



UDESC

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE – UDESC/OESTE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MIOPATIA WHITE STRIPING EM DIFERENTES
LINHAGENS DE FRANGOS DE CORTE E SUAS
CONSEQUÊNCIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO E
QUALIDADE DA CARNE**

JONATH WILTON LUCCA

CHAPECÓ, 2018

JONATH WILTON LUCCA

MIOPATIA *WHITE STRIPING* EM DIFERENTES LINHAGENS DE FRANGOS DE CORTE E SUAS CONSEQUÊNCIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DA CARNE.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Ciência e Produção Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Marcel Manente Boiago
Co-orientadora: Profa. Dra. Aline Zampar

**Chapecó, SC
2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com
auxílio do programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CEO/UEDESC

Lucca, Jonath

MIOPATIA WHITE STRIPING EM FRANGOS DE CORTE E
SUAS CONSEQUÊNCIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO E QUALIDADE
DA CARNE. / Jonath Lucca. - Chapecó, 2018.

35 p.

Orientador: Marcel Boiago

Co-orientadora: Aline Zampar

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do
Oeste, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
Chapecó, 2018.

1. Mopatia White Striping. 2. Colágeno . 3.
Genótipo. 4. Pectorales major. I. Boiago, Marcel.
II. Zampar, Aline. , .III. Universidade do Estado
de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do
Oeste, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV.
Título.

Universidade do Estado de Santa Catarina
UDESC Oeste
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

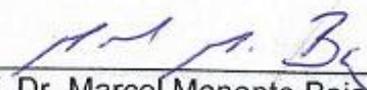
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**MIOPATIA WHITE STRIPING EM DIFERENTES LINHAGENS DE FRANGOS
DE CORTE E SUAS CONSEQUÊNCIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO E
QUALIDADE DA CARNE.**

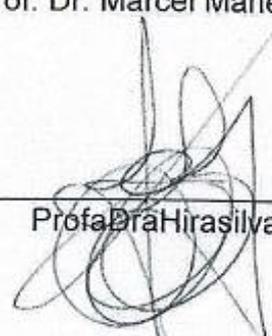
Elaborada por
Jonath Wilton Lucca

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

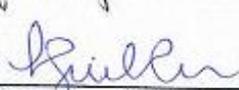
Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Marcel Manente Boiago – UDESC Oeste



Profa. Dra. Hira Silveira Borba – UNESP FCAV



Profa. Dra. Letieri Griebler – UNOESC

Chapecó, 21 de fevereiro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Ilton Lucca e Sereni E. C. Lucca, por terem acreditado e sempre aconselhado a continuar estudando para poder ter um futuro digno para se viver.

A minha esposa Gabriela Szatkoski, pelo incentivo e encorajamento para vencer mais esta etapa.

Ao meu orientador Professor Dr. Marcel Manente Boiago, por toda sua dedicação, profissionalismo, paciência e principalmente palavras de apoio, se tornando além de orientador um grande amigo para vida, carreira profissional e na elaboração desta dissertação.

Aos demais professores do programa de pós-graduação em zootecnia da UDESC Oeste, pela disseminação de conhecimentos para o meu aperfeiçoamento pessoal e profissional.

A empresa Cooperativa Central Aurora Alimentos, ao gerente de avicultura e supervisores por terem autorizado a frequência no mestrado em zootecnia.

À UDESC, pela disponibilização de infraestrutura, em específico o Laboratório de Nutrição Animal - LANA.

Aos mestrandos Mauricio Barreta, Gleidson Salles Biasi e Sinara Bordignon pela ajuda na compilação e análises dos dados e todas as pessoas que de alguma forma ajudaram ou incentivaram com palavras de otimismo para a realização desse trabalho.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade do Estado de Santa Catarina

MIOPATIA *WHITE STRIPING* EM DIFERENTES LINHAGENS DE FRANGOS DE CORTE E SUAS CONSEQUÊNCIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DA CARNE.

AUTOR: Jonath Wilton Lucca
ORIENTADOR: Marcel Manente Boiago
Chapecó, 27 de fevereiro de 2018

Com desenvolvimento constante da avicultura na busca por melhores resultados de desempenho e de qualidade de carcaça, tornou-se frequente o aparecimento de estrias brancas nos peitos de frangos denominadas de *White Striping* (WS). O objetivo deste estudo foi identificar a incidência da miopatia WS em três linhagens comerciais de frangos de corte machos de alto desempenho e suas consequências sobre a composição química e qualidade física da carne. Para determinação das porcentagens de incidência dos diferentes graus da miopatia WS (normal, moderada ou severa) nas linhagens avaliadas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (linhagens A, B e C) e cinco repetições de 300 peitos cada, totalizando 1500 peitos avaliados para cada grau de WS por linhagem. Para as variáveis químicas e físicas foi utilizado um DIC em esquema fatorial 3 x 3 (três linhagens X três níveis de WS), com 15 repetições cada. Os dados foram submetidos a análise de variância e em casos de diferenças significativas utilizou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação das médias. Os resultados permitiram concluir que as aves da linhagem A apresentaram 84,81% de peitos classificados como normal e 9,91% de peitos classificados como moderados, valores respectivamente maiores e menores que nas duas demais linhagens. Os peitos classificados com miopatia WS severa foram mais pesados que os normais e moderados e apresentaram maiores porcentagens de lipídios e umidade, e menor concentração de proteína bruta. Já as concentrações de colágeno total, termo solúvel e insolúvel sofreram efeitos de interação entre linhagem e nível de WS nos filés, não havendo, portanto, o mesmo comportamento nas amostras das diferentes linhagens.

Palavras-chave: Colágeno. Estrias. Filé de peito. Genótipo

ABSTRACT

Master's Dissertation
Graduate Program in Animal Science
University of the State of Santa Catarina

THE *WHITE STRIPING* MYOPATHY IN DIFFERENTS BROILERS LINEAGES AND ITS INFLUENCE ON COMPOSITION AND MEAT QUALITY.

AUTHOR: Jonath W Lucca
ADVISER: Marcel Manente Boiago
Chapecó, February 27, 2018

With the constant development of the poultry industry regarding better results on performance and carcass quality, the presence of white stripes in the chicken breasts (White Striping) has become frequent. The objective of this study was to verify the incidence of the White Striping pectoral myopathy (WS) in the three most used commercial strains of high performance male broiler chickens and their consequences on the composition and meat quality. A completely randomized design (DIC) with three treatments (lines A, B and C) and five replicates of 300 breasts were used to determine the incidence rates of the different degrees of WS myopathy (normal, moderate or severe) in the evaluated strains, totaling 1500 breasts evaluated for each grade of WS per lineage. For the chemical and physical variables, a DIC was used in a 3 x 3 factorial scheme (three lines X three levels of WS), with 15 repetitions each. The data were submitted to analysis of variance and in cases of significant differences the Tukey test ($P < 0.05$) was used to compare the means. The results allowed to conclude that the birds of lineage A presented 84.81% of breasts classified as normal and 9.91% of breasts classified as moderate, respectively higher and lower values than in the other two strains. Breasts classified with severe WS myopathy were heavier than normal and moderate breasts and presented higher percentages of lipids and moisture, and lower concentration of crude protein. However, the concentrations of total, soluble and insoluble collagen had interaction effects between lineage and WS level in the fillets, and therefore, the same behavior was not observed in the samples of the different strains.

Key-words: Collagen. Stretch marks. Breast fillet. Genotype.

