
2.5	Minerais orgânicos	30
2.6	Fitase.....	31
3.	MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1	Desempenho.....	36
3.2	Rendimento de carcaça e cortes (peito e pernas)	36
3.3	Miopatias Peitorais.....	36
3.4	Composição química do peito de frango	37
3.4.1	Umidade.....	37
3.4.2	Proteína.....	37
3.4.3	Gordura	37
3.5	Análise estatística	38
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	Desempenho e Rendimento.....	39
4.2	Miopatia e Composição nutricional	45
5.	CONCLUSÕES	51
6.	REFERÊNCIAS.....	52
	ANEXOS.....	58

1. INTRODUÇÃO

No cenário atual de produção de carne de frango, o Brasil alcançou em 2015 a segunda posição com 13,146 milhões de toneladas de carne de frango, ultrapassando a China e ficando atrás somente do Estados Unidos. Já nas exportações o cenário é diferente, lidera-se o ranking como o maior exportador de carne de frango do mundo. (TURRA, 2015).

Estima-se que em 2050 mais de nove bilhões de pessoas necessitarão ser alimentadas. A carne de frango tem um papel fundamental por ser uma fonte de proteína animal de alto valor nutricional, baixo custo e fácil acesso. Isto resultou numa pressão sobre os criadores, nutricionistas e produtores para aumentar a taxa de crescimento das aves, eficiência alimentar e tamanho do músculo do peito.(BEST, 2011).

A importância econômica da carne branca de aves conduziu extensivos esforços de seleção genética para aumentar o rendimento de peito de frangos de corte comerciais. De fato, programas de seleção genética, com a ajuda de melhorias nos sistemas de produção, foram extraordinariamente bem-sucedidos no aumento do rendimento de carne de frangos de corte. Embora tais melhorias na musculatura não sejam claramente compreendidas fisiologicamente, elas provavelmente envolvem a quantidade ou o tamanho das miofibrilas. (SCHEUERMANN et al., 2004).

Segundo Dalle Zotte et al., (2017), com a alta seleção genética para frangos de corte, as novas linhagens comerciais apresentam músculos formados com o dobro de fibras musculares e com maior diâmetro, em comparação com linhagens tradicionais.

Considerando o fato de que as miofibras são as principais estruturas do tecido muscular, muitos estudos têm tentado relacionar as características do número de miofibrilas no músculo em diferentes espécies de animais domésticos. Os bovinos com musculatura dupla, tinham sinais visíveis externamente de aumento do músculo, aumento do peso seco dos músculos e muito mais miofibras nas secções transversais dos músculos do sartório que bovinos normais. (SWATLAND; KIEFFER, 1974). Do mesmo modo, em suínos, foi demonstrada uma relação positiva do número de miofibras (MFN) com a taxa de crescimento rápido.(DWYER; FLETCHER; STICKLAND, 1993). Em frangos de corte selecionados para rápido crescimento quando são comparados com galinhas poedeiras mostraram uma maior musculatura e hipertrofia pronunciada (ABERLE; ADDIS; SHOFFNER, 1979). Burke; Henry, (1997)

também observaram que, na eclosão, frangos de corte comerciais tinham duas vezes mais miofibras do que as galinhas Bantam no músculo semimembranoso. Remignon et al., (1995) relataram que as linhas de frango de crescimento rápido tinham 15 a 20% mais miofibrilas no músculo dorsal latissimus dorsi do que as linhagens de frango de crescimento lento.

Esse aumento causou a incidência de alterações musculares peitorais em frangos de corte, como é o caso da miopatia “White Striping”, também chamado de estrias brancas peitorais (FERREIRA et al., 2014). Este é considerado um problema emergente na carne de peito de frango que está relacionado com a taxa de crescimento crescente de aves híbridas modernas (PETRACCI et al., 2014).

Sihvo et al., (2014) perceberam prevalência de um novo tipo de defeito de qualidade na carne de peito de frango que tem aumentado drasticamente na Finlândia nos últimos 3 anos, e para o conhecimento dos autores, uma tendência semelhante também pode ser observada em vários outros países. As alterações macroscópicas são restritas ao músculo *pectoralis major*, que mostra áreas expansivas pálidas com dureza substancial denominada de Wooden Breast, peito amadeirado.

O aumento do tamanho da fibra muscular e o inadequado suprimento capilar pode induzir o estresse metabólico intermediário devido à grande distância para difusão do oxigênio, metabólitos e eliminação de resíduos (MACRAE et al., 2006). Com a seleção de frangos para as características de alto desempenho e rendimento de peito e pernas, o tipo de fibra presente no músculo não foi afetado, mas incide no aumento do diâmetro e comprimento das fibras (PETRACCI et al., 2015).

Em geral, o número de fibras está relacionado a mudanças durante o crescimento muscular, e as aves de crescimento rápido têm mais fibras musculares do que as de crescimento mais lento (SCHEUERMANN et al., 2004).

Alguns trabalhos observaram que com dietas de maior densidade energética, as aves apresentam peitos maiores e conseqüentemente ocorre uma maior incidência de estrias brancas na carne. Santiago (2015) relatou que aves alimentadas com dietas de alta energia em comparação a aves alimentadas com baixa energia apresentaram menor conversão alimentar, maior peso vivo e peso de peito em comparação as aves alimentadas com baixa energia.

Petracci et al. (2014), avaliaram o efeito na composição química e no valor nutricional da carne de peito de frango, e quantificou três graus de White Striping (ausência = normal, presença classificada em 2 níveis como moderada ou grave). Os

resultados mostraram que tanto os graus severos e moderados apresentaram, em relação aos filés normais, maior teor de gordura, menor nível de proteína e maior nível de colágeno. Além de apresentar diferenças nas frações de miofibrilas.

Embora não exista relação com condição infecciosa os níveis elevados de enzimas, como creatina quinase, alanina transaminase, aspartato amino transferase e desidrogenase de lactato, confirmam o dano muscular causado pelas miopatias regenerativas (SANTIAGO, 2015). Pesquisas recentes permitiram observar um aumento dos escores de degeneração, necrose, lipidose e fibrose de acordo com o aumento do grau de estriação branca, a partir do peito normal para severo, e essa miopatia está associada também com áreas de regeneração (KUTTAPPAN et al., 2013). Além de que, com o aumento de fibras brancas propicia o aumento de ácido láctico, redução do pH e ativação de enzimas de necrose.

No que se refere a estudos sobre a miopatia peitoral, a literatura não esclarece informações sobre a etiologia das miopatias que acometem frangos de corte. Torna-se necessário característica histofisiológica da estria branca peitoral e peito amadeirado, para o destino correto das carcaças acometidas e a adoção de medidas preventiva para o controle desses problemas e disponibilizar ao consumidor um produto de qualidade e seguro.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de estratégias nutricionais e da genética a fim de minimizar a incidência das miopatias peitorais White Striping e Wooden Breast em frangos de corte, assegurando um produto de maior qualidade ao consumidor, além de reduzir a condenação de carcaças e prejuízos nos frigoríficos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 White Striping

White Striping (WS) é uma miopatia observada em frangos de corte, caracterizado por estrias brancas superficiais paralelas às fibras musculares com maior ocorrência na região de maior espessura do corte, cranialmente, e que dependendo da gravidade dessas estrias podem ser classificadas em normal, moderada ou severa (Figura 1). Kuttappan et al. (2013) classificaram de acordo com tamanho e distribuição das estrias sobre a face ventral da região do músculo peitoral (*Pectoralis major*), os que não apresentam nenhuma estria branca eram os normais, os que apresentam estrias com menos de 1 mm de espessura, são classificados como moderados. E os que apresentam estrias com mais de 1 mm de espessura são classificados com severos.

Figura 1. Classificação das lesões de White Striping no músculo peitoral (*Pectoralis major*) normal (A), moderada (B) ou severa (C)

Fonte: Adaptado do Kindlein; Vieira, (2015).

A miopatia em frangos de corte é uma condição geralmente assintomática, mas leva a uma perda de qualidade da carne (GUETCHOM et al., 2012). Vários autores

relacionam o aparecimento e gravidade dessas lesões com o rápido crescimento de frango de corte. Embora outros fatores possam facilitar o desenvolvimento das estrias, como a idade, sexo e nutrição. Como foi evidenciado por (KUTTAPPAN et al., 2012a) que observou que os machos como adquirem pesos maiores que as fêmeas desenvolve maior incidência de WS, e (RUSSO et al., 2015) observaram que os animais com idade mais elevadas sofreram com maior incidência da lesão no músculo peitoral (*Pectoralis major*).

O aumento do tamanho da fibra muscular e o inadequado suprimento capilar podem induzir o estresse metabólico intermediário devido à grande distância para difusão do oxigênio, metabólitos e eliminação de resíduos (MACRAE et al., 2006). Assim, pode modificar a composição nutricional do músculo, como observado por Petracci et al., (2014), que realizaram um estudo com 108 músculos peitorais maiores que representam três graus de WS (ausência = normal, presença classificada em 2 níveis como moderada ou grave) para determinar a composição nutricional da carne (umidade, proteína, lipídios e colágeno), perfil de proteína sarcoplasmática e miofibrila. Os resultados mostraram que os músculos peitorais que apresentavam lesões severas, moderadas e ausência da lesão apresentaram de teores de gordura (2,53; 1,46; 0,78%; respectivamente), menor teores de proteína (20,9; 22,2; 22,9%; respectivamente), corroborando com a perda de qualidade da proteína animal, devido à maior concentração de colágeno (1,30; 1,37; 1,43%; respectivamente), e diferentes padrões nas frações miofibrila e sarcoplasmática. Além disso, os WS severo apresentaram maior conteúdo energético (450,7; 421,1 kJ / 100 g; $P < 0,01$) em relação à carne normal.

Estes resultados evidencia que há prejuízo no valor nutricional da carne de peito de frango com WS e pode afetar no momento da compra ao consumidor, ou seja, outras miopatias podem estar relacionadas a menor deposição de proteínas e maior de gordura intramuscular (MUDALAL et al., 2015) também verificaram que o músculo do peito de frangos acometidos com white striping apresenta alterações nas frações proteicas miofibrilares e sarcoplasmáticas e influenciam as características da carne, indicando que esta miopatia afeta a qualidade do produto final.

Embora, não tenha relação com condição infecciosa, níveis elevados de enzimas, como creatina quinase, alanina aminotransaminase, aspartato aminotransferase e desidrogenase de lactato, confirmam o dano muscular causado pelas miopatias regenerativas (SANTIAGO, 2015). Pesquisas recentes permitiram

observar um aumento dos escores de degeneração, necrose, lipidose e fibrose de acordo com o aumento do grau de estriação branca de normal para severo e essa miopatia está associada também com áreas de regeneração (KUTTAPPAN et al., 2013b, 2013c). Além de que, o aumento de fibras brancas ou glicolíticas propicia o aumento de ácido láctico, redução do pH e ativação de enzimas de necrose.

Histologicamente, a presença de WS moderada e severa consistem em perda de estrias cruzadas, variabilidade no tamanho da fibra, degeneração flocular e vacuolar e lise de fibras, leve mineralização, regeneração ocasional (nuclear e células multinucleadas), infiltração de células mononucleares, lipólise e inflamação intersticial e fibrose. Esta condição apoia o argumento de que quanto maior for grau de WS os teores de diminuem proteína e o de gordura aumentam, respectivamente no tecido (KUTTAPPAN et al., 2013).

