



**ALISSON HÉLIO SAMPAIO CLEMENTE**

**FATORES NUTRICIONAIS ASSOCIADOS À *WOODEN BREAST* E *WHITE STRIPPING* EM FRANGOS DE CORTE**

**LAVRAS - MG**

**2019**

**ALISSON HÉLIO SAMPAIO CLEMENTE**

**FATORES NUTRICIONAIS ASSOCIADOS À *WOODEN BREAST* E *WHITE STRIPPING* EM FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini  
Orientador

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Ribeiro Alvarenga  
Coorientadora

**LAVRAS- MG  
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo (a) próprio(a) autor(a).**

Clemente, Alisson Hélio Sampaio.

Fatores nutricionais associados à wooden breast e white stripping em frangos de corte / Alisson Hélio Sampaio Clemente. - 2019.

93 p. : il.

Orientador(a): Antônio Gilberto Bertechini.

Coorientador(a): Luciana de Paula Naves, Alcineia Lemos de Souza Ramos, Édison José Fassani.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Desempenho. 2. Miopatias peitorais. 3. Qualidade de carne.  
I. Bertechini, Antônio Gilberto. II. Naves, Luciana de Paula. III.  
Ramos, Alcineia Lemos de Souza. IV. Fassani, Édison José. V.  
Título.

**ALISSON HÉLIO SAMPAIO CLEMENTE**

**FATORES NUTRICIONAIS ASSOCIADOS À *WOODEN BREAST* E *WHITE STRIPPING* EM FRANGOS DE CORTE**

**NUTRITIONAL FACTORS ASSOCIATED WITH *WOODEN BREAST* AND *WHITE STRIPPING* IN BROILERS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 13 de dezembro de 2019.

Dr<sup>a</sup>. Alcineia de Lemos Souza Ramos

UFLA

Dr. Edison José Fassani

UFLA

Dr<sup>a</sup>. Luciana de Paula Naves

UFLA

Dr<sup>a</sup>. Michele de Oliveira Mendonça

IF-Sudeste - Campus Rio Pomba

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini  
Orientador

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Ribeiro Alvarenga  
Coorientadora

**LAVRAS- MG  
2019**

*Á Hélio e Maria que sempre me ensinaram que neste mundo onde as pessoas sempre colocam seus interesses a frente de tudo o que realmente importa é a felicidade, uma felicidade construída com dignidade e com o trabalho, sem que para atingir esta felicidade tenhamos que prejudicar alguém que estiver em nosso caminho.*

*Á meu irmão e minhas irmãs que são meus exemplos.*

*Aos amigos do passado, presente e futuro que participaram de minhas vitórias, derrotas alegrias e tristezas espero que nossos caminhos continuem contendo encruzilhadas para nos encontrarmos, para lembrarmos que nada foi em vão e que o futuro pode nos surpreender e nos alegrar.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

À Deus pelo milagre da vida guiando meus passos ao caminho do bem.

À Universidade Federal de Lavras, Departamento de Zootecnia, Departamento de Ciência dos Alimentos e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia-PPGZ/UFLA pela oportunidade concedida para a realização do curso de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa durante o curso de doutorado.

As empresas Uniquimica e Dietaxion pelo apoio financeiro para a realização da pesquisa.

Ao professor e Dr. Antônio Gilberto Bertechini pela orientação, confiança e paciência ao longo do doutorado sempre contribuindo com meu crescimento pessoal e profissional.

Aos membros da banca, Prof<sup>a</sup>. Alcineia, Prof. Édison, Prof.<sup>a</sup> Luciana, Prof<sup>a</sup>. Michelle por colaborar com a realização do trabalho.

Aos Professores Paulo Borges Rodrigues, Renata Ribeiro Alvarenga, Vanessa Avelar Silva, Márcio Gilberto Zangerônimo, Márcio Ladeira e Raimundo Vicente (*in memoriam*) pela colaboração e disponibilidade.

Aos amigos Danusa, Marcelo, Pamela, Vanessa, Barbara, Bernardo, Ariane, David, Carlos, Hortência, Ana Elisa, Rodrigo, Nidia, Leticia pela amizade e apoio.

Aos amigos Luis Filipe, Yuri, Diego, Tatiane, Mayra, Jéssica, Kimberly, João e Flaviane pela confiança, camaradagem, amizade e responsabilidade que sempre demonstraram em suas atitudes aos quais sempre pude contar desde o momento que iniciei os experimentos do doutorado.