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO I	8
REVISÃO DE LITERATURA	8
1.1 Introdução	8
1.2 A miopatia <i>white striping</i>	9
1.2.1 Caracterização histopatológica e características físicas e químicas de carnes com <i>white striping</i>	10
1.3 Objetivos	14
1.3.1 Objetivo Geral	14
1.3.2 Objetivos Específicos	14
2 CAPÍTULO II	15
2.1 Manuscrito	16
Miopatia <i>White Striping</i> em diferentes linhagens de frangos de corte e suas consequências sobre a composição e qualidade da carne	17
RESUMO	17
ABSTRACT	18
Introdução	19
Material e Métodos	20
Resultados e discussão	22
Conclusão	29
Referências	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	32

1 CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Introdução

Nos últimos anos o Brasil ganhou destaque na avicultura industrial, o que levou a grandes patamares no agronegócio brasileiro devido a sua participação econômica e pela liderança no mercado mundial de exportação da carne de frango. Dados obtidos no ano 2017 mostram que o Brasil é o maior exportador (4.384 mil/ton) e o segundo em produção (12.900 mil/ton). Este crescimento se deve aos avanços da genética, nutrição, sanidade e ambiência, que, quando interligados permitem produção de frango de corte com melhor eficiência (ABPA, 2017).

A necessidade de aumentar a produção de carne de frangos é de conhecimento de todos os envolvidos no setor avícola, onde estes pressionam as empresas de genética a trabalharem as linhagens para maiores ganhos de peso. Segundo Rutz *et al.* (2017), 80 a 85% da melhora do desempenho é resultado de melhoramento genético, onde a seleção de linhagens resulta no desenvolvimento muscular com o dobro de fibras e com maiores diâmetros quando comparado a linhagens tradicionais. Vinculadas aos elevados índices de desempenho e rendimento de carne do frango de corte surgiram algumas síndromes metabólicas relacionadas à musculatura do peito de frango como a miopatia peitoral profunda, peito com estrias brancas e o peito amadeirado. Estas síndromes ocasionam perdas econômicas devido a diminuição da viabilidade dos lotes, condenação de carcaças e perdas de qualidade da carne (SANDERCOCK *et al.*, 2001).

A miopatia peitoral *white striping* (estrias brancas) é caracterizada pelo aparecimento de estrias esbranquiçadas no músculo *pectoralis major*, que seguem a direção da fibra muscular e podem estar presentes em diferentes intensidades e causar menor aceitação pelo consumidor (KUTTAPAN *et al.* (2012). Essa miopatia não possui etiologia conhecida e a literatura não relata problemas vinculados com a saúde pública (FERREIRA, 2014), porém interfere na qualidade química e física da carne.

Segundo Ferreira *et al.* (2014) a aparência e textura da carne são fatores fundamentais, que influenciam diretamente a aceitação pelo consumidor e a satisfação final. Ainda, segundo o autor a seleção genética de linhagens com alto

desempenho, taxas de crescimento e aumento de rendimento muscular vem contribuindo para o surgimento de perdas significativas na indústria avícola em decorrência de modificações anatômicas. A presença das estrias também causa perdas econômicas para as agroindústrias. Lorenzi (2014) destaca que peitos estriados são utilizados para retalhos ou subprodutos ou ainda, comercializados no mercado interno, conseqüentemente com menor valor agregado devido à resistência por parte do consumidor em comprar o produto.

1.2 A miopatia *white striping*

A etiologia da miopatia *white striping* ainda é desconhecida, mas avaliações histológicas demonstraram que esta alteração está usualmente associada à degeneração muscular e alterações miopáticas, e pode ser resultante de mudanças estruturais, morfológicas e bioquímicas do tecido muscular, com conseqüente alteração nas fibras musculares (FERREIRA, 2014).

A caracterização histopatológica e composição muscular de peitos de frangos de corte com diferentes graus de estrias (normal, moderado e severo) foram pesquisadas por Kuttappan et al. (2013). Os files classificados como moderados e severos apresentaram perdas de estrias cruzadas, degeneração flocular e vacuolar, leve mineralização, regeneração ocasional e variabilidade no tamanho da fibra. Também foram verificados aumento na degeneração e necrose dos lipídios e fibrose. Os níveis de gordura nos peitos aumentaram conforme o grau de estrias, indicando que a degeneração dos músculos peitorais de frangos de corte está relacionada a frangos abatidos com maior idade/tempo de alojamento e maior peso.

Com a intenção de verificar a aceitação de peitos estriados pelos consumidores Kuttappan et al. (2012) submeteram 75 pessoas a imagens digitais de peitos com graus de estrias classificadas em normal, moderado e severo. Após atribuições de notas para as diferentes imagens concluiu-se que os peitos normais tiveram maior aceitação pelo consumidor, o que indicou que quanto maior a gravidade das estrias brancas maior foi a rejeição por parte do consumidor, que chegou a 50% de rejeição nos graus de estrias moderadas e severas.

Ferreira et al. (2014) analisaram cerca de 2.500 carcaças de frangos de corte de linhagem comercial abatidos aos 42 dias. As conclusões obtidas foram que as carnes de peito de frango estriado classificadas com moderadas e severas

apresentaram diferentes integridades das fibras musculares, sendo que, nos casos de peitos classificados como moderados, apresentaram apenas necrose microscópica (65,17%) ou necrose multifocal moderada (99,83%), enquanto aqueles classificados como severo apresentaram necrose forte (25%), com degeneração miofibrilar.

Lorenzi (2014) realizou estudo para avaliar linhagens de alto, médio e baixo desempenho sobre níveis de WS no peitos. A incidência de estrias brancas nas aves de médio e alto desempenho foi de 43%, sendo que destas, 6,2% das amostras foram classificadas com severas.

Kuttappan et al. (2012) alimentaram frangos com dietas de baixa e alta energia e concluíram que as aves alimentadas com dietas de alta energia apresentaram melhor desempenho e conseqüentemente maior peso de files de peito. Porém, uma porcentagem maior (47,45%) de files foram classificados como normal quando alimentados com dietas de baixa energia, enquanto as aves alimentadas com dietas de alta energia apresentaram maior incidência de miopatia *white striping*. Os files classificados como normais apresentaram menor porcentagem de lipídios quando comparados aos demais. De acordo com o resultado do experimento as altas taxas de crescimento resultam em maior ocorrência de estrias de graus elevados, que está diretamente ligada à composição química dos files.

1.2.1 Caracterização histopatológica e características físicas e químicas de carnes com *white striping*

A caracterização histológica e composição muscular de peitos de frangos de corte com diferentes graus de estrias (normal, moderado e severo) foram pesquisadas por Kuttappan et al. (2013). Os files classificados como moderados e severos apresentam estrias cruzadas, degeneração flocular e vacuolar, leve mineralização, regeneração ocasional e variabilidade no tamanho da fibra. Também foram verificados aumento da degeneração e necrose das fibras. Os níveis de gordura nos peitos aumentaram conforme o grau de estrias, indicando que a degeneração dos músculos peitorais de frangos de corte está relacionada a frangos abatidos com maior idade/tempo de alojamento e maior peso.

Kuttappan et al. (2013) realizaram uma pesquisa com o objetivo de comparar perfis hematológicos e sorológicos de frangos de corte com estrias classificadas como normais e severas, para obtenção de mais informações sobre alterações sistêmicas associadas à ocorrência. As aves classificadas com estrias severas apresentaram maiores pesos vivo e de fígado, além de maior rendimento do filem em comparação com aves classificadas como peito normal. Além disso, o rendimento de gordura abdominal foi menor nas aves com peitos classificados como severos. Os parâmetros hematológicos, incluindo contagem de leucócitos não apresentaram diferença significativa entre os graus de WS. Estes resultados sugerem que não existe nenhuma condição infecciosa ou inflamatória sistêmica associada a um grau severo de estrias brancas.

Trocino et al. (2015) trabalharam com duas linhagens de frangos de corte de alta e baixa capacidades de rendimentos sobre desempenho e qualidade de carne. Os autores concluíram que o genótipo teve efeito moderado no crescimento e não alterou o surgimento da miopatia *white striping* nos peitos de frango de corte, no entanto o gênero (macho) afetou a qualidade da carne e o aparecimento de estrias nos peitos das aves, enquanto as fêmeas apresentaram peitos menores e amadeirados. Já Alnahhas et al. (2016) realizaram uma pesquisa que correlacionou parâmetros genéticos de miopatia com ganho de peso e composição das carcaças. Os resultados permitiram concluir que os parâmetros genéticos ligados a ocorrência de miopatia estão mais relacionados ao desenvolvimento do musculo do peito do que aos demais músculos e que a seleção de linhagens pode contribuir para diminuição de miopatia peitorais.