Figura 2: Miopatia atrófica polifásica por hipercontração, necrose segmentar e reparação, em escore aproximado de 4 e presença de adipócitos.

Fonte: Arquivo Pessoal

Recentemente, observou-se também que WS pode estar acompanhada por outro tipo de miopatia de wooden breast chamada "peito de madeira", que de apresentar alterações histológicas semelhantes, que consiste em microdegeneração polifásica de moderada a severa com regeneração, bem como quantidades variáveis de acumulação de tecido conjuntivo intersticial ou fibrose (SIHVO; IMMONEN; PUOLANNE, 2014).

2.2 **Wooden Breast**

Há apenas alguns anos, a indústria avícola começou a enfrentar uma anormalidade na carne da peito de frango, conhecida como Wooden Breast, peito amadeirado, e que frequentemente vem associado a miopatia White Striping (SOGLIA et al., 2015).

Frangos pesados, acima de 2,5 kg, representam quase 50% das aves comercializadas no mercado norte americano, sendo que 18% dessas aves pesam mais de 3,4kg. O peso no segmento de frango pesado varia entre 2,7 a 4,2 kg, seguindo uma tendência de aumento. Esta faixa de peso tem tido um aumento de 15% nos últimos anos e deverá seguir crescendo, contribuindo para uma maior comercialização de peças maiores de peito, que aumentam a probabilidade da incidência de WB, peito amadeirado (VIEIRA, 2012).

Wooden breast (WB) é uma miopatia observada em frangos de corte, chamado de peito de madeira, é qualificado por graus variáveis de dureza (figura 3 e figura 4) no Pectoralis major com superfície visivelmente rígida, abaulada e pálida na parte caudal do peito (SIHVO; IMMONEN; PUOLANNE, 2014). As lesões são vistas a partir de 3 semanas de idade e podem afetar uma grande quantidade de aves (MUTRYN et al., 2015). O WB caracteriza-se por uma subnutrição e regeneração polifásica associada, o que leva a uma quantidade variável de tecido conjuntivo intersticial acumulado e fibrose (SIHVO; IMMONEN; PUOLANNE, 2014). Dependendo da gravidade da condição, WB pode ter hemorragia superficial e produzir um exsudado gelatinoso estéril entre a superfície do peito e da pele. Nos estudos recentes, WS e WB são consideradas miopatias distintas, uma vez que são encontrados independentemente uma da outro, no entanto, elas podem ser observados juntos (BAILEY et al., 2015).

Figura 3. Classificação das lesões de Wooden breast no músculo peitoral normal (1), severo (2)

Fonte: Adaptado do Sihvo; Immonen; Puolanne, (2014).

Figura 4. Grau de severidade das lesões de Wooden breast. Da esquerda para a direita classificam-se, respectivamente: Normal, Leve, Moderado e Severo

Fonte: (TIJARE, 2015).

As causas da doença permanecem obscuras, mas Mutryn et al., (2015) realizou um experimento através da análise da expressão dos genes, em que concluíram que a hipoxia, o estresse oxidativo, o aumento do cálcio intracelular, bem como a presença de troca de tipo de fibra podem ser características fundamentais da WB.

Sihvo et al. (2014) observou as lesões macroscópicas e histológicas dessa miopatia em 10 músculos peitorais maiores de frangos de corte de 5 a 6 semanas na Finlândia. Todos os casos afetados também exibiram acúmulo de linfócitos

perivenular. A etiologia desta lesão miodegenerativa permanece sem explicação. A miodegeneração polifásica está associada a várias etiologias previamente conhecidas, mas a dureza palpatória enfocando o músculo peitoral (*pectoralis major*), juntamente com linfócitos perivenulares, não foram descritas em relação a eles. Os resultados deste estudo fornecem a base patológica para estudos futuros sobre a etiologia da miopatia.

Há uma redução do suprimento de oxigênio para o músculo do peito em decorrência de uma menor densidade capilar em aves de crescimento rápido (HOVING-BOLINK et al., 2000). Além disso, a diminuição de suprimento sanguíneo suficiente pode resultar em acúmulo de resíduos metabólicos na célula, levando ao estresse oxidativo e danos nos tecidos (MACRAE et al., 2006).

Figura 5 : Miopatia atrófica polifásica por hipercontração, necrose segmentar e regeneração em escore 4 em músculo peitoral com lipomatose e deposição de exsudato serofibrinoso no epimísio

Fonte: Arquivo pessoal.

O dano associado a uma maior taxa de crescimento também pode levar a alterações de cátions, resultando em aumento do nível de sódio, potássio, magnésio e cálcio no tecido muscular (SANDERCOCK et al., 2009). O nível aumentado de cálcio no tecido muscular pode iniciar mudanças em vários tecidos, incluindo a ativação de proteases ou lipases intracelulares resultando em alterações miopáticas. (SANDERCOCK; MITCHELL, 2003). Além disso, a resposta inflamatória durante a degeneração das miofibras atrairá neutrófilos, ativará macrófagos e linfócitos T para a área afetada, resultando em fagocitose de detritos celulares e liberação de fatores como citocinas e prostaglandinas (SMITH et al., 2008).

2.3 Influência da dieta na incidência de miopatia

O aumento da taxa de crescimento, bem como os rendimentos de peito resultantes da seleção genética são as supostas causas para o aumento da presença das estrias brancas e do peito amadeirado em frangos de corte (PETRACCI; CAVANI, 2012). No entanto há estudos recentes, com duas linhas de frangos de corte que diferiram em termos de seleção em que foi observado baixas relações genéticas com peso corporal, peso da carcaça e rendimento de peito, em que destaca a importância de compreender os fatores ambientais e nutricionais em que contribuem com mais de 65% da variância na incidência de white striping no músculo do peito e mais do que 90% da variância da incidência de peito de madeira (BAILEY et al., 2015).

O crescimento muscular pós-eclosão está relacionado principalmente com hipertrofia das células musculares (SKLAN; NOY, 2003) sendo que a hipertrofia é o aumento do diâmetro celular. Portanto, frangos de corte que apresentam maiores proporções de peito tiveram o aumento do diâmetro das células musculares (ZHENG et al., 2009)(LI et al., 2009). No entanto, para que o animal expresse todo o seu potencial genético para o crescimento e rendimento de carne se faz necessário uma nutrição adequada (CRUZ et al., 2015).

A utilização de aminoácidos na dieta está bem estabelecida na nutrição de aves, reconhecendo-se a necessidade nutricional de proteína e a combinação de demandas dos diferentes aminoácidos. Como os animais não podem sintetizar todos os aminoácidos, ou o fazem de maneira insuficiente para cobrir suas necessidades fisiológicas, foram propostos os conceitos de aminoácidos essenciais, aminoácidos limitantes e desequilíbrio de aminoácidos. A lisina para aves é o segundo aminoácido limitante em que está interligada a hipertrofia das células musculares dos frangos (SKLAN; NOY, 2003). Assim, a concentração de lisina na alimentação afeta diretamente no crescimento muscular, tão como, no rendimento da carcaça. Desta forma, quando os frangos de corte alimentados com dietas com alta dosagem de lisina, apresentam suas miofibras mais espessas, independentemente da genética (SAKOMURA et al., 2015).

Ou seja, a determinação da quantidade de aminoácido fornecido ao animal tem como alvo a otimização da taxa de crescimento, conversão alimentar e rendimento de peito (CRUZ et al., 2015). Os níveis de lisina na dieta podem ser aumentados facilmente pela adição de lisina sintética na dieta, ou pela adição de ingredientes ricos neste aminoácido, como o farelo de soja (QUADROS, 2012). Como a lisina dietética

está ligada ao crescimento do peito da ave, torna uma possibilidade de que a sua concentração na alimentação possa desencadear, ou pelo menos, modular o aparecimento de miopatias musculares do peito. Cruz et al. (2015) realizaram um experimento para verificar a ocorrência de WS e WB em frango de corte submetido a níveis crescente de lisina e concluíram que o aumento do nível de lisina melhorou o desempenho e rendimento de carcaça bem como a indução de ocorrência de lesões severas de WS e WB.

Por outro lado, com as enormes melhorias nas taxas de crescimento e no rendimento de peito, a partir da intensificação de dietas energéticas, proporcionou um aumento no peso das aves durante crescimento, resultando em modificações histológicas e bioquímica de tecidos musculares que levam a diferentes tipos de miopatias (PETRACCI; CAVANI, 2012).

2.4 Antioxidante

Os antioxidantes podem ser definidos como substâncias que, numa concentração consideravelmente menor que a do substrato oxidável, retardam o ranço oxidativo, diminuindo a velocidade da reação ou prolongando o seu período de indução (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999). A vitamina E, também chamada de DL- α -Tocoferol acetato, é uma vitamina lipossolúvel de origem vegetal, que tem importância na saúde dos seres humanos e dos animais devido ao seu efeito na integridade e função ótima de vários sistemas orgânicos (KUTTAPPAN et al., 2012b). A sua função principal é atuar como antioxidante solúvel em lipídios, bem como das gorduras insaturadas (ANDRIGUETTO, 2001). Agem sinergicamente com a glutathione peroxidase, catalase e superóxido dismutase dependentes de selênio para remover os intermediários formados durante a reação em cadeia dos radicais livres (Herrera e Barbas, 2001), assim, ajuda a prevenir a propagação de radicais livres.

Os radicais livres são átomos, moléculas ou compostos que contenham um ou mais elétrons não emparelhados. Eles são altamente instáveis e reativos e são capazes de danificar moléculas biologicamente relevantes, como DNA, proteínas, lipídios e carboidratos, o efeito mais importante deles está no metabolismo celular é devido à sua participação em reações de peroxidação lipídica (SURAI, 2003).

A peroxidação lipídica constitui a principal causa de deterioração dos corpos gordurosos (lipídios e matérias gordurosas), ou seja, é um processo que advém de um fenômeno espontâneo e inevitável, com uma implicação direta no valor comercial quer

dos corpos graxos, quer de todos os produtos que a partir deles são formulados, chamado de oxidação lipídica (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

Deste modo, o uso de antioxidante na dieta é imprescindível pois quando há deficiência de vitamina E, juntamente com nutrientes associados, como selênio e aminoácidos contendo enxofre, pode resultar em condições patológicas como encefalomalácia, diátese exsudativa, distrofia muscular nutricional (KUTTAPPAN et al., 2012b)

A distrofia muscular nutricional é caracterizada grosseiramente por estrias brancas no músculo do peito na direção das fibras musculares e às vezes também nos músculos das pernas (KLASING, 2008). Essa miopatia é encontrada nas aves que receberam dietas deficientes de vitamina E e aminoácidos sulfurados, que se apresenta a partir de quatro semanas de idade (BERTECHINI, 2013).