Mudalal et al. (2014) avaliaram o efeito das estrias brancas sobre a composição química da carne, com ênfase nas frações de proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, fundamentais no processamento de carnes de peito. Os files com estrias brancas apresentaram maior porcentagem de umidade, gordura intramuscular e colágeno total, e menor teor de proteína e cinzas em comparação com filés normais. Com o aumento da intensidade das estrias ocorreu a diminuição do conteúdo miofibrilar e sarcoplasmático e da solubilidade proteica, assim como aumento na perda por cozimento. A eletroforese em gel mostrou que, em peitos estriados, a concentração de três proteínas miofibrilares (actina, miosina de cadeia leve de contração lenta e miosina de cadeia leve de contração rápida) e quase todas as proteínas sarcoplasmáticas foram menor quando comparada aos files normais.

Browker and Zhuang (2016) encontraram resultados parecidos quando avaliaram a qualidade e a composição química da carne do peito de frangos de corte, onde concluíram que os peitos com a miopatia mais severa apresentam baixa integridade das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, resultando em menor capacidade de retenção de água.

Kuttapan et al. (2013) avaliaram as dimensões dos files (comprimento, largura e espessura craniana e espessura caudal), pH, perda por cozimento, cor (L^* , a^* , e b^*) e força de cisalhamento de amostras de peitos classificados como normais, moderados e severos quanto à intensidade da miopatia *white striping*. Cerca de 55,8% dos peitos analisados no experimento apresentaram algum grau de estrias classificadas como moderada (47,5%) e severa (8,3%). Os peitos classificados como severos apresentaram um aumento na intensidade de amarelo da carne. Os demais parâmetros qualitativos não apresentaram diferença significativa entre os graus de classificação. Os autores concluíram que há maior ocorrência de estrias brancas em aves mais pesadas, sem grandes alterações químicas e físicas na qualidade da carne. Já Tijare et al. (2016) observaram que as variáveis perda de água por descongelamento, cozimento e capacidade de retenção de água foram afetadas de forma crescente à medida que aumentou o grau de severidade das estrias. Os autores também observaram que peitos de frangos com miopatia classificadas como severas apresentaram o tamanho de sarcômero maior, entretanto, a força de cisalhamento não diferiu entre as amostras com diferentes graus de severidade.

Tasoneiro et al. (2016) desenvolveram uma pesquisa onde analisaram a qualidade das carnes de peito de frangos de corte machos com idade de abate de 51 dias. Foram coletados peitos normais e com estrias brancas. Verificaram que os peitos com miopatia apresentaram pH maiores e filés mais amarelos que os normais. A perda por descongelamento não diferenciou entre os tratamentos e os peitos com miopatia apresentaram menor concentração de matéria mineral.

Com o objetivo de identificar mais claramente as estrias brancas Traffano-Schiffo et al. (2017), desenvolveram um sistema de espectrofotometria para detectar a miopatia em peitos de frango de corte, o sistema foi calibrado através de radiofrequência com dois sensores e duas agulhas inseridas intramuscular para analisar os tecidos. Os resultados obtidos permitiram concluir que há um aumento

de gordura nos peitos classificados como severos, o que causa um impacto visual negativo em relação a qualidade da carne.

Soglia et al. (2016) realizaram um experimento onde investigaram os fatores envolvidos na ocorrência das miopatias *white striping* e *wooden breast* através de análises físico químicas. Os resultados encontrados mostraram que os níveis de umidade, colágeno e gordura aumentaram conforme o aumento da intensidade de *Write Striping* e *wood brest*, bem como redução significativa de proteína bruta. Para as amostras analisadas não houve diferença significativa nos perfis de ácidos graxos. Para o grupo classificado com miopatia *wooden breast*, os peitos apresentaram níveis altos de TBARS, indicando que os produtos processados também podem ser afetados quando utilizado carnes com as referidas miopatia.

Com o objetivo de investigar os genes expressos nos peitos de frangos de corte que apresentavam a miopatia *Write Striping*, Zambonelli et al. (2016) identificaram uma mudança na composição mineral da carne de peitos de frangos associada a um aumento da gordura. Duzentos e quatro genes foram encontrados expressados nos peitos pesquisados, e destes, 102 estavam presentes nas amostras afetados por *Write Striping*, o que permitiu concluir que a expressão dos genes está ligada a anormalidades relacionadas aos processos metabólicos de polissacarídeos, síntese de proteoglicanos e via de cálcio.

Baldi et al. (2018) pesquisaram os fatores envolvidos na qualidade carne de peitos de frango que apresentaram *Write Striping* e *spaguetti* (carnes que apresentam problemas de integridade muscular). Os resultados encontrados mostraram diminuição de porcentagem de proteína, aumento da umidade e da gordura em peitos com a miopatia *Write Striping*. Além disso, esses peitos acometidos apresentaram aspectos degenerativos na superfície dos files e maior conteúdo extra-miofibrilar, conseqüentemente, uma redução da capacidade de retenção de água. Files anormais apresentaram menor solubilidade proteica, valores de pH mais elevados e maior intensidades de amarelo para ambas anomalias (*Write Striping* e *spaguetti*).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi identificar a incidência da miopatia WS em três linhagens comerciais de frangos de corte machos de alto desempenho e suas consequências sobre a composição química e qualidade física da carne.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Verificar a incidência da miopatia peitoral *white striping* em três linhagens comerciais de frangos de corte machos de alto desempenho;
- Avaliar os efeitos da miopatia *white striping* em três diferentes níveis de acometimento sobre os parâmetros físicos e químicos da carne do peito (*Pectoralis major*).

2 CAPÍTULO II MANUSCRITO

Os resultados desta dissertação são apresentados na forma de um manuscrito, com sua formatação de acordo com as orientações da revista à qual será submetido:

2.1 Manuscrito

MIOPATIA *WHITE STRIPING* EM DIFERENTES LINHAGENS DE FRANGOS DE CORTE E SUAS CONSEQUÊNCIAS SOBRE A COMPOSIÇÃO E QUALIDADE DA CARNE.

Autores: Jonath Wilton Lucca, Marcel M. Boiago, Aline Zampar

De acordo com normas para publicação em:
Revista Brasileira de Ciência Avícola

Miopatia *White Striping* em diferentes linhagens de frangos de corte e suas consequências sobre a composição e qualidade da carne.

J. W. Lucca¹, M. M. Boiago¹, A. Zampar¹

RESUMO

Com desenvolvimento constante da avicultura na busca por melhores resultados de desempenho e de qualidade de carcaça, tornou-se frequente o aparecimento de estrias brancas nos peitos de frangos denominadas de *White Striping* (WS). O objetivo deste estudo foi identificar a incidência da miopatia WS em três linhagens comerciais de frangos de corte machos de alto desempenho e suas consequências sobre a composição química e qualidade física da carne. Para determinação das porcentagens de incidência dos diferentes graus da miopatia WS (normal, moderada ou severa) nas linhagens avaliadas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (linhagens A, B e C) e cinco repetições de 300 peitos cada, totalizando 1500 peitos avaliados para cada grau de WS por linhagem. Para as variáveis químicas e físicas foi utilizado um DIC em esquema fatorial 3 x 3 (três linhagens X três níveis de WS), com 15 repetições cada. Os dados foram submetidos a análise de variância e em casos de diferenças significativas utilizou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para comparação das médias. Os resultados permitiram concluir que as aves da linhagem A apresentaram 84,81% de peitos classificados como normal e 9,91% de peitos classificados como moderados, valores respectivamente maiores e menores que nas duas demais linhagens. Os peitos classificados com miopatia WS severa foram mais pesados que os normais e moderados e apresentaram maiores porcentagens de lipídios e umidade, e menor concentração de proteína bruta. Já as concentrações de colágeno total, termo solúvel e insolúvel sofreram efeitos de interação entre linhagem e nível de WS nos

¹ Santa Catarina State University (UDESC), Department of Animal Science, St. Beloni Trombeta Zanin, 680E – Santo Antônio, Chapecó, SC, 89815-630, Brazil.

Correspondence Dr. Boiago M. M., Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Departamento de Zootecnia, Rua Beloni Trombeta Zanin, 680E – Santo Antônio, Chapecó, SC, 89815-630, Brasil; E-mail: mmboiago@gmail.com

filés, não havendo, portanto, o mesmo comportamento nas amostras das diferentes linhagens.

Palavras-chave: Colágeno. Estrias. Filé de peito. Genótipo

ABSTRACT

With the constant development of the poultry industry regarding better results on performance and carcass quality, the presence of white stripes in the chicken breasts (White Striping) has become frequent. The objective of this study was to verify the incidence of the White Striping pectoral myopathy (WS) in the three most used commercial strains of high performance male broiler chickens and their consequences on the composition and meat quality. A completely randomized design (DIC) with three treatments (lines A, B and C) and five replicates of 300 breasts were used to determine the incidence rates of the different degrees of WS myopathy (normal, moderate or severe) in the evaluated strains, totaling 1500 breasts evaluated for each grade of WS per lineage. For the chemical and physical variables, a DIC was used in a 3 x 3 factorial scheme (three lines X three levels of WS), with 15 repetitions each. The data were submitted to analysis of variance and in cases of significant differences the Tukey test ($P < 0.05$) was used to compare the means. The results allowed to conclude that the birds of lineage A presented 84.81% of breasts classified as normal and 9.91% of breasts classified as moderate, respectively higher and lower values than in the other two strains. Breasts classified with severe WS myopathy were heavier than normal and moderate breasts and presented higher percentages of lipids and moisture, and lower concentration of crude protein. However, the concentrations of total, soluble and insoluble collagen had interaction effects between lineage and WS level in the fillets, and therefore, the same behavior was not observed in the samples of the different strains.

Key-words: Collagen. Stretch marks. Breast fillet. Genotype.

Introdução

Com o desenvolvimento acelerado e com a alta capacidade de ganho de peso dos frangos de corte, tornou-se um desafio manter a qualidade da carne perante o consumidor (KUTTAPAN *et al.*, 2012), principalmente no que se refere ao aparecimento de miopatias como a *White Striping* e *Wood Breast*, descritas por Alnahhas (2016) e Traffano-Schiffo (2017).

A miopatia denominada *Write Striping* (WS) é caracterizada pela presença de estrias brancas paralelas às fibras musculares do peito (*Pectorales major*). Conseqüentemente ocorre uma degeneração muscular e regeneração leve, pois, o sistema vascular não consegue se desenvolver na mesma velocidade das fibras musculares, substituindo a musculatura danificada por tecido adiposo e conjuntivo (KUTTAPAN *et al.*, 2013; FERREIRA *et al.*, 2014; TASONEIRO *et al.*, 2016). A qualidade física e química dos peitos de frango de corte é diretamente afetada pelas estrias (KUTTAPAN *et al.*, 2013), carnes com intensidade maior de estrias apresentam coloração mais amarelada. Estudos demonstraram que os files com maior peso e com maiores graus de estrias apresentaram maior porcentagem de gordura e umidade em relação aos files normais, além de maior perda por cozimento (MUDALAL *et al.*, 2014).

Estudos demonstram que a ocorrência da miopatia WS em files de peitos de frangos de corte é mais comum em aves machos de elevado desempenho abatidas pesadas (RUSSO, 2015). Dietas menos calóricas ocasionaram menor incidência de estrias quando comparadas a dietas de alta energia (KUTTAPAN *et al.*, 2012), entretanto com desempenho inferior.

A seleção de linhagens de frangos de corte pode vir a contribuir com a diminuição da ocorrência das estrias nos peitos (ALNAHHAS *et al.*, 2016), poucos são os estudos que avaliaram o efeito da linhagem sobre a incidência da miopatia WS em frangos de corte, assim como a composição e o perfil qualitativo das carnes dessas aves, considerando as características individuais de cada linhagem disponível no mercado.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a incidência da miopatia *Write Striping* em três linhagens comerciais de frangos de corte machos e suas conseqüências sobre as características físicas e químicas da carne do peito (*Pectoralis major*).

Material e Métodos

Amostras e variáveis analisadas

As coletas dos peitos das aves foram realizadas em uma agroindústria com sede no município de Chapecó, SC, Brasil, no período compreendido entre os meses de julho de agosto de 2017. Foram utilizadas amostras oriundas de frangos de corte machos de três linhagens comerciais (A, B e C) abatidos com idade média de 45 dias (± 2) e peso médio de três quilos, criados em condições similares e alimentados com as mesmas dietas. Para verificação da incidência da miopatia WS nas linhagens foram utilizados cinco lotes de cada linhagem, onde foram coletados um total de 1500 peitos de cada linhagem. Os peitos foram coletados e avaliados após resfriamento, no final da linha de desossa e classificados visualmente por funcionários treinados em três categorias de acometimento pela miopatia WS: normal, moderado e severo, conforme descrito por Kuttapan *et al.* (2013), onde os filés normais apresentam linhas distintas, os moderados estrias finas com espessuras menores que 1mm e os peitos severos apresentam estrias grossas, com espessuras maiores que 1mm.

Para a realização das análises laboratoriais foram utilizados 15 peitos por tratamento, que após medição do pH na planta frigorífica foram embalados em sacos plásticos e acondicionados em caixas térmicas com gelo para em seguida serem levadas ao Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado Santa Catarina - UDESC Oeste, onde foram realizadas as análises físicas e químicas. As análises das concentrações de colágeno (total, termossolúvel e insolúvel) foram realizadas no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, do Departamento de Tecnologia da UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

A determinação do pH inicial foi realizada com auxílio de um pHmetro portátil (Testo) no frigorífico aproximadamente 90 minutos após a sangria, no final da linha de desossa. Já o pH final foi realizado no laboratório após estabilização do *rigor mortis*. Ambas as leituras foram feitas em triplicata, com a inserção do eletrodo no músculo *Pectoralis major*.

A cor foi determinada em triplicata com auxílio do colorímetro Minolta modelo CR 400, onde se utilizou o sistema CIELAB, em que L* (intensidade de luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b (intensidade de amarelo), no lado

interno do peito. Para a realização da capacidade de retenção de água (%) utilizou-se aproximadamente 2,0 g de cada peito desossado, de acordo com HAMM (1960). A perda por cozimento (%) foram determinada de acordo com a metodologia de HONIKEL (1998). A força de cisalhamento (kgf/cm²) foi medida na carne de peito cozido, onde as amostras (1,5 cm de largura) foram colocadas com as fibras musculares orientadas perpendicularmente e foram cortados em tiras de 1,5 cm de largura, colocadas com as fibras musculares orientadas perpendicularmente à lâmina Warner-Bratzler acoplada ao texturômetro Texture Analyzer, de acordo com LYON *et al.* (1998). Para determinação das perdas de peso por descongelamento foram utilizadas 15 amostras de files, que foram pesadas, embaladas em sacos plásticos e posteriormente congeladas individualmente em congelador (-15°). Após o descongelamento em temperatura ambiente os mesmos foram pesados novamente e as porcentagem de perdas foram determinadas subtraindo-se de 100 o valor da fórmula: (peso final / peso inicial) x 100.

A composição química (umidade, proteína bruta, porcentagem de lipídios e matéria mineral) foi determinada segundo AOAC (2016). As concentrações de colágeno total, termo solúvel e insolúvel foram determinadas de acordo com metodologias descritas por Woessner Junior (1961) e Cross *et al.* (1973).