Petracci et al. (2015) fizeram comparações das novas miopatia, WS e WB, com distrofias musculares encontradas em outras espécies devido às semelhanças em alterações histológicas, sendo que deficiência de vitamina E é bem estabelecida pela causa de distrofia muscular nutricional. Eventualmente, as aves em rápido crescimento podem precisar de maiores quantidades de vitamina E em seus músculos para o crescimento muscular normal. Embora, Kuttappan et al. (2012a) realizaram um experimento com níveis de vitamina E sugerindo que 400 UI/kg na dieta de vitamina E não trouxe efeito significativo na diminuição da incidência das estrias brancas. No entanto, o nível sugerido para o consumo do frango de corte é em torno de 50,8 UI/kg de ração (ROSTAGNO, 2017).

O estresse por calor também resulta em aumento da peroxidação lipídica em aves, o que pode alterar seu status imune (NAZIROGLU et al., 2000), além de provocar um aumento no estresse oxidativo e um desequilíbrio no estado antioxidante (AHMADU; BUHARI; AUWAL, 2016).

O dano oxidativo aumenta nas aves estressadas quando os níveis de vitaminas e minerais antioxidantes do plasma como vitamina C, E, ácido fólico e zinco diminuem. Fatores de estresse em aves envolvem muitos elementos dos processos de transporte que podem ser prejudiciais a elas. Esses fatores incluem, manejo inadequado pelo homem, escassez de ração e água (fome), temperatura do ambiente e umidade relativa (AHMADU; BUHARI; AUWAL, 2016)

Vitamina C desempenha um papel importante na biossíntese de corticosterona, que é um hormônio que aumenta o fornecimento de energia durante o estresse. Também promove resistência para algumas doenças infecciosas e contagiosas. (STERLING et al., 2003). A suplementação de ácido ascórbico (Vitamina C) também reduziu as taxas de respiração, sugerindo, portanto, que o ácido ascórbico pode diminuir a carga de calor das aves, aumentar a perda de calor ou melhorar a tolerância das aves às altas temperaturas (KUTLU; FORBES, 1993).

2.5 Minerais orgânicos

Os minerais são elementos considerados essenciais para uma boa nutrição, e estão envolvidos em um grande número de funções metabólicas no organismo. Estes podem ser classificados em macrominerais, que são fornecidos em grandes quantidades e em microminerais ou elementos traço, que são necessários em pequenas quantidades no organismo. Os macrominerais são: enxofre, cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro e magnésio. Estes estão envolvidos, em sua grande maioria, nas funções estruturais e fisiológicas. Já os microminerais: ferro, zinco, cobre, manganês, níquel, cobalto, molibdênio, selênio, cromo, iodo, flúor, estanho, sílica, vanádio e arsênio, estão envolvidos nas funções metabólicas incluindo resposta imune, reprodução e crescimento (KIEFER, 2005).

Todos os organismos vivos, tanto animais como vegetais, apresentam quantidades variáveis de minerais, que são necessários para manter seu metabolismo fisiológico. Constantemente tem se buscado a quantidade e a forma ideal de suplementação mineral na dieta, uma vez que a sua deficiência pode causar grandes prejuízos para o organismo animal (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

Normalmente os minerais são incluídos na dieta na forma inorgânica por sais inorgânicos, como: sulfatos, óxidos, cloretos e carbonatos. Durante o processo de digestão esses minerais podem se complexar com outros nutrientes fazendo com que estes se tornem indisponíveis para serem absorvidos. O grau de disponibilidade está diretamente ligado aos complexos formados na luz do intestino. Desta forma torna-se factível a incerteza da biodisponibilidade para os animais. Os níveis fornecidos nas dietas são frequentemente superiores aos mínimos exigidos para otimizar o desempenho dos animais (PERUZZOLO, 2010).

Frente ao desafio de biodisponibilidade utilizam-se minerais orgânicos, que são complexados a moléculas orgânicas, como: aminoácidos ou polissacarídeos através

de ligações covalentes, para alcançar uma maior biodisponibilidade. Um exemplo clássico dessas ligações é o complexo Fe-hemoglobina, que ocorre naturalmente (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

Entre os minerais citados acima pode-se destacar alguns por sua utilização na nutrição animal como forma de alcançar benefício na ótica de aditivos. O selênio participa na síntese da Se-Glutianona Peroxidase, um antioxidante primário. Pode ser usada para um ganho na motilidade espermática, anomalia espermática e capacidade fecundante. O zinco tem importância na produção de hormônios, além de ter função antioxidante por ser parte estrutural da enzima superóxido dismutase e muito utilizada para combater o estresse térmico, além de possibilitar uma melhora geral nas cascas de ovos incubáveis (KIEFER, 2005).

Desse modo, a suplementação de zinco e selênio pode amenizar os efeitos deletérios desencadeados pelo estresse, uma vez que frangos de corte podem apresentar um padrão antioxidante reduzido. Um outro ponto a ser observado, em frangos de corte mantidos sob estresse de calor, é o aumento da concentração sanguínea de malondialdeído (MDA). Este é um subproduto da peroxidação lipídica, a qual se inicia quando há uma produção no organismo dos ROM, também conhecidos como radicais livres, embora nem todos os ROM sejam efetivamente radicais livres. Essas reações são deletérias ao organismo animal e são desencadeadas em condições de estresse oxidativo; entretanto, podem ser controladas por sistemas antioxidantes, em especial os minerais zinco e selênio (SILVA et al., 2015)

2.6 Fitase

Segundo Best (2011), em 2050 serão mais de 9 bilhões de pessoas no mundo a serem alimentadas. Não só o aumento de pessoas, mas também a quantidade de alimentos irá aumentar significativamente, forçando uma melhor produtividade de grãos forma refinada (Carne). Uma possibilidade para aumentar a eficácia na produção animal é com o uso de enzimas exógenas na alimentação animal (BRANDÃO et al., 2007).

Para o uso de enzimas é necessário ter o conhecimento dos substratos de sua atuação, os fatores anti-nutricionais. Estes, estão presentes de forma variável nas principais fontes de energia (milho, trigo, cevada e etc) e proteína (farelo de soja, semente de colza, farinha de origem animal, farelo de girassol e etc). Sua

concentração no produto final é mínima, desde baixas taxas de inclusão. Mas essa não é a realidade, pois a base da composição da dieta de frangos de corte é composta por milho e soja podendo alcançar 60% de inclusão na ração, permitindo altas concentrações também de fatores anti-nutricionais (COUSINS, 1999).

O Fitato ou ácido fítico, como também é conhecido, é um dos fatores anti-nutricionais presentes em cereais e sementes de oleaginosas que compõem as rações de frangos de corte. É um complexo orgânico de armazenamento de fósforo pelas plantas. Possui em sua estrutura grupos ortofosfatos altamente ionizáveis que afetam a disponibilidade de cátions como o cálcio, zinco, cobre, magnésio e ferro no trato gastrointestinal, que resulta na formação de complexos insolúveis, além de inibir enzimas digestivas como pepsina, amilase e tripsina e limitar o fósforo disponível (COUSINS, 1999). Pallauf; Rimbach, (1997). afirmam que a ocorrência do complexo insolúvel, que torna o nutriente indigestível, é que em pH levemente ácido ou neutro, os seis grupamentos fosfato da molécula de ácido fítico expõem suas 12 cargas negativas, por apresentarem 12 hidrogênios dissociáveis, favorecendo a complexação direta ou indireta desses cátions.

Devido ao fitato ter a habilidade de ligar-se aos cátions bivalentes, particularmente ao ferro (Fe), explica-se o fato da ação antioxidante nos alimentos destinados ao consumo (GRAF; EATON, 1984). Ele atua ligando-se ao íon de Fe, impedindo que ele reaja com o peróxido de hidrogênio. Assim sendo, a oxidação lipídica é bloqueada, já que a formação do principal radical livre para a iniciação do processo de oxidação é interrompida. Pacheco (2010), cita que o fitato é indicado como um antioxidante natural ideal para produtos cárneos, pois possuem elevado teor de ferro. Além disso, a sua utilização apresenta vantagem por ser solúvel em água, já que antioxidantes tem pouca efetividade em soluções aquosas, o que o torna atrativo no processamento de carnes (FUKUJI et al., 2008).

As fitases (hexacisfosfato de mio-inositol fosfohidrolase) são comumente encontradas na natureza, catalisam a hidrólise do ácido fítico para fosfato inorgânico e mio-inositol e podem ser obtidas de uma série de fontes, incluindo plantas, animais e microorganismos. São classificadas como 3-fitase e 6-fitase com base na posição do primeiro fosfato hidrolisado. A 3-phytases inicia desfosforilação de ácido fítico na posição 3 do ácido fítico e 6- fitases na posição 6 do ácido fítico. As 3-fitase são o maior grupo de fitases e geralmente encontradas em bactérias e fungos (GUPTA; GANGOLIYA; SINGH, 2013).

A produção de fitase a partir de plantas não é econômico, já que um tratamento preliminar é necessário e o processo de produção se torna demorado, problemático e caro. Então, a produção de fitase de origem microbiana é de maior potencial no desenvolvimento. Várias linhagens de origem microbiana para produção de fitase foram descobertos, e estas são altamente responsáveis pela produção da fitase mundial (GUPTA; GANGOLIYA; SINGH, 2013).

O organismo das aves é deficiente na secreção da enzima fitase que disponibiliza o fósforo e outros componentes complexados da molécula de ácido fítico dos ingredientes vegetais, no entanto estes quelatos podem ser hidrolisados no trato gastrointestinal através da ação da fitase exógena, disponibilizando componentes de menor peso molecular como o mio-inositol fostato, inositol e fosfato inorgânico, além de outros minerais metálicos (BRUNELLI et al., 2012).

O inositol é geralmente classificado como uma vitamina essencial para a maioria dos animais e é reconhecido como uma parte das vitaminas do complexo B. Entre todas as outras formas de isômeros do inositol, o mio-inositol possui atividade biológica. É encontrado no cérebro, no esqueleto, no coração e nos principais tecidos reprodutivos e existe como componente estrutural do fosfatidilinositol nas membranas celulares biológicas. O mio-inositol também atua como um fator de crescimento e atua na capacidade antioxidante e no estado oxidativo das células. É um dos principais osmólitos intracelulares que podem ser acumulados para proteger as células de uma variedade de tensões e também podem participar na transferência do sinal transmembrana (SHIRMOHAMMAD; MEHRI; JOEZY-SHEKALGORABI, 2016)

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais foram aprovados e revisados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da FZEA/USP (protocolo nº 1713280918).

O alojamento das aves foi realizado em galpão de pressão negativa (*blue house*) equipado com comedouros tubular e bebedouros tipo nipple pertencente ao Laboratório de Pesquisa em Aves da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo – Campus de Pirassununga-SP, e os procedimentos de abate das aves no Abatedouro Escola da Prefeitura do Campus de Pirassununga. As análises dos peitos de frango foram realizadas no Laboratório de bromatologia da Agrocerees Multimix Nutrição Animal LTDA.

Foram utilizados 1.755 pintos machos de 3 diferentes linhagens (Cobb, Ross e Hubbard) adquiridos de um incubatório comercial, previamente vacinados contra Gumboro, Marek e Bouda aviária, com idade inicial de um dia, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3X5 (três linhagens, cinco estratégias nutricionais) com nove repetições por tratamento. As aves foram distribuídas em 135 boxes, com 13 aves por unidade experimental, em uma densidade de 13 aves/m² e foram abatidas 1 ave por repetição aos 35, 42, 49 e 56 dias para as análises de desempenho, rendimento de carcaça e cortes, miopatias peitorais e composição nutricional do peito.