Delimitação experimental

Para determinação das porcentagens de incidência dos diferentes graus da miopatia WS (normal, moderada ou severa) nas linhagens avaliadas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos (linhagens A, B e C) e cinco repetições cada. Para as variáveis químicas e físicas foi utilizado um DIC em esquema fatorial 3 X 3 (três linhagens X três níveis de WS), com 15 repetições cada, totalizando 1500 peitos avaliados para cada grau de WS por linhagem.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de distribuição (Kolmogorov Smirnov) e em casos positivos, realizada uma análise de variância, onde foi utilizado o teste de Tukey (P<0,05) para comparação das médias em casos de diferenças significativas.

Resultados e discussão

Conforme se observa na tabela 01, houve diferença significativa entre as linhagens estudadas para a incidência de peitos classificados como normal e moderados. A linhagem A apresentou maiores e menores porcentagens de aves com peitos classificados como normais e moderados, respectivamente. As porcentagens de aves com peitos classificados como severos não diferiram entre as linhagens ($P>0,05$). Esses resultados mostram que a genética interfere na incidência da miopatia WS e que das três linhagens utilizadas atualmente no Brasil a linhagem A é que gera menores prejuízos para as agroindústrias, pois conforme citado por Kuttapan *et al.* (2012) e Lorenzi *et al.* (2014) a presença das estrias gera menor aceitação pelo consumidor e na indústria muitas vezes os peitos são direcionados a produção de processados ou até mesmo a condenação pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF), dependendo do nível de severidade das estrias presentes.

Tabela 01- Médias obtidas (%) para graus de miopatia *Write Striping* nas diferentes linhagens estudadas.

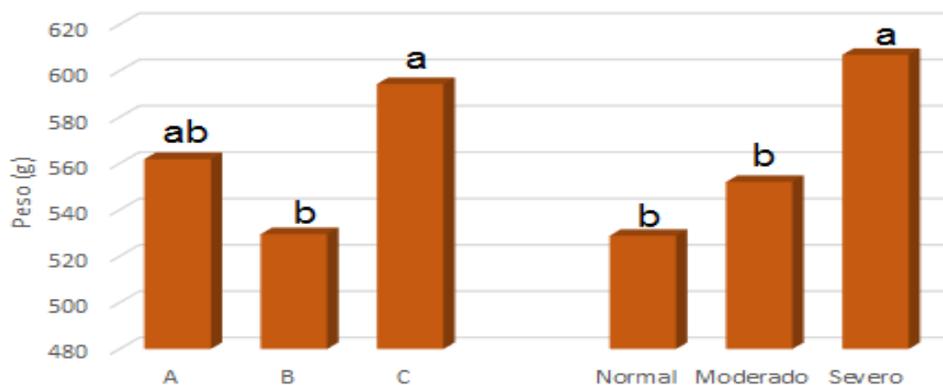
	Nº peitos avaliados	Normal (%)	Moderado (%)	Severo (%)
(Linhagem A)	1500	84,81 A	9,91 B	5,27
(Linhagem B)	1500	79,60 B	16,40 A	4,00
(Linhagem C)	1500	78,93 B	17,07 A	4,00
P value		0,015	0,001	0,534
CV (%)		3,28	17,39	24,90

^{A B} Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P<0,05$). CV = coeficiente de variação.

Houve diferença significativa entre as linhagens para a variável peso do filé (Figura 02), onde as aves da linhagem C apresentaram filés mais pesados que as da linhagem B. As aves da linhagem A apresentaram filés de peito com pesos semelhantes às demais ($P>0,05$). Foi verificada diferença significativa entre os níveis de acometimento pela miopatia WS, onde os filés classificados como severos foram significativamente mais pesados que os demais ($P<0,001$), que não diferiram entre si. Tais resultados corroboram com os encontrados por Mudalal *et al.* (2014) que também verificaram maiores pesos em peitos classificados como severos. Segundo Kuttappan *et al.* (2013) aves com peitos classificados como severos

apresentam menor rendimento de gordura abdominal, além disso Kuttapan *et al.* (2013), Ferreira *et al.* (2014), Mudalal *et al.* (2014) e Tasoneiro *et al.* (2016) relataram maiores porcentagens de gordura intramuscular nesses tipos de peitos (como também verificado no presente estudo), tais relatos permitem justificar os maiores pesos dos filés classificados como severos devido ao maior direcionamento de gordura para esse corte, fato este pode ser explicado pois o sistema vascular não consegue se desenvolver na mesma velocidade que as fibras musculares, conseqüentemente ocorre uma degeneração da musculatura, sendo esta substituída por tecidos adiposo.

Figura 02 - Médias obtidas para os pesos dos filés (*Longissimus dorsi*) das amostras das aves das diferentes linhagens e dos diferentes níveis de acometimento pela miopatia *Write Striping*.



Coeficiente de variação = 11,39; P value para o fator linhagem <0,0001; P value para o fator nível de WS <0,0001; P value para a interação linhagem x nível = 0,368.

Verifica-se na tabela 02 que houve interação significativa entre os fatores linhagem e nível de acometimento pela miopatia WS para as variáveis pH inicial, pH final e luminosidade, cujos desdobramentos estão apresentados na tabela 03.

As intensidades de vermelho e amarelo dos filés foi significativamente maior nas amostras oriundas das aves da linhagem C quando comparados com os das demais linhagens. Esse resultado é devido a algum fator genético, ou seja, a linhagem C quando comparada as linhagens A e B, apresenta tonalidade de pernas e cristas branca (pálida), sugerindo que a deposição de carotenoides presentes na dieta (a mesma para as três linhagens) tem uma tendência a estar presente com maior intensidade na musculatura da ave desta linhagem. Não houve diferença ($P > 0,05$) para intensidade de vermelho entre os filés dos diferentes graus de WS,

porém as amostras classificadas como severas apresentaram maiores valores para intensidade de amarelo, quando comparadas com as normais, o que pode estar relacionado com a maior porcentagem de lipídios quando comparados aos peitos normais e moderados. Resultados semelhantes foram encontrados por Kuttapan *et al.* (2013), onde os peitos classificados com graus severos apresentaram maior intensidade de amarelo e maior porcentagem de gordura intramuscular.

Tabela 02 - Valores médios obtidos para pH inicial (pHi), pH final (pHf), luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), capacidade de retenção de água (CRA, %), perda por cozimento (PPC, %), perda por descongelamento (PPD, %) e força de cisalhamento (FC, kgf/cm²) das amostras dos filés das diferentes linhagens e níveis de acometimento pela miopatia *Write Striping*.

	pH I	pH F	L	a*	b*	CRA	PPC	PPD	FC
Linhagem (L)									
A	6,44	5,93	55,36	0,47 B	5,51 B	73,90	19,44	6,78 A	2,11 A
B	6,46	6,11	55,16	0,74 B	5,73 B	74,38	17,76	7,35 A	2,21 A
C	6,58	6,00	54,33	1,60 A	7,92 A	74,81	18,55	5,17 B	1,51 B
P	<0,001	<0,001	0,203	<0,001	<0,001	0,729	0,337	<0,001	<0,001
Nível (N)									
Normal	6,59	6,02	54,31	1,00	5,89 ^B	75,67 A	17,20 C	6,55	1,85 B
Moderado	6,47	6,00	54,33	0,99	6,16 ^{AB}	74,10 AB	18,21 B	6,10	2,15 A
Severo	6,41	6,02	56,20	0,82	7,10 ^A	73,32 B	20,35 A	6,64	1,82 B
P	<0,001	0,443	0,002	0,634	0,007	0,008	0,011	0,275	<0,001
P p/ LxN	0,032	0,021	0,042	0,728	0,840	0,207	0,816	0,435	0,064
CV (%)	2,04	1,27	4,25	33,12	23,53	3,79	18,42	23,62	19,41

^{A B} Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05), CV=coeficiente de variação.

As variáveis capacidade de retenção de água (CRA) e perdas de peso na cocção (PPC) não diferiram entre as linhagens (P>0,05), mas verificou-se que os peitos classificados como severos possuem CRA menor que os normais, não diferindo, entretanto, dos moderados. Foi observado resultado semelhante para a variável PPC, que aumentou conforme se elevou o grau da miopatia WS. Esses resultados mostram que a presença das estrias diminui a capacidade da fibra em reter água quando submetida a pressão ou temperatura, pois segundo Mudalal *et al.* (2014), com o aumento da intensidade das estrias ocorre a diminuição do conteúdo miofibrilar e sarcoplasmático e da solubilidade proteica, o que gera maior fragilidade

das fibras e conseqüentemente maiores perdas de líquido. Resultados semelhantes foram reportados por Bowker and Zhuang (2016).

A variável perda de peso por descongelamento foi menor nas amostras da linhagem C ($P < 0,05$) em relação as demais, que não diferiram entre si. Já entre os três graus de WS não se verificou diferença significativa, comportamento contrário ao ocorrido com as variáveis CRA e PPC, que também quantificam perdas de líquidos intra e extracelulares, porém com forças diferentes (pressão e calor). Tafoneiro *et al.* (2016) reportaram maiores perdas por descongelamento em amostras de peitos classificados como severas.

A força de cisalhamento foi significativamente menor nas amostras das aves da linhagem C quando comparadas às das demais linhagens, que não diferiram entre si. Tal comportamento pode estar ligado a fatores genéticos, pois as aves foram abatidas com idade próximas e situações de manejo pré e pós abate similares. Para os graus de WS, os peitos classificados como normais e severos apresentaram menor força de cisalhamento quando comparados aos peitos moderados, resultados contrários aos encontrados por Kuttapan *et al.* (2013). Para peitos classificados como severos a menor resistência de corte pode estar ligada a menor integridade das fibras musculares e maior presença de gordura, o que torna as fibras menos resistentes (TASONEIRO *et al.*, 2016).

Tabela 03- Desdobramento das interações entre linhagens e níveis de acometimento pela miopatia *Write Striping* para pH inicial, pH final e luminosidade (L^*).

	Linhagem A	Linhagem B	Linhagem C
	pH Inicial		
Normal	6,62 A	6,51	6,66
Moderado	6,42 B	6,43	6,57
Severo	6,30 Bb	6,45 ab	6,50 a
	pH Final		
Normal	5,95 b	6,15 a	5,96 b
Moderado	5,93	6,05	6,03
Severo	5,91 b	6,19 a	6,06 a
	Luminosidade - L^*		
Normal	53,90 B	54,71	54,32
Moderado	53,99 B	54,93	54,08
Severo	58,18 Aa	55,84 ab	54,59 b

^{A,a} Médias seguidas por letras maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Os valores adequados de pH inicial para carnes de frangos de corte devem estar em torno de 7,0 a 7,2 e após 24 horas *pós mortem* devem estabilizar em 5,5 a 5,8. No presente trabalho observou-se pH inicial significativamente maior nas amostras oriundas das aves da linhagem C em relação às da linhagem A, entretanto, somente em peitos classificados como severos (Tabela 03). Também se observou maior pH inicial nas amostras classificadas como normais, mas apenas nas aves da linhagem A. O mesmo comportamento não ocorreu para a variável pH final, apenas foram verificadas diferenças entre as linhagens para os filés classificados como normais e moderados, onde as amostras da linhagem B apresentaram valores maiores que os das demais.

A luminosidade foi significativamente maior nas amostras classificadas como severas em relação às demais, porém, apenas quando das aves da linhagem A, nas demais linhagens essa diferença não foi verificada. Houve diferença significativa entre as linhagens nas amostras classificadas como severas, onde as amostras da linhagem A apresentaram-se mais brilhantes que as das aves da linhagem C.

A tabela 04 mostra que houve interação significativa entre os fatores estudados para as concentrações de colágeno total, termo solúvel e insolúvel, cujos desdobramentos estão apresentados na tabela 05. Não houve diferenças significativas entre as linhagens para umidade, proteína bruta, porcentagem de lipídios e matéria mineral. Porém, os peitos classificados com WS severo apresentaram aumento significativo ($P < 0,05$) na porcentagem de umidade e porcentagem de lipídios e, uma menor porcentagem de proteína em relação aos peitos classificados como normal e moderado, estes resultados são semelhantes aos encontrados por Kuttapan *et al.* (2013) e Mudalal *et al.* (2014). Os níveis de gordura podem estar ligados a lipidiose, o que ocasiona o aumento do teor de gordura intramuscular. Os menores níveis de proteína podem estar correlacionados a degeneração e atrofia dos músculos do peito de frangos de corte, resultados estes, semelhantes aos de Kuttapan *et al.* (2013), onde ocorreu uma menor concentração de proteína nos peitos que apresentavam WS e, segundo o autor, a justificativa pode ser atrelada a diminuição das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas nos peitos de frangos de corte.

Não houve diferenças nas concentrações de matéria mineral entre as diferentes linhagens e níveis de acometimento pela miopatia WS ($P > 0,05$),

resultados que corroboram com os encontrados por Tasoneiro *et al.* (2016) e Zambonelli *et al.* (2016).

Tabela 04 - Valores médios obtidos para umidade (UM,%), proteína bruta (PB,%), porcentagem de lipídios (PL,%), matéria mineral (MM,%), colágeno total (CT,%), colágeno termo solúvel (CTS,%) e colágeno insolúvel (CI,%) das amostras dos filés das diferentes linhagens e níveis de acometimento pela miopatia *White Striping*.

	UM	PB	EE	MM	CT	CTS	CI
	Linhagem (L)						
A	74,23	22,40	2,59	1,41	0,342	0,156	0,187
B	74,21	22,49	2,43	1,39	0,254	0,138	0,117
C	74,53	22,36	2,19	1,32	0,253	0,152	0,100
P	0,651	0,864	0,078	0,457	<0,001	0,161	0,001
	Nível (N)						
Normal	73,75 B	22,97 A	2,21 B	1,44	0,250	0,139	0,110
Moderado	74,11 B	22,75 A	2,24 B	1,40	0,249	0,138	0,110
Severo	75,13 A	21,54 B	2,75 A	1,28	0,352	0,168	0,184
P	0,002	<0,001	0,0052	0,091	<0,001	0,009	<0,001
P p/ L x N	0,523	0,295	0,667	0,314	0,011	<0,001	0,032
Cv (%)	1,39	3,02	19,76	15,27	24,65	17,59	34,43

^{A B} Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P < 0,05$); CV=coeficiente de variação.

Os desdobramentos das interações entre os fatores apresentados na Tabela 05 para CT, CTS e CI mostraram que para os níveis de colágeno total as amostras dos filés das aves da linhagem A diferiram das das linhagens B, mas apresentaram semelhança com os da linhagem C, entretanto apenas para filés classificados como moderados, nos outros dois tipos de filés (normais e severos) essas diferenças não existiram ($P > 0,05$). Os filés de peitos severos apresentaram maior concentração de colágeno total, mas apenas nas amostras das aves da linhagem B.

Para as concentrações de colágeno termo solúvel (CTS) verificou-se diferenças entre as linhagens nos filés classificados como moderados e severos. Nos filés moderados as amostras oriundas da linhagem C tiveram maior concentração em relação às dos da linhagem B, entretanto não diferiram dos da linhagem A. Já nas amostras classificadas como severas foi verificada maior concentração de CTS nas aves da linhagem A em relação a linhagem C. Verificou-se diferenças entre os diferentes níveis de WS nas amostras das linhagens A e B, onde os peitos classificados como severos apresentaram maior concentração de CTS.

Tabela 05- Desdobramento das interações entre linhagem e nível de acometimento por WS para Colágeno total (CT, %), colágeno total solúvel (CTS,%) e colágeno insolúvel (CI,%).