As rações foram formuladas à base de milho, farelo de soja, óleo degomado de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal e aminoácidos sintéticos (Anexos). Os níveis trabalhados foram determinados junto ao comitê técnico da Agrocerees Multimix Nutrição Animal LTDA para baixo e alto desempenho, como mostra a tabela 1.

Tabela 1: Níveis para desempenho regular e desempenho superior.

Níveis	Fases de criação	E. M. (Kcal/kg)	Proteína Bruta (%)	Lisina (%)	Met + Cis/ Lisina (%)	Treo / Lisina (%)
Desempenho regular						
	Pré inicial	2 915	22,0	1,21	70%	-
	Inicial	2 990	20,5	1,11	70%	-
	Crescimento	3 115	18,5	1,0	71%	-
	Final	3 275	17,3	0,9	71%	-
Desempenho superior						
	Pré inicial	3 000	23,0	1,33	75%	65%
	Inicial	3 130	21,5	1,20	75%	66%
	Crescimento	3 250	19,5	1,12	78%	67%
	Final	3 380	18,0	1,05	78%	68%

- Desempenho regular - níveis para menor performance da ave.

- Desempenho superior - níveis para melhor performance da ave.

Após a determinação dos níveis de desempenho para frangos de corte, foram montadas as estratégias nutricionais. Conforme a tabela 2.

Tabela 2: Descrição das estratégias Nutricionais.

Estratégias Nutricionais	Composição da estratégia
EN 1	Desempenho regular + 500 FTU de fitase por kg de ração
EN 2	Desempenho superior + 500 FTU de fitase por kg de ração
EN 3	Desempenho superior + 1.500 FTU de fitase por kg de ração
EN 4	Desempenho superior + 500 FTU de fitase + Complexo antioxidante (200 ppm Vitamina C, 290 ppm de Vitamina E, 0,2 ppm de Selênio Glicinato e 150 ppm de Zinco Glicinato)
EN 5	Desempenho superior + 1.500 FTU de fitase por kg de ração + Complexo antioxidante (200 ppm Vitamina C, 290 ppm de Vitamina E, 0,2 ppm de Selênio Glicinato e 150 ppm de Zinco Glicinato)

- EN 1: estratégia nutricional 1, EN 2: estratégia nutricional 2, EN 3: estratégia nutricional 3, EN 4: estratégia nutricional 4 e EN 5 estratégia nutricional 5.

- Fitase adicionado on-top na ração

No experimento foram avaliadas características de desempenho (consumo de ração, peso médio e conversão alimentar), rendimento de carcaça e cortes (peito e pernas), miopatia peitoral (White Striping e Wooden Breast) e composição química da carne de peito (umidade, proteína bruta e gordura).

3.1 Desempenho

Os parâmetros avaliados de desempenho foram consumo de ração, peso médio e conversão alimentar em cada fase de criação: Pré-inicial (1-7 dias), Inicial (8-21 dias), crescimento (22-49 dias) e Final (50-56 dias). O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras, pesadas em cada fase de criação. Já para o peso das aves, foram coletadas as pesagens no dia do alojamento e em cada fase de criação por box. A conversão alimentar corrigida na mortalidade foi calculada por meio da divisão do consumo de ração acumulado pelo ganho de peso no período, ajustando os dados pela pesagem das sobras de ração e das aves mortas.

3.2 Rendimento de carcaça e cortes (peito e pernas)

As aves foram abatidas com 35, 42, 49 e 56 dias de idade e foram avaliados o rendimento de carcaça, obtido pelo peso das carcaças sem pés, pescoço, cabeça e vísceras em relação ao peso vivo da ave antes do abate. E o rendimento cortes (peito e pernas) determinado pelo peso do peito e pernas (coxa e sobrecoxa) em relação ao peso da carcaça, segundo metodologia descrita por Mendes (1990).

Após a análise de rendimento foi realizado a análise macroscópica da carne de peito da ave para determinação das miopatias peitorais White Striping e Wooden Breast.

3.3 Miopatias Peitorais

As classificações macroscópicas das carcaças foram mensuradas de acordo com a presença ou não da miopatia e independentemente dos graus de lesões. A partir da incidência de miopatia peitoral foram realizados a análise de composição química do peito de frango.

3.4 Composição química do peito de frango

Os filés de peito separados para a análise de composição química foram pesados e moídos em processador industrial e colocado posteriormente em marmitex para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas, com viragem das amostras a cada 24 horas. Após a secagem dos peitos de frangos moídos, os mesmos foram pesados e levados ao laboratório de avicultura para serem novamente moídos, agora secos, em liquidificador com presença de filtro. SILVA (2002). Na sequencia, as amostras foram colocadas em embalagens plásticas e encaminhadas ao laboratório de bromatologia da Agrocerec Multimix Nutrição Animal LTDA para as análises de umidade, proteína bruta e gordura.

3.4.1 Umidade

Foi utilizado a metodologia descrita em (A.O.A.C, 1990), cujo método fundamenta-se na perda de umidade e substâncias voláteis a 105°C. Foram pesadas aproximadamente 5 g de amostra em cápsula de alumínio tarada, previamente aquecida em estufa a 105°C por 1 h, resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada. Posteriormente foi aquecida em estufa a 105°C por 3 h, esfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada. Foram repetidas estas operações de aquecimento e resfriamento em intervalos de meia hora, até peso constante. Estas determinações foram feitas em duplicata.

3.4.2 Proteína

Para determinação da proteína foi utilizado o método desenvolvida por Dumas em 1831, este método envolve a combustão completa a 700-750°C do material orgânico catalisada por óxido cúprico. O nitrogênio (N₂) produzido é medido volumetricamente. (GOMES; OLIVEIRA, 2013).

3.4.3 Gordura

A determinação de lipídeos foi através do método de Soxhlet, onde o solvente orgânico extrai os lipídios que são quantificados através da pesagem do resíduo após a eliminação daquele solvente. Este resíduo é constituído principalmente por gordura, porém engloba outros componentes que, nas condições da determinação, podem ser extraídos pelo solvente.(INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

3.5 Análise estatística

Os resultados de desempenho, rendimento, qualidade de carne e composição química do peito foram analisados pelo programa Statistical Analysis System (Versão 9.3, 2012), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias comparada pelo teste F. Estes dados foram submetidos à análise de variância, pelo PROC MIXED, que contemplou como causas de variação de efeito fixo a genética, estratégia nutricional e a interação entre eles. Quando apresentado efeito de interação tratamento foi separado a 5% de probabilidade do teste PIDFF. Os dados de miopatias foram analisados pelo PROC FREQ onde contemplou efeito significativo ($P < 0,05$) pelo teste de qui-quadrado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho e Rendimento

Quando comparado o desempenho entre as linhagens, percebe-se que o Ross apresentou com o maior consumo de ração aos 21, 49 e 56 dias ($p < 0,05$) e maior peso médio em todas as idades ($P < 0,0001$), 7, 21, 49 e 56 dias. Quanto à conversão alimentar o destaque foi a linhagem Hubbard que prevaleceu com a menor conversão alimentar aos 49 e 56 dias de idade ($p < 0,05$) e maior conversão alimentar aos 7 dias ($p < 0,05$) e aos 21 dias não teve diferença significativa entre as linhagens. (tabela 3). Stringhini et al., (2003) avaliaram o desempenho e rendimento de carcaça de 4 linhagens de frangos de corte (Cobb, Ross, Arbor Acres e Avian Farms) e concluíram que a linhagem Ross apresentou menor conversão alimentar em relação às demais linhagens somente aos 44 dias de idade e a linhagem Cobb, menor consumo de ração até os 48 dias.

Machado et al., (2014) apresentaram que as diferenças no desempenho entre as linhagens comerciais atuais foram encontradas apenas na primeira semana para consumo de ração e peso vivo, que não influenciaram na idade de abate, o que difere também do exposto na tabela 3 do presente trabalho.

Flemming et al., (1999) mostraram através dos seus dados que a linhagem Cobb tem o menor consumo de ração até os 47 dias de idade, certificando os dados deste trabalho, além trazer uma característica desta linhagem ao longo do tempo, 18 anos entre os estudos comparados.

Quanto à análise de rendimento por linhagem, constatou-se que não houve diferença significativa para rendimento de carcaça entre as linhagens, salvo com 35 dias de idade onde Cobb e Ross foram superiores ao Hubbard. Para rendimento de peito, a linhagem Cobb obteve o maior rendimento em todas as idades, e Ross a partir de 42 dias de idade. No rendimento de pernas Hubbard teve o maior rendimento em todas as idades. (Tabela 4).

Stringhini et al., (2003) não observaram diferença significativa, entre as linhagens Cobb, Ross, Arbor Acres e Avian Farms, para rendimento de carcaça e corte abatidos aos 44 dias. Lara et al., (2008) também não encontraram diferença significativa para rendimento de peito e pernas entre Cobb e Ross abatidos com 46 dias de idade.

Tabela 3: Desempenho por linhagem de acordo com a fase de criação.

Linhagens	Parâmetros		
	Consumo de ração (kg)	Peso médio (kg)	Conversão Alimentar
Pré Inicial (1 – 7 dias)			
Cobb	0,119 ^b	0,165 ^b	1,01 ^b
Hubbard	0,124 ^a	0,161 ^c	1,08 ^a
Ross	0,119 ^b	0,169 ^a	1,01 ^b
EPM	0,002	0,0011	0,022
Valor de P	0,0338	<0,0001	0,0480
Inicial (8 – 21 dias)			
Cobb	1,183 ^a	0,950 ^b	1,31
Hubbard	1,161 ^b	0,940 ^b	1,31
Ross	1,198 ^a	0,980 ^a	1,30
EPM	0,006	0,0056	0,0074
Valor de P	0,0003	<0,0001	0,1728
Crescimento (22 – 49 dias)			
Cobb	6,196 ^b	4,10 ^c	1,65 ^a
Hubbard	6,088 ^b	4,23 ^b	1,59 ^b
Ross	6,412 ^a	4,35 ^a	1,63 ^a
EPM	0,064	0,035	0,012
Valor de P	0,0018	<0,0001	0,0010
Final (50 – 56 dias)			
Cobb	7,459 ^b	4,67 ^b	1,86 ^a
Hubbard	7,433 ^b	4,89 ^a	1,78 ^b
Ross	7,750 ^a	4,95 ^a	1,83 ^a
EPM	0,073	0,0398	0,013
Valor de P	0,0039	<0,0001	0,0002

- Linhagens de frangos de corte: Cobb, Ross e Hubbard

- Letras diferentes (a, b, c) na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

- EPM = Erro padrão da média

Tabela 4: Rendimento de carcaça, peito e pernas por linhagem de acordo com a fase de criação.