	Linhagem A	Linhagem B	Linhagem C
CT			
Normal	0,301	0,219 B	0,229
Moderado	0,334 a	0,157 Bb	0,253 ab
Severo	0,393	0,387 A	0,276
CTS			
Normal	0,138 B	0,131 AB	0,149
Moderado	0,133 Bab	0,108 Bb	0,174 a
Severo	0,196 Aa	0,173 Aab	0,133 b
CI			
Normal	0,163	0,088 B	0,080
Moderado	0,201 a	0,049 Bb	0,079 ab
Severo	0,196	0,214 A	0,142

^{A,a} Médias seguidas por letras maiúsculas (colunas) e minúsculas (linhas) diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05).

As concentrações de colágeno insolúvel (CI) foram influenciadas pelas linhagens apenas nos filés tipo moderados, onde os das aves da linhagem A tiveram maiores concentrações que os das aves da linhagem B, mas não diferiram das amostras da linhagem C. Os peitos tipo severo tiveram maior concentração de CI quando comparados aos normais e moderados, mas apenas nas amostras das aves da linhagem B, nas demais linhagens essa diferença não existiu (P>0,05).

De acordo com Mello *et al.* (2016) os valores de colágeno podem sofrer influência da linhagem, idade, sexo e quantidade de gordura, além da forma de preparo das carnes quando aquecidas acima de 65C^o, podendo ocorrer uma transformação nas estruturas das fibras, assim como o encolhimento dessas por perda de fluidos.

As interações acima descritas mostram que existe grande influência do fator linhagem sobre as características físicas e químicas dos filés analisados. Diversos trabalhos relatam haver influência da miopatia WS sobre as características químicas e físicas da carne (Kuttapan *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2014; Mudalal *et al.*, 2014; Tasoneiro *et al.*, 2016; Alnahhas *et al.*, 2016), entretanto, nossos resultados mostram que dependendo da linhagem utilizada tais comportamentos podem ser diferentes, ou seja, a interação entre a linhagem e o nível de WS nas amostras é alta

e nos direciona a novos estudos focados no efeito específico do genótipo sobre a miopatia *White Striping*.

Conclusão

As aves da linhagem A apresentaram maior porcentagem de peitos tipo normal e menor de peitos tipo moderado quando compara às demais.

Peitos classificados com miopatia WS severa são mais pesados que os normais e moderados, possuem maiores concentrações de lipídios, maior umidade, menor porcentagem de proteína bruta, menor capacidade de retenção de água e maior perda por cozimento.

As concentrações de colágeno total, termo solúvel e insolúvel variaram com o nível de acometimento por WS nos filés, com comportamento específico para cada linhagem.

Referências

ALNAHHAS, N; BERRI, C; CHABAUULT, M; CHARTRIN, P; BOULAY, M; BOURIN, M.C; BIHAN-DUVAL, E.L. Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition, and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the pectoralis major muscle. *BMC Genet.* 2016; 17: 61. Published online, 2016. Disponível em:

<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4837622/citedby/>>. Acesso em: 12 Dez. 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official methods of anlysi, 16. ed. Arlington, 1094 p. 1995.

BROWKER, B; ZHUANG, H. Impact of white striping on functionality attributes of broiler breast meat. Poultry Science Association Inc. 2016. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew115>>. Acesso em: 24 Nov. 2017.

CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. *Journal of Food Sciene, Texas*, v.38, p.998-1003, 1973. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1973.tb02133.x/full>>. Acesso em: 24 Nov 2017.

FERREIRA, T.Z; CASAGRANDE, R.A; VIEIRA, S.L; DRIEMEIER, D; KINDLEIN, L. An investigation of a reported case of White striping in broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, Volume 23, Issue 4, 1 December 2014, Pages 748–753. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/japr.2013-00847>>. Acesso em: 17 Set. 2016.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. *Advances in Food Research*, v.10, n.2, p.335-443, 1960.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, v.49, n.4, p.447-457, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174098000345>>. Acesso em: 24 Nov 2017.

KUTTAPPAN, V.A; BREWER, V.B; APPLE, J.K; WALDROUP, P.W; OWENS, C.M. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poultry Science Association Inc.* 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22991557>> . Acesso em: 17 Set. 2016.

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 Association Inc.* 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02506>>. Acesso em: 17 Set. 2016.

KUTTAPPAN, V.A; GOODGAME, S.D; BRADLEY, C.D; MAUROMOUSTAKOS, A; HARGIS, B.M; WALDROUP, P.W; OWENS, C.M. 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 Association Inc.* 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02397>>. Acesso em: 17 Set. 2017.

KUTTAPPAN, V.A; HUFF, G.R; HUFF, W.E; HARGIS, B.M; APPLE, J.K; COON, C; OWENS, C.M. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. *Poultry Science Association Inc.* 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23300298>>. Acesso em: 17 Set. 2017.

KUTTAPPAN, V.A; LEE, Y.S; ERF, G.F; MEULLENET, J.F.C; MCKEE, S.R; OWENS, C.M. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. *Poultry Science Association Inc.* 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-01947>>. Acesso em: 25 Nov. 2017.

KUTTAPPAN, V.A; SHIVAPRASAD, H.L; SHAW, D.P; VALENTINE, B.A; HARGIS, B.M; CLARK, F.D; MCKEE, S.R; OWENS, C.M. Pathologic changes associated with white striping in broiler breast muscles. *Poultry Science Association Inc.* 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23300297>>. Acesso em: 17 Set. 2016

LYON, C.E. et al. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. *Journal of Applied Poultry Research*, v.7, n.1, p.53-60, 1998. Disponível em: <<http://japr.fass.org/content/7/1/53.full.pdf>>. Acesso em: 24 Nov 2017.

LORENZI, M; MUDALAL, S; CAVANI, C; PETRACCI, M. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. *The Journal of Applied Poultry Research*, Volume 23, Issue 4, 1 December 2014, Pages

754–758. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/japr.2014-00968>>. Acesso em: 12 Dez. 2017.

MELLO, J. L. M. de. Caracterização física e química da carne de peito de aves de diferentes idades submetida à maturação. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134382/mello_jlm_dr_jabo_int.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 12 Dez 2017.

MELLO, J. L. M. de.; BORBA, H; VIERIA, L.D.do C.;RODRIGUES, A.B.B; ALVA, J.C.R; GIAMPIETRO-GANECO, A. Relação entre Maciez e Concentração de Colágeno do Músculo Pectoralis major em Frangos de Corte Convencionais e do Tipo “Caipira”. Revista Científica de Produção Animal, v.14, n.2, p.181-183, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v14n2p181-183>>. Acesso em: 12 Dez 2017.

MUDALAL, S; BABINI, E; CAVANI, C; PETROCCI, M. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. Poultry Science Association Inc.2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24902697>>. Acesso em: 17 Set. 2016.

RUSSO,E; DRIGO,M; LONGONI,C; PEZZOTTI,R; FASOLI,P; RECORDATI,C. Evaluation of White Striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. Poultry Science Association Inc. 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/94/8/1843/1536123>>. Acesso em: 24 Nov.2017.

TRAFFANO-SCHIFFO,M.V;CASTRO- GIRALDEZ, M; COLOM, R.J; FITO, P.J. Development of a Spectrophotometric System to Detect White Striping Physiopathy in Whole Chicken Carcasses. Sensors, 2017. Disponível em: <www.mdpi.com/journal/sensors>. Acesso em 25 Nov. 2017.

TASONIERO,G; CULLERE,M; CECCHINATO,M; PUOLANNE,E; DALLE ZOTTE,A; Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. Poultry Science Association Inc. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew215>>. Acesso em: 24 Nov. 2017.

ZAMBONELLI, P; ZAPPATERRA,M; SOGLIA, F; PETRACCI, M; SIRRI, F; CAVANI,C; DAVOLI, R. Detection of differentially expressed genes in broiler pectoralis major muscle affected by White Striping – Wooden Breast myopathies. Poultry Science, Volume 95, Issue 12, 1 December 2016, Pages 2771–2785. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/95/12/2771/2656889>>. Acesso em: 24 Nov. 2017.