Linhagens	Parâmetros		
	Rendimento de carcaça %	Rendimento de peito %	Rendimento de pernas %
35 dias			
Cobb	71,53 ^a	33,58 ^a	31,48 ^b
Hubbard	70,84 ^b	30,88 ^b	32,88 ^a
Ross	71,41 ^a	32,88 ^b	31,25 ^b
EPM	0,1984	0,296	0,2118
Valor de P	0,0319	<0,0001	<0,0001
42 dias			
Cobb	73,48	34,74 ^a	31,12 ^c
Hubbard	73,07	31,62 ^b	32,83 ^a
Ross	73,41	34,02 ^a	31,83 ^b
EPM	0,2007	0,2609	0,1892
Valor de P	0,3086	<0,0001	<0,0001
49 dias			
Cobb	75,26	34,88 ^a	31,18 ^b
Hubbard	74,61	31,31 ^b	33,31 ^a
Ross	74,64	34,67 ^a	31,44 ^b
EPM	0,2252	0,3182	0,2434
Valor de P	0,0751	<0,0001	<0,0001
56 dias			
Cobb	75,72	35,39 ^a	31,50 ^c
Hubbard	75,61	31,87 ^b	33,69 ^a
Ross	75,66	34,71 ^a	32,39 ^b
EPM	0,2195	0,3426	0,2372
Valor de P	0,9389	<0,0001	<0,0001

- Linhagens de frangos de corte: Cobb, Ross e Hubbard

- Letras diferentes (a, b, c) na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

- EPM = Erro padrão da média

Na análise estatística para consumo de ração, peso médio e conversão alimentar por estratégia nutricional EN, tem-se que o consumo de ração só apresentou diferença significativa entre as EN nas fases iniciais (8-21 dias) e finais (50-56 dias) do frango de corte. Na fase inicial o menor consumo foi da EN 1, níveis de desempenho regular, e o maior consumo da EN 3, desempenho superior. Na fase final

(50-56 dias) os maiores consumos estatisticamente foram das EN 1, 2 e 3, porém em valor absoluto as aves da EN 1 tiveram o maior consumo, o que pode compreender um consumo compensatório por uma dieta menos adensada que as demais, visando atingir a sua necessidade de desenvolvimento fisiológico.

Quando observado o peso médio, a EN 5 teve o maior peso em todas as idades, podendo ser justificado por ser uma estratégia com níveis para desempenho superior acrescido de superdosing de fitase (1.500 FTU / kg de ração) e um complexo antioxidante (Vitamina C, E, Zinco Glicinato e Selênio Glicinato), que proporciona maior liberação de nutrientes do ácido fólico e um maior apoio ao sistema imune e ao combate de radicais livres. O menor peso foi para as aves da EN 1, níveis para desempenho regular, em todas as idades.

Na análise de conversão alimentar percebe-se a diferença significativa entre as estratégias nas fases inicial (8-21 dias), crescimento (22-49 dias) e final (50-56 dias) e com a EN 1 tendo a maior conversão alimentar em todas as fases. EN 5 obteve a menor conversão alimentar na fase inicial (8-21 dias) e final das aves (50-56 dias).

No estudo de Trocino et al., (2015) , aos 46 dias de idade as aves abatidas que tiveram restrição alimentar diminuíram o peso vivo final (3.194 vs. 3.142 g; $P < 0,01$) e aumentaram a conversão alimentar (1,60 vs. 1,57; $P < 0,01$) em comparação com a alimentação ad libitum. Esta situação se confirmou no presente trabalho, quando equiparado restrição alimentar e níveis de desempenho regular.

Como esperado, as aves alimentadas com dietas de alta energia - HED tiveram menores taxas de conversão alimentar do que as aves alimentadas com dietas de baixa energia - LED (2,08 contra 2,28) ($P < 0,05$). Além disso, as aves alimentadas com HED foram mais pesados quando comparadas com as aves alimentadas com LED (2,72 vs. 2,98 kg / ave) ($P < 0,05$) (KUTTAPPAN et al., 2012a).

Lara et al., (2006) não obtiveram diferença significativa para rendimento de carcaça, peito e coxa de frangos abatidos com 45 dias de idade submetidos à dietas com diversas fontes lipídicas.

Almeida et al., (2002) mensurou na pesquisa rendimento de carcaça, peito e pernas em aves alimentadas com dois níveis de lisina. A primeira dieta com níveis de lisina recomendado pelo NRC (1994): 1 – 21 dias 1,10%, 22- 42 dias 1,00% e 43 – 49 dias 0,85%. Já a segunda dieta com níveis altos de lisina, o que proporciona maior desenvolvimento: 1- 21 dias 1,21%, 22 – 42 dias 1,10% e 1,02%. Após o abate com

28, 35, 42 e 49 dias não foram observados diferença significativa para rendimento de carcaça, pernas e peito entre os níveis de lisina trabalhados.

Tabela 5: Desempenho por estratégia nutricional de acordo com a fase de criação.

Estratégias Nutricionais	Parâmetros		
	Consumo de ração (kg)	Peso médio (kg)	Conversão Alimentar
Pré Inicial (1 – 7 dias)			
EN 1	0,117	0,158 ^c	1,04
EN 2	0,121	0,165 ^b	1,04
EN 3	0,121	0,167 ^{ab}	1,01
EN 4	0,122	0,166 ^{ab}	1,04
EN 5	0,122	0,169 ^a	1,03
EPM	0,002	0,0014	0,029
Valor de P	0,3517	<0,0001	0,9653
Inicial (8 – 21 dias)			
EN 1	1,150 ^c	0,880 ^c	1,38 ^a
EN 2	1,189 ^b	0,970 ^b	1,30 ^b
EN 3	1,206 ^a	0,980 ^{ab}	1,29 ^b
EN 4	1,178 ^b	0,960 ^b	1,30 ^b
EN 5	1,178 ^b	0,990 ^a	1,24 ^c
EPM	0,008	0,0072	0,0096
Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Crescimento (22 – 49 dias)			
EN 1	6,340	4,10 ^b	1,70 ^a
EN 2	6,254	4,32 ^a	1,59 ^b
EN 3	6,345	4,27 ^a	1,62 ^b
EN 4	6,084	4,16 ^a	1,62 ^b
EN 5	6,135	4,28 ^a	1,69 ^a
EPM	0,083	0,045	0,016
Valor de P	0,0901	0,0027	<0,0001
Final (50 – 56 dias)			
EN 1	7,726 ^a	4,74 ^c	1,88 ^{ab}
EN 2	7,563 ^{abc}	4,95 ^a	1,78 ^b
EN 3	7,671 ^{ab}	4,90 ^{ab}	1,83 ^{bc}
EN 4	7,351 ^c	4,78 ^{bc}	1,81 ^{bc}
EN 5	7,426 ^{bc}	4,81 ^{abc}	1,82 ^{bc}
EPM	0,094	0,050	0,017
Valor de P	0,0278	0,0201	0,0018

- EN 1: estratégia nutricional 1, EN 2: estratégia nutricional 2, EN 3: estratégia nutricional 3, EN 4: estratégia nutricional 4 e EN 5 estratégia nutricional 5.

- Letras diferentes (a, b, c) na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

- EPM = Erro padrão da média

Tabela 6: Rendimento de carcaça, peito e pernas por estratégia nutricionais de acordo com a fase de criação.

Estratégias Nutricionais	Parâmetros		
	Rendimento de carcaça %	Rendimento de peito %	Rendimento de perna %
35 dias			
EN 1	71,31 ^{ab}	32,60	31,90
EN 2	71,24 ^{ab}	33,37	31,62
EN 3	71,77 ^a	32,72	31,81
EN 4	70,63 ^b	32,63	32,16
EN 5	71,34 ^{ab}	32,61	31,86
EPM	0,256	0,382	0,273
Valor de P	0,0442	0,5652	0,7317
42 dias			
EN 1	73,26	33,27	31,95
EN 2	73,16	33,72	31,58
EN 3	73,54	33,31	32,20
EN 4	73,22	33,39	31,94
EN 5	73,41	33,61	31,96
EPM	0,259	0,3367	0,2443
Valor de P	0,8377	0,8529	0,5253
49 dias			
EN 1	74,94	33,53	31,92
EN 2	75,01	33,54	32,34
EN 3	74,93	33,41	32,02
EN 4	74,80	33,85	31,87
EN 5	74,50	33,79	31,74
EPM	0,291	0,411	0,314
Valor de P	0,7435	0,9363	0,7133
56 dias			
EN 1	75,57	34,13	32,49
EN 2	75,84	34,32	32,42
EN 3	75,89	34,10	32,38
EN 4	75,25	33,76	32,66
EN 5	75,76	33,64	32,67
EPM	0,283	0,442	0,306
Valor de P	0,4963	0,8025	0,9421

- EN 1: estratégia nutricional 1, EN 2: estratégia nutricional 2, EN 3: estratégia nutricional 3, EN 4: estratégia nutricional 4 e EN 5 estratégia nutricional 5

- Letras diferentes (a, b, c) na mesma coluna diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

- EPM = Erro padrão da média

4.2 Miopatia e Composição nutricional

A presença da miopatia peitoral White Striping (WS) foi observada no primeiro dia de abate das aves com 35 dias de idade entre as linhagens, porém não houve diferença significativa entre as incidências para todas as idades (tabela 7). Para miopatia Wooden Breast (WB), foi observado, também, no primeiro abate. Diferentemente da WS, a miopatia WB apresentou diferença significativa entre as linhagens com 42, 49 e 56 dias de idade, onde Cobb obteve a maior incidência para as três idades. Ross obteve junto ao Cobb as maiores incidências com 49 e 56 dias. E por fim, a linhagem Hubbard manteve a menor incidência entre as três linhagens para todas as idades de abate.

Esses resultados de prevalência da miopatia WB para Cobb e Ross, respectivamente, podem ser justificados pela tabela 4 que apresenta os maiores rendimentos de peito para Cobb, em todas as idades de abate, e para Ross com 42, 49 e 56 dias de idade. Essa afirmativa se confirma pelo estudo de Berri et al., (2007) que comprova que o maior rendimento de peito está associado com o aumento das miopatias e alteração na qualidade da musculatura.

Petracci et al., (2013) compararam características musculares e da qualidade da carne do músculo peitoral em dois híbridos comerciais de frango. Um de rendimento padrão de peito (SBY) e alto rendimento de peito (HBY). O genótipo HBY apresentou maior rendimento de peito (31,0 vs. 30,0%; $P \leq 0,05$). Avaliações histológicas mostraram que os músculos peitorais HBY apresentaram áreas de fibras transversais, dramaticamente maior, incidência de fibras anormais e infiltração de gordura intramuscular mais abundante ($P < 0,001$). Além disso, características anômalas histopatológicas, como núcleos centrais, proliferação de colágeno endomisial e perimisial, infiltrado inflamatório e necrose das fibras também foram observadas.

A apresentação dos dados de incidência das miopatias WS e WB entre as estratégias nutricionais, tabela 8, permaneceu sem diferença significativa quando comparado entre elas. EN 1, baixa densidade nutricional e EN 2, 3, 4 e 5, alta densidade nutricional.

Contrapondo o presente estudo, Kuttappan et al., (2012a), afirmaram que as aves alimentadas com dietas contendo alta densidade energética, que proporciona desempenho superior, produziram uma porcentagem maior ($P < 0,05$) de filés com WS e uma porcentagem menor ($P < 0,05$) de filés normais em comparação às aves

alimentadas com dietas com baixa densidade energética. Além disso, os pesos e rendimentos dos filés aumentaram ($P < 0,05$), uma vez que as severidades das estrias brancas aumentaram nos filés de peito.