WOESSNER JUNIOR, J.F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein sample containing small proportions of this imino acid. Archives of Biochemistry and Biophysics, Miami, v.93, p.440-447. 1961. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0003-9861\(61\)90291-0](https://doi.org/10.1016/0003-9861(61)90291-0)>. Acesso em: 24 Nov2017

Considerações Finais

Como pode ser observado na presente pesquisa, as linhagens de frangos de corte apresentam comportamento diferenciado para a presença da miopatia *white striping*, assim como nas consequências dessa sobre a composição e qualidade da carne. Estudos futuros serão necessários para investigar o efeito mais aprofundado da genética sobre as miopatias que acometem as aves de corte.

Referências

- ALNAHHAS, N; BERRI, C; CHABAUULT, M; CHARTRIN, P; BOULAY, M; BOURIN, M.C; BIHAN-DUVAL, E.L. Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition, and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the pectoralis major muscle. *BMC Genet.* 2016; 17: 61. Published online 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4837622/citedby/>>. Acesso em: 12 Dez. 2017.
- ABPA- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório Anual da ABPA 2017. São Paulo- SP. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2017>>. Acesso em: 10 Jan. 2018.
- BALDI, G; SOGLIA, F; MAZZONI, M; SIRRI, F; CANONICO, L; BABINI, E; LAGHI, L; CAVANI, C; PETRACCI, M. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. *Animal.* 2018 Jan;12(1):164-173. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28528595>>. Acesso em: 12 Dez. 2017.
- BOIAGO, M.M; BORBA, H; LEONEL, F.R; GANECO, A.G; FERRARI, F.B; STEFANIL, L.M; SOUZA, P.A de. Sources and levels of selenium on breast meat quality of broilers. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.44, n.9, p.1692-1698, set, 2014. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000901692>. Acesso em: 25 Nov. 2016.
- BROWKER, B; ZHUANG, H. Impact of white striping on functionality attributes of broiler breast meat. *Poultry Science Association Inc.* 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew115>>. Acesso em: 24 Nov. 2017.
- FERREIRA, T.Z. Estudo histomorfológico do músculo pectoralis de frangos de corte acometidos com white striping. 2014. Dissertação Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária, Porto Alegre, BR-RS. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/96914>>. Acesso em: 12 Dez. 2017.
- FERREIRA, T.Z; CASAGRANDE, R.A; VIEIRA, S.L; DRIEMEIER, D; KINDLEIN, L. An investigation of a reported case of White striping in broilers. *Journal of Applied*

Poultry Research, Volume 23, Issue 4, 1 December 2014, Pages 748–753.
Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/japr.2013-00847>>. Acesso em: 17 Set. 2016.

FILHO, J. I dos S; MIELE, M; MARTINS, F.M; TALAMINI, D.J.D. Mercado de frango de corte. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fy1j9mko02wx5ok0pvo4k3z9kscuy.html. Acesso em: 14 Jan. 2018.

KUTTAPPAN, V.A; BREWER, V.B; APPLE, J.K; WALDROUP, P.W; OWENS, C.M. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. Poultry Science Association Inc. 2012 (c). Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22991557>> . Acesso em: 17 Set. 2016.

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 Association Inc. 2013 (c). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02506>>. Acesso em: 17 Set. 2016.

KUTTAPPAN, V.A; GOODGAME, S.D; BRADLEY, C.D; MAUROMOUSTAKOS, A; HARGIS, B.M; WALDROUP, P.W; OWENS, C.M. 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 Association Inc. 2012(b). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02397>>. Acesso em: 17 Set. 2017.

KUTTAPPAN, V.A; HUFF, G.R; HUFF, W.E; HARGIS, B.M; APPLE, J.K; COON, C; OWENS, C.M. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. Poultry Science Association Inc. 2013 (b). Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23300298>>. Acesso em: 17 Set. 2017.

KUTTAPPAN, V.A; LEE, Y.S; ERF, G.F; MEULLENET, J.F.C; MCKEE, S.R; OWENS, C.M. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. Poultry Science Association Inc. 2012(a). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-01947>>. Acesso em: 25 Nov. 2017.

KUTTAPPAN, V.A; SHIVAPRASAD, H.L; SHAW, D.P; VALENTINE, B.A; HARGIS, B.M; CLARK, F.D; MCKEE, S.R; OWENS, C.M. Pathologic changes associated with white striping in broiler breast muscles. Poultry Science Association Inc. 2013(a). Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23300297>>. Acesso em: 17 Set. 2016

LORENZI, M; MUDALAL, S; CAVANI, C; PETRACCI, M. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. *The Journal of Applied Poultry Research*, Volume 23, Issue 4, 1 December 2014, Pages 754–758. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/japr.2014-00968>>. Acesso em: 12 Dez. 2017.

MUDALAL, S; BABINI, E; CAVANI, C; PETROCCI, M. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. Poultry Science Association Inc. 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24902697>>. Acesso em: 17 Set. 2016.

RUSSO, E; DRIGO, M; LONGONI, C; PEZZOTTI, R; FASOLI, P; RECORDATI, C. Evaluation of White Striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. Poultry Science Association Inc. 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/94/8/1843/1536123>>. Acesso em: 24 Nov. 2017.

RUTZ, F; XAVIER, E.G; ANCIUTI, M.A; LOPES, D.C.N; ROLL, V.F.B. Crescimento muscular e características da qualidade das carcaças de frangos: Genética, nutrição e sanidade, qual o papel de cada um? Simpósio Brasil Sul De Avicultura (18.: 2017, Chapecó, SC). Anais do XVIII Simpósio Brasil Sul de Avicultura e IX Brasil Sul Poultry Fair. - Concórdia, SC : Embrapa Suínos e Aves, 2017. Disponível em: http://www.nucleovet.com.br/simposio-avicultura/download/Anais_Brasil_Sul_2017_Avicultura.pdf. Acesso em 14 Jan. 2018.

SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; NUTE, G.R. et al. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: implications for meat quality. Poultry Science, v.80, n.4, p.418–425, 2001. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11297279>>. Acesso em: 24 Nov 2017.

SOGLIA, F; LAGHI, L; CANANICO, L; CAVANI, C; PETRACCI, M. Functional property issues in broiler breast meat related to emerging. Food Research International Volume 89, Part 3, November 2016, Pages 1071-1076. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916301892?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 Nov. 2017.

TRAFFANO-SCHIFFO, M.V; CASTRO- GIRALDEZ, M; COLOM, R.J; FITO, P.J. Development of a Spectrophotometric System to Detect White Striping Physiopathy in Whole Chicken Carcasses. Sensors, 2017. Disponível em: <www.mdpi.com/journal/sensors>. Acesso em 25 Nov. 2017.

TASONIERO, G; CULLERE, M; CECCHINATO, M; PUOLANNE, E; DALLE ZOTTE, A; Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. Poultry Science Association Inc. 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew215>>. Acesso em: 24 Nov. 2017.

TIJARE, V.V; YANG, F.L; KUTTAPPAN, V.A; ALVARADO, C.Z; COON, C.N; OWENS, C.M. Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies. Poultry Science Association Inc., 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew129>>. Acesso em: 24 Nov. 2017.

TROCINO, A; PICCIRILLO, A; BIROLO, M; RADAELLI, G; BERTOTTO, D; FILIOU, E; PETRACCI, M; XICCATO, G. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in

broiler chickens. Poultry Science Association Inc., 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev296>>. Acesso em: 24 Nov.2017.

ZAMBONELLI, P; ZAPPATERRA,M; SOGLIA, F; PETRACCI, M; SIRRI, F; CAVANI,C; DAVOLI, R. Detection of differentially expressed genes in broiler pectoralis major muscle affected by White Striping – Wooden Breast myopathies. Poultry Science, Volume 95, Issue 12, 1 December 2016, Pages 2771–2785. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/95/12/2771/2656889>>. Acesso em: 24 Nov. 2017.