Tabela 7: Incidência de White Striping (WS) e Wooden Breast (WB) aos 35, 42, 49 e 56 dias de idade de abate por linhagem.

Parâmetros	Idade de Abate	Linhagens			Valor de P
		Cobb	Hubbard	Ross	
White Striping - WS (%)	35	6,52	4,44	6,667	0,8816
	42	17,39	17,78	20,00	0,9420
	49	67,39	13,33	51,11	0,4192
	56	36,96	24,44	33,33	0,4192
Wooden Breast – WB (%)	35	24.44	13.33	22.22	0,3782
	42	50.00 ^a	15.56 ^b	28.89 ^b	0,0017
	49	67.39 ^a	13.33 ^b	51.11 ^a	<0,0001
	56	67.39 ^a	13.33 ^b	51.11 ^a	<0,0001

- Linhagens de frangos de corte: Cobb, Ross e Hubbard

- Letras diferentes (a, b, c) na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

A presença de miopatias já nos primeiros dias de abate confirmam os prejuízos econômicos que afetam as empresas do segmento. Os resultados mostraram que os filés ausentes de WS possuíam uma maior aceitação comparados aos filés que apresentavam WS por parte dos consumidores, sugerindo que estes estavam mais propensos a comprar filés normais. Mais de 50% dos consumidores indicaram que provavelmente não comprariam ou definitivamente não comprariam filés WS (KUTTAPPAN et al., 2012c).

Tabela 8 : Incidência de White Striping (WS) e Wooden Breast (WB) aos 35, 42, 49 e 56 dias de idade de abate por estratégia nutricional.

Parâmetros	Idade de Abate	Estratégias Nutricionais (EN)					Valor de P
		EN1	EN2	EN3	EN4	EN5	
White Striping – WS (%)	35	3,57	11,11	0,00	11,11	3,70	0,3024
	42	10,71	25,93	18,52	14,81	22,22	0,6240
	49	21,43	29,63	48,15	37,04	22,22	0,1795
	56	21,43	29,63	48,15	37,04	22,22	0,1795
Wooden Breast – WB (%)	35	25,00	26,92	7,41	22,22	18,52	0,4043
	42	35,71	37,04	40,74	25,93	18,52	0,3834
	49	42,86	33,33	55,56	33,33	55,56	0,2459
	56	42,86	33,33	55,56	33,33	55,56	0,2459

- EN 1: estratégia nutricional 1, EN 2: estratégia nutricional 2, EN 3: estratégia nutricional 3, EN 4: estratégia nutricional 4 e EN 5 estratégia nutricional 5.

- Letras diferentes (a, b, c) na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

Na análise estatística para composição química do peito dos frangos de corte entre as linhagens, observa-se que só houve diferença significativa para gordura (EE) com 49 dias de idade ($P < 0,05$), onde Cobb e Ross tiveram o maior percentual em relação ao Hubbard. Esse resultado explica-se por aves mais pesadas e com maior rendimento de peito que tendem a apresentar maior severidade nas lesões das miopatias e conseqüentemente menor fração proteica e maior fração de gordura.

Tabela 9 : Composição química do peito de frango por linhagem aos 35, 42 e 49 dias de abate.

Parâmetros	Idade de Abate	Linhagens				Valor de P
		Cobb	Hubbard	Ross	EPM	
Umidade	35	8,16	8,16	7,96	0,12	0,4130
	42	8,03	7,89	8,05	0,15	0,7051
	49	7,17	7,07	7,24	0,18	0,8000
Proteína Bruta - PB	35	84,30	84,14	84,47	0,33	0,7755
	42	80,09	80,08	80,16	0,35	0,9840
	49	81,02	82,43	81,23	0,48	0,0797
Gordura	35	8,83	8,85	8,49	0,30	0,6519
	42	9,84	9,78	10,25	0,37	0,6300
	49	10,18 ^a	8,86 ^b	10,15 ^a	0,39	0,0230

- Linhagens de frangos de corte: Cobb, Ross e Hubbard

- Letras diferentes (a, b, c) na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

- EPM = Erro padrão da média

Kuttappan et al., (2012a) observaram que os machos por adquirirem pesos maiores que as fêmeas tendem a apresentar maior incidência de WS, e Russo et al., (2015) observaram que os animais com idade mais elevadas tiveram com maior incidência da lesão no músculo peitoral (*Pectoralis major*).

Os resultados mostraram que os filés WS severo apresentaram maior teor de gordura (2,53 vs 1,46 vs 0,78%; $P < 0,001$), menor nível proteico (20,9 vs 22,2 vs 22,9%; $P < 0,001$), menor qualidade da proteína comprovada pelo maior conteúdo de colágeno (1,30 vs 1,37 vs 1,43%; $P < 0,001$) (PETRACCI et al., 2014).

Amostras com miopatias exibiram significativamente ($P < 0,001$) maior conteúdo de umidade, gordura e colágeno, associado a menores quantidades de proteína e cinzas ($P < 0,001$). Além disso, níveis aumentados de cálcio (131 vs. 84mg/kg – 1; $P < 0,05$) e sódio (741 vs. 393 mg/kg – 1; $P < 0,001$) foram encontrados em amostras de carne WB / WS (SOGLIA et al., 2015).

Houve aumento ($P < 0,05$) no teor de gordura, com um decréscimo correspondente ($P < 0,05$) no conteúdo da proteína, pois o grau de distribuição aumentou com a severidade da miopatia. Consequentemente, a relação gordura: proteína também aumentou ($P < 0,05$) devido a severidade das lesões. (KUTTAPPAN et al., 2012a).

Embora a etiologia do aumento no teor de gordura não seja clara, a redução na fração proteica (indicação de degeneração atrófica da fibra muscular) poderia ter resultado na criação de mais espaço para os adipócitos se expandirem, permitindo para aumento da deposição de gordura (KUTTAPPAN et al., 2012a).

Os resultados do estudo histopatológico foram apoiados pelos achados da análise imediata confirmando que os teores de gordura e proteína do músculo aumentaram ($P < 0,05$) e diminuíram ($P < 0,05$), respectivamente, à medida que o grau de estria branca aumentou. Em conclusão, as alterações histopatológicas ocorridas nas estrias brancas indicam uma miopatia degenerativa que pode estar associada ao aumento da taxa de crescimento em aves (KUTTAPPAN et al., 2013).

Para a análise estatística que avalia a composição química dos peitos de frango entre as estratégias nutricionais não foi evidenciado diferença significativa para as análises de umidade, proteína bruta e gordura entre as idades de abate. 35, 42 e 49 dias ($P > 0,05$).

Tabela 10 : Composição química do peito de frango por estratégia nutricional aos 35, 42 e 49 dias de abate.

Parâmetros	Idade de Abate	Estratégias Nutricionais (EN)					EPM	Valor de P
		EN1	EN2	EN3	EN4	EN5		
Umidade	35	8,16	8,16	7,79	7,99	8,45	0,16	0,619
	42	7,95	7,99	7,92	7,96	8,13	0,19	0,9447
	49	6,99	6,68	7,32	7,16	7,65	0,23	0,0518
Proteína Bruta - PB	35	84,79	83,75	84,78	84,43	83,78	0,42	0,2139
	42	79,38	80,48	79,96	80,63	80,09	0,46	0,3308
	49	81,73	81,49	81,20	82,27	81,10	0,62	0,7125
Gordura	35	8,43	9,26	8,49	8,51	8,93	0,39	0,5227
	42	10,69	9,84	9,90	9,31	10,04	0,48	0,3660
	49	9,42	9,99	9,46	9,29	10,47	0,50	0,4597

- EN 1: estratégia nutricional 1, EN 2: estratégia nutricional 2, EN 3: estratégia nutricional 3, EN 4: estratégia nutricional 4 e EN 5 estratégia nutricional 5.

- Letras diferentes (a, b, c) na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste F (0,05).

- EPM = Erro padrão da média

Esse resultado estimula uma reflexão da tabela 5, que apresenta o desempenho das aves entre as estratégias nutricionais. As aves da EN 1, desempenho regular, tinham um menor consumo de ração na fase inicial (8 – 21 dias) e conseguiram igualar este consumo, entre as demais estratégias nutricionais para desempenho superior, na fase de crescimento (22-49 dias). Este comportamento dos dados é possivelmente para atender a demanda de síntese proteica (formação principalmente de peito) intrínseca de aves de alto desempenho, trabalhada neste estudo.

Gráfico 1: Relação peso vivo e rendimento de peito de frangos de corte.

Fonte:(COBB-VANTRESS, 2018) .

Deste modo, as aves que estavam submetidas a dietas de desempenho regular conseguiram se equiparar em rendimento de peito e incidência de miopatias das aves que estavam submetidas a dietas de desempenho superior. Portanto, não demonstraram diferença significativa para os atributos de composição química da carne de peito de frango entre as estratégias nutricionais.

5. CONCLUSÕES

A ocorrência das miopatias peitorais, White Striping e Wooden Breast, de frangos de corte são uma realidade nos abatedouros de todo mundo acarretando grandes perdas econômicas. Entre linhagens Cobb, Ross e Hubbard há diferença significativa de desempenho e rendimento, o que afetam a incidência das miopatias peitorais. No entanto, apresentou-se entre as estratégias nutricionais diferenças significativas em algumas idades para desempenho e rendimento, porém não foram suficientes para manifestar estatisticamente diferença entre a incidência das miopatias White Striping e Wooden Breast quando avaliado entre as estratégias nutricionais propostas nesse trabalho, sugerindo estudos de novas estratégias.

6. REFERÊNCIAS

- A.O.A.C - ASSOCIATION OF OFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Washington. D.C: [s.n.].
- ABERLE, E. D.; ADDIS, P. B.; SHOFFNER, R. N. Fiber Types in Skeletal Muscles of Broiler- and Layer-Type Chickens. **Poultry Science**, v. 58, n. 5, p. 1210–1212, 1979.
- AHMADU, S.; BUHARI, H.; AUWAL, A. An Overview of Vitamin C as an Antistress in Poultry. **Malaysian Journal of Veterinary Research**, v. 7, n. 2, p. 9–22, 2016.
- ALMEIDA, I. C. et al. Efeito do Nível de Lisina da Dieta e do Sexo Sobre o Desempenho e Rendimento de Carcaça de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 1, 2002.
- ANDRIGUETTO, J. M. **Nutrição animal - As bases e fundamentos da nutrição animal**. [s.l: s.n.].
- BAILEY, R. A. et al. The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. **Poultry Science**, v. 94, p. 2870–2879, 2015.
- BERRI, C. et al. Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of Pectoralis major muscle and breast meat quality of broiler chickens. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 8, p. 2005–2011, 2007.
- BERTECHINI, A. G. Metabolismo das Vitaminas. In: **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: [s.n.]. p. 167–205.
- BEST, P. **Worldwide poultry meat production, consumption forecasts**. USA: Rockford, 2011.
- BRANDÃO, P. A. et al. Efeito da adição de fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 492–498, 2007.
- BRUNELLI, S. R. et al. Efeitos da fitase no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Semina:Ciencias Agrarias**, v. 33, n. SUPPL2, p. 3279–3286, 2012.
- BURKE, W.; HENRY, M. Characteristics of the pectoralis superficialis and semimembranosus of broiler strain chickens, bantam chickens, and the reciprocal crosses. **Poultry Science**, v. 76, n. 5, p. 767–773, 1997.
- COBB-VANTRESS. **Broiler Performance & Nutrition Supplement Cobb500**, 2018. Disponível em: <[http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500-broiler-performance-nutrition-supplement-\(english\).pdf](http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500-broiler-performance-nutrition-supplement-(english).pdf)>
- COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. **I Simpósio Internacional Associação**

Catarinense de Avicultura/Embrapa sobre nutrição de aves, p. 118–132, 1999.

CRUZ, R. F. A. et al. Occurrence of white striping and wooden breast in broilers fed grower and finisher diets with increasing lysine levels. **Poultry Science**, v. 96, p. 501–510, 2015.

DALLE ZOTTE, A. et al. Effect of “wooden breast” appearance on poultry meat quality, histological traits, and lesions characterization. **Czech Journal of Animal Science**, v. 62, n. 2, p. 51–57, 2017.

DWYER, C. M.; FLETCHER, J. M.; STICKLAND, N. C. Muscle cellularity and postnatal growth in the pig The online version of this article , along with updated information and services , is located on the World Wide Web at : **J. Anim. Sci**, v. 71, n. February 2015, p. 3339–3343, 1993.

FERREIRA, T. Z. et al. An investigation of a reported case of white striping in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 4, p. 748–753, 2014.

FLEMMING, J. S. et al. Teste Com Linhagens Comerciais De Frango De Corte - Avaliação Dos Parâmetros Zootécnicos. **Arch. Vet. Scienc**, v. 4, n. 1, p. 57–59, 1999.

FUKUJI, T. S. et al. **Ácido fítico de híbridos de milho e alguns produtos industrializados**. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v30n1/v30n1a06.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. **ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE ALIMENTOS**. 2. ed. Viçosa - MG: [s.n.].

GRAF, E.; EATON, J. W. Effects of Phytate on Mineral Bioavailability in Mice. **The Journal of Nutrition**, v. 114, n. 7, p. 1192–1198, 1984.

GUETCHOM, B. et al. Effect of dietary vitamin E on Eimeria tenella-induced oxidative stress in broiler chickens. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 11, p. 548–555, 2012.

GUPTA, R. K.; GANGOLIYA, S. S.; SINGH, N. K. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 676–684, 2013.

HOVING-BOLINK, A. . et al. Fibre area and capillary supply in broiler breast muscle in relation to productivity and ascites. **Meat Science**, v. 56, n. 4, p. 397–402, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**INSTITUTO ADOLFO LUTZSão PauloINSTITUTO ADOLFO LUTZ, , 1985.

KIEFER, C. MINERAIS QUELATADOS NA NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, p. 206–220, 2005.

KINDLEIN, L.; VIEIRA, S. Influência da nutrição em “white striping” e “wooden breast”

em frangos de corte. **29a reunião CBNA - nutrição de aves e suínos, desafios para as próximas décadas. 2 a 4 dezembro São Pedro, SP, 2015.**

KLASING, K. C. Nutritional diseases. In: **Diseases of Poultry**. 12. ed. [s.l.] Blackwell Publishing, 2008. p. 1128–1130.

KUTLU, H. R.; FORBES, J. M. Changes in growth and blood parameters in heat-stressed broiler chicks in response to dietary ascorbic acid. **Livestock Production Science**, v. 36, n. 4, p. 335–350, 1993.

KUTTAPPAN, V. A.; BREWER, V. B.; MAUROMOUSTAKOS, A.; MCKEE, S. R.; EMMERT, J. L.; MEULLENET, J. F.; OWENS, C. M. Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v. 92, p. 811–819, 2013.

KUTTAPPAN, V. A. et al. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v. 91, p. 2677–2685, 2012a.

KUTTAPPAN, V. A. et al. Effect of different levels of dietary vitamin E (DL- α -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white striping on broiler breast fillets. **Poultry Science**, v. 91, p. 3230–3335, 2012b.

KUTTAPPAN, V. A. et al. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. **Poultry Science**, v. 91, p. 1240–1247, 2012c.

KUTTAPPAN, V. A. et al. Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, v. 92, n. 2, p. 331–338, 2013.

LARA, L. J. C. et al. Rendimento, composição e teor de ácidos graxos da carcaça de frangos de corte alimentados com diferentes fontes lipídicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 1, p. 108–115, 2006.

LARA, L. J. C. et al. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 970–978, 2008.

LI, W. J. et al. Influence of dietary vitamin E supplementation on meat quality traits and gene expression related to lipid metabolism in the Beijing-you chicken. **British Poultry Science**, v. 50, n. 2, p. 188–198, 2009.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frango de corte**. 2 ed. ed. Jboticabal - SP: [s.n.].

MACHADO, J. et al. DESEMPENHO DE TRÊS LINHAGENS DE FRANGOS DE CORTE DE CRESCIMENTO RÁPIDO. **Vet. Not**, v. 20, n. 1, p. 37–43, 2014.

MACRAE, V. . et al. Skeletal muscle fibre growth and growth associated myopathy in the domestic chicken (*Gallus domesticus*). **British Poultry Science**, v. 47, n. 3, p. 264–272, 2006.

MUDALAL, S. et al. Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. **Animal**, v. 9, n. 04, p. 728–734, 2015.

MUTRYN, M. F. et al. Characterization of a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-sequencing. **BMC Genomics**, v. 16, n. 1, p. 399, 2015.

NAZIROGLU, M. et al. The effects of food withdrawal and darkening on lipid peroxidation of laying hens in high ambient temperatures. **German Veterinary Journal**, v. 107, n. 5, p. 199–202, 2000.

PACHECO, G. D. **EFEITOS DO ÁCIDO FÍTICO DIETÉTICO E DA ENZIMA FITASE EM SUÍNOS NA FASE DE TERMINAÇÃO E AÇÃO DO ÁCIDO FÍTICO SOBRE A INTEGRIDADE EPITELIAL DAS CÉLULAS IPEC-1**. Londrina: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.livrosgratis.com.br>>. Acesso em: 1 jun. 2019.

PALLAUF, J.; RIMBACH, G. Nutritional significance of phytic acid and phytase. **Archives of Animal Nutrition**, v. 50, n. 4, p. 301–319, ago. 1997.

PERUZZOLO, R. S. **Utilização de minerais quelatados na avicultura**. Porto Alegre - RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

PETRACCI, M. et al. Comparison of breast muscle traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids. **Poultry Science**, v. 92, n. 9, p. 2438–2447, 2013.

PETRACCI, M. et al. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, n. 1, p. 179–183, 2014.

PETRACCI, M. et al. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, n. 02, p. 363–374, jun. 2015.

PETRACCI, M.; CAVANI, C. Muscle growth and poultry meat quality issues. **Nutrients**, v. 4, n. 1, p. 1–12, 2012.

QUADROS, T. C. O. **Rendimento, qualidade, morfometria do músculo peitoral (Pectoralis major) e desempenho de frangos de corte em resposta às dietas formuladas com diferentes níveis de lisina digestível**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2012.

REMIGNON, H. et al. Selection for rapid growth increases the number and the size of

muscle fibres without changing their typing in chickens. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, v. 16, n. 2, p. 95–102, 1995.

ROSTAGNO, H. S. ET AL. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos**. [s.l.: s.n.].

RUSSO, E. et al. Evaluation of White Striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. **Poultry science**, v. 94, n. 8, p. 1843–1848, 2015.

SAKOMURA, N. K. et al. Lysine, methionine, phenylalanine, arginine, valine, isoleucine, leucine, and threonine maintenance requirements of broiler breeders. **Poultry Science**, v. 94, p. 2715–2721, 2015.

SANDERCOCK, D. A. et al. Changes in muscle cell cation regulation and meat quality traits are associated with genetic selection for high body weight and meat yield in broiler chickens. **Genetics Selection Evolution**, v. 41, n. 1, p. 8, 2009.

SANDERCOCK, D.; MITCHELL, M. Myopathy in broiler chickens: A role for Ca (2+)-activated phospholipase A2. **Poultry Science**, v. 82, p. 1307–1312, 2003.

SANTIAGO, G. O. **Caracterização das principais lesões peitorais em frangos de corte**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

SCHEUERMANN, G. N. et al. Comparison of chicken genotypes: Myofiber number in pectoralis muscle and myostatin ontogeny. **Poultry Science**, v. 83, n. 8, p. 1404–1412, 2004.

SHIRMOHAMMAD, F.; MEHRI, M.; JOEZY-SHEKALGORABI, S. A review on the role of inositol in aquaculture. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v. 15, n. 4, p. 1388–1409, 2016.

SIHVO, H.-K.; IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Myodegeneration With Fibrosis and Regeneration in the Pectoralis Major Muscle of Broilers. **Veterinary Pathology**, v. 51, n. 3, p. 619–623, 2014.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA E DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE. **Química Nova**, v. 22, n. 1, p. 94–103, 1999.

SILVA, G. C. et al. Suplementação com zinco e selênio em frangos de corte submetidos a estresse cíclico de calor. **Revista Ceres**, v. 62, n. 4, p. 372–378, 2015.

SKLAN, D.; NOY, Y. Crude protein and essential amino acid requirements in chicks during the first week posthatch. **Br Poult Sc**, v. 44, n. 2, p. 266–274, 2003.

SMITH, C. et al. The inflammatory response to skeletal muscle injury: Illuminating complexities. **Sports Med**, v. 38, p. 947–969, 2008.

SOGLIA, F. et al. Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major

- muscle affected by wooden breast abnormality. **Poultry science**, p. pev353, 2015.
- STERLING, K. G. et al. Relationships among strain, performance, and environmental temperature in commercial laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 1, p. 85–91, 2003.
- STRINGHINI, J. H. et al. Avaliação do Desempenho e Rendimento de Carcaça de Quatro Linhagens de Frangos de Corte Criadas em Goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 183–190, 2003.
- SURAI, P. F. Antioxidant systems in the animal body. In: **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**. Thrumpton, Nottingham. UK: 2002, 2003. p. 1–19.
- SWATLAND, H. J.; KIEFFER, N. M. Fetal Development of the Double Muscled Condition in Cattle. **Journal of animal science**, v. 38, n. 4, p. 752–757, 1974.
- TIJARE, V. V. Meat Quality of Broiler Breast Fillets with White Striping and Woody Breast Muscle Myopathies. n. August, 2015.
- TROCINO, A. et al. Effect of genotype , gender and feed restriction on growth , meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens Animals , Experimental Groups , and In Vivo. **Poultry science**, v. 94, p. 2996–3004, 2015.
- TURRA, F. **Produção de carne de frango totaliza 13,146 milhões de toneladas em 2015**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/noticia/producao-de-carne-de-frango-totaliza-13146-milhoes-de-toneladas-em-2015-1545>>. Acesso em: 11 jul. 2017.
- VIEIRA, S. L. **Qualidade de carcaça de frango de corte**. 2º ed. [s.l: s.n.].
- ZHENG, Q. et al. Systematic identification of genes involved in divergent skeletal muscle growth rates of broiler and layer chickens. **BMC Genomics**, v. 10, n. 1, p. 87, 2009.

ANEXOS

Formulações utilizadas no experimento.

- Estratégia nutricional 1 (EN1)

	A001	B001	C001	E001
	PRE INICIAL	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL
	24	21	22	23
INGREDIENTES				
MILHO MOÍDO	57.705	154.530	165.210	166.970
FARELO DE SOJA	38.500	85.500	72.500	65.500
OLEO REFINADO SOJA	-----	1.000	4.000	10.000
FOSFATO BICALCICO	1.300	3.000	2.550	2.100
CALCARIO	1.150	2.900	2.850	2.700
SAL MOIDO	0.550	1.200	1.050	1.100
DL METIONINA	0.240	0.500	0.425	0.320
L LISINA	0.155	0.370	0.415	0.310
PX FOCUS 8432 FGO INI 4KG	0.400	1.000	-----	-----
PX FOCUS 8433 FGO CRE 2 4KG	-----	-----	1.000	1.000
Total (Kg)	100.000	250.000	250.000	250.000

NUTRIENTES		A001	B001	C001	E001
E.M Aves	KCAL/K	2916.822	2987.613	3113.050	3274.023
Proteína Bruta	%	22.071	20.477	18.530	17.290
Gordura	%	2.925	3.412	4.676	7.012
Fibra Bruta	%	3.805	3.616	3.374	3.207
Cálcio total	%	1.006	0.976	0.921	0.848
Fósforo total	%	0.609	0.576	0.523	0.475
Fósforo disponível	%	0.482	0.458	0.419	0.381
Lisina Total	%	1.318	1.205	1.087	0.979
Lisina Dig. Aves	%	1.214	1.109	1.001	0.899
Metionina Total	%	0.585	0.526	0.472	0.414
Metionina Dig. Aves	%	0.557	0.500	0.448	0.392
Met + Cis Total	%	0.931	0.851	0.769	0.694
Met + Cis Dig. Aves	%	0.851	0.776	0.701	0.630
Treonina Total	%	0.830	0.771	0.698	0.654
Treonina Dig. Aves	%	0.725	0.673	0.608	0.568
Sódio	%	0.239	0.211	0.187	0.194

- Estratégia nutricional 2 (EN2)

	A001	B001	C001	E001
	PRE INICIAL	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL
	32	29	30	31
INGREDIENTES				
MILHO MOÍDO	52.920	137.945	152.275	158.285
FARELO DE SOJA	41.000	93.500	77.500	68.000
OLEO REFINADO SOJA	2.000	9.000	11.000	15.000
FOSFATO BICALCICO	1.300	3.000	2.550	2.100
CALCARIO	1.150	2.900	2.800	2.700
SAL MOIDO	0.500	1.200	1.050	1.100
DL METIONINA	0.375	0.775	0.845	0.775
L LISINA	0.235	0.450	0.660	0.700
L-TREONINA	0.120	0.230	0.320	0.340
PX FOCUS 8432 FGO INI 4KG	0.400	1.000	-----	-----
PX FOCUS 8433 FGO CRE 2 4KG	-----	-----	1.000	1.000
Total (Kg)	100.000	250.000	250.000	250.000

NUTRIENTES		A001	B001	C001	E001
E.M Aves	KCAL/K	3000.790	3123.906	3243.528	3373.214
Proteína Bruta	%	23.032	21.518	19.283	17.807
Gordura	%	4.734	6.334	7.245	8.849
Fibra Bruta	%	3.862	3.678	3.390	3.196
Cálcio total	%	1.011	0.982	0.916	0.850
Fósforo total	%	0.612	0.578	0.522	0.473
Fósforo disponível	%	0.483	0.459	0.419	0.380
Lisina Total	%	1.438	1.302	1.207	1.122
Lisina Dig. Aves	%	1.331	1.201	1.118	1.040
Metionina Total	%	0.725	0.642	0.641	0.594
Metionina Dig. Aves	%	0.697	0.616	0.617	0.572
Met + Cis Total	%	1.080	0.978	0.943	0.876
Met + Cis Dig. Aves	%	0.998	0.900	0.874	0.811
Treonina Total	%	0.975	0.895	0.842	0.794
Treonina Dig. Aves	%	0.867	0.793	0.749	0.707
Sódio	%	0.219	0.211	0.187	0.194

- Estratégia nutricional 3 (EN3)

	A001	B001	C001	E001
	PRE INICIAL	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL
	22	19	20	21
INGREDIENTES				
MILHO MOÍDO	52.910	137.920	152.250	158.260
FARELO DE SOJA	41.000	93.500	77.500	68.000
OLEO REFINADO SOJA	2.000	9.000	11.000	15.000
FOSFATO BICALCICO	1.300	3.000	2.550	2.100
CALCARIO	1.150	2.900	2.800	2.700
SAL MOIDO	0.500	1.200	1.050	1.100
DL METIONINA	0.375	0.775	0.845	0.775
L LISINA	0.235	0.450	0.660	0.700
L-TREONINA	0.120	0.230	0.320	0.340
FITASE	0.010	0.025	0.025	0.025
PX FOCUS 8432 FGO INI 4KG	0.400	1.000	-----	-----
PX FOCUS 8433 FGO CRE 2 4KG	-----	-----	1.000	1.000
Total (Kg)	100.000	250.000	250.000	250.000

NUTRIENTES		A001	B001	C001	E001
E.M Aves	KCAL/K	3000.450	3123.565	3243.188	3372.874
Proteína Bruta	%	23.031	21.517	19.282	17.807
Gordura	%	4.733	6.334	7.245	8.848
Fibra Bruta	%	3.862	3.678	3.390	3.196
Cálcio total	%	1.011	0.982	0.916	0.850
Fósforo total	%	0.612	0.578	0.522	0.473
Fósforo disponível	%	0.483	0.459	0.419	0.380
Lisina Total	%	1.438	1.302	1.207	1.122
Lisina Dig. Aves	%	1.331	1.201	1.118	1.040
Metionina Total	%	0.725	0.642	0.641	0.594
Metionina Dig. Aves	%	0.697	0.616	0.617	0.572
Met + Cis Total	%	1.080	0.978	0.943	0.875
Met + Cis Dig. Aves	%	0.998	0.900	0.874	0.811
Treonina Total	%	0.975	0.895	0.842	0.794
Treonina Dig. Aves	%	0.867	0.793	0.749	0.707
Sódio	%	0.219	0.211	0.187	0.194

- Estratégia nutricional 4 (EN4)

	A001	B001	C001	E001
	PRE INICIAL	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL
	17	14	15	16
INGREDIENTES				
MILHO MOÍDO	52.745	136.513	150.343	156.853
FARELO DE SOJA	41.000	93.500	78.000	68.000
OLEO REFINADO SOJA	2.000	10.000	12.000	16.000
FOSFATO BICALCICO	1.300	3.000	2.550	2.100
CALCARIO	1.150	2.900	2.800	2.700
SAL MOIDO	0.500	1.200	1.050	1.100
DL METIONINA	0.375	0.775	0.845	0.775
L LISINA	0.235	0.445	0.655	0.695
L-TREONINA	0.120	0.230	0.320	0.340
Zinco Glicinato	0.058	0.144	0.144	0.144
Vitamina E	0.058	0.145	0.145	0.145
Vitamina C	0.057	0.143	0.143	0.143
Selenio Glicinato	0.002	0.005	0.005	0.005
PX FOCUS 8432 FGO INI 4KG	0.400	1.000	-----	-----
PX FOCUS 8433 FGO CRE 2 4KG	-----	-----	1.000	1.000
Total (Kg)	100.000	250.000	250.000	250.000

NUTRIENTES		A001	B001	C001	E001
E.M Aves	KCAL/K	2994.844	3138.755	3256.277	3388.063
Proteína Bruta	%	23.018	21.470	19.307	17.760
Gordura	%	4.727	6.703	7.609	9.218
Fibra Bruta	%	3.859	3.665	3.386	3.183
Cálcio total	%	1.011	0.982	0.917	0.849
Fósforo total	%	0.612	0.577	0.521	0.471
Fósforo disponível	%	0.483	0.459	0.418	0.380
Lisina Total	%	1.438	1.299	1.209	1.119
Lisina Dig. Aves	%	1.330	1.199	1.120	1.038
Metionina Total	%	0.725	0.641	0.641	0.593
Metionina Dig. Aves	%	0.697	0.615	0.617	0.571
Met + Cis Total	%	1.080	0.976	0.943	0.874
Met + Cis Dig. Aves	%	0.997	0.898	0.874	0.809
Treonina Total	%	0.975	0.893	0.843	0.792
Treonina Dig. Aves	%	0.866	0.791	0.750	0.706
Sódio	%	0.219	0.211	0.186	0.193

- Estratégia nutricional 5 (EN5)

	A001	B001	C001	E001
	PRE INICIAL	INICIAL	CRESCIMENTO	FINAL
	14	11	12	13
INGREDIENTES				
MILHO MOÍDO	52.735	136.483	150.318	156.828
FARELO DE SOJA	41.000	93.500	78.000	68.000
OLEO REFINADO SOJA	2.000	10.000	12.000	16.000
FOSFATO BICALCICO	1.300	3.000	2.550	2.100
CALCARIO	1.150	2.900	2.800	2.700
SAL MOIDO	0.500	1.200	1.050	1.100
DL METIONINA	0.375	0.780	0.845	0.775
L LISINA	0.235	0.445	0.655	0.695
L-TREONINA	0.120	0.230	0.320	0.340
FITASE	0.010	0.025	0.025	0.025
Zinco Glicinato	0.058	0.144	0.144	0.144
Vitamina E	0.058	0.145	0.145	0.145
Vitamina C	0.057	0.143	0.143	0.143
Selenio Glicinato	0.002	0.005	0.005	0.005
PX FOCUS 8432 FGO INI 4KG	0.400	1.000	-----	-----
PX FOCUS 8433 FGO CRE 2 4KG	-----	-----	1.000	1.000
Total (Kg)	100.000	250.000	250.000	250.000

NUTRIENTES		A001	B001	C001	E001
E.M Aves	KCAL/K	2994.503	3138.444	3255.938	3387.723
Proteína Bruta	%	23.017	21.470	19.306	17.759
Gordura	%	4.726	6.703	7.609	9.217
Fibra Bruta	%	3.858	3.665	3.386	3.183
Cálcio total	%	1.011	0.982	0.917	0.849
Fósforo total	%	0.612	0.577	0.521	0.471
Fósforo disponível	%	0.483	0.459	0.418	0.380
Lisina Total	%	1.438	1.299	1.209	1.119
Lisina Dig. Aves	%	1.330	1.199	1.120	1.038
Metionina Total	%	0.725	0.643	0.641	0.593
Metionina Dig. Aves	%	0.697	0.617	0.617	0.571
Met + Cis Total	%	1.080	0.978	0.943	0.874
Met + Cis Dig. Aves	%	0.997	0.900	0.874	0.809
Treonina Total	%	0.975	0.893	0.843	0.792
Treonina Dig. Aves	%	0.866	0.791	0.750	0.706
Sódio	%	0.219	0.211	0.186	0.193