Ao Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícola-NECTA, aos atuais integrantes e ex-integrantes pelo apoio e pela grande contribuição sobre minha formação profissional.

Aos amigos Stefânia, Márcio, Eliane, Flavio, Keila, Zelya, Anderson, Tatiane, Vânia e José Maria pelo apoio essencial nas atividades desenvolvidas no campo e no laboratório.

Agradeço por tudo e a todos vocês de todo meu coração

Muito Obrigado

## RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito de fontes de lisina, densidades nutricionais e pidolato de cálcio em rações para frangos de corte sobre a taxa de crescimento, desempenho produtivo, rendimento de cortes, ocorrência das miopatias *Wooden Breast (WB)* e *White Stripping (WS)*, parâmetros de qualidade e composição química da carne, parâmetros sanguíneos e metabólitos no músculo das aves. Um total de 1440 pintos machos Cobb-500 de um dia provenientes de incubatório comercial foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado em 48 parcelas contendo 30 aves cada, onde receberam oito tratamentos experimentais no esquema fatorial 2 x 2 x 2 (densidades nutricionais x fontes de lisina x presença e ausência de PidolinPCa®), totalizando 6 repetições por tratamento. As aves das parcelas experimentais foram criadas no sistema de piso com cama de maravalha nova com espessura de 8 cm. O consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) foram avaliados aos 21 e 42 dias de idade. Para as características de carcaça foram avaliados os rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa e sobrecoxa (RCS), asas (RA) e gordura abdominal. As ocorrências das miopatias *WB* e *WS* foram realizadas por três juízes de acordo com o grau de severidade nos filés. A qualidade da carne foi mensurada por meio dos parâmetros perda de peso por gotejamento (PPG), pH, cor (L, a e b), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC). A composição química dos filés de peito foi determinada por meio das porcentagens de matéria seca, proteína, colágeno, gordura e matéria mineral. Aos 21 e 42 dias foi realizada a coleta de sangue das aves para determinação da concentração (mg/dL) de glicose, ácido úrico, ureia, triglicérides e colesterol. Aos 42 dias foi retirada uma amostra do filé do peito avaliação da concentração de ureia, creatinina e atividade da superóxido dismutase (SOD). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste F a 5% de significância. As ocorrências de *WB* e *WS* nos filés foram analisadas por meio do teste Kruskal-Wallis a 5% de significância. A taxa de crescimento das aves não foi influenciada pelas fontes de lisina e pidolato de cálcio. O dia de máximo (D<sub>máx</sub>) ganho de peso foi no 32º dia e foi observado que aves alimentadas com dietas de alta densidade nutricional apresentaram ganho de peso superior no D<sub>máx</sub> quando comparado às aves com dietas com baixa densidade nutricional. O desempenho das aves foi influenciado (P<0,05) pelos planos de alimentação observando-se maior GP, menor CR e melhor valor de CA em aves que receberam dietas com alta densidade nutricional. Observou-se diferença (P<0,05) para a ocorrência das miopatias, sendo observada maior ocorrência de *WB* e *WS* em filés de peitos de aves alimentadas com a fonte lisina HCl. Houve interação (P<0,05) entre as densidades nutricionais e o aditivo pidolato de cálcio para os parâmetros a e b. A concentração de glicose no sangue foi influenciada (P<0,05) pelas densidades nutricionais. O plano com alta densidade nutricional melhorou o desempenho das aves sem predispor a ocorrência das miopatias. A ocorrência da miopatia *WS* foi maior quando foi utilizada a fonte lisina HCL em comparação a fonte lisina SO<sub>4</sub>. O uso de pidolato de cálcio nas dietas das aves até 21 dias de idade reduz a ocorrência *White stripping* no filé de peito das aves.

Palavras-chave: desempenho, miopatias peitorais, qualidade de carne

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the effect of lysine sources, nutritional density and calcium pidolate in broilers on growth rates, production performance, cut yield, occurrence of Wooden Breast (WB) and White Stripping (WS) myopathies, meat quality and chemical composition parameters, blood parameters and metabolites in poultry muscle. A total of 1440 day one broiler chicken from commercial incubation had been distributed in a randomized experimental design in 48 plots containing 30 birds each, with eight treatments. The experimental design for this study was a 2x2x2 factorial design 2 x 2 x 2 factorial (nutritional density x sources of lysine x presence and absence of PidolinPCa®), totaling 6 repetitions per treatment. As the birds in the experimental plots were raised on the floor system. Feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion (FC) were measured to 21 and 42 days of age. The carcass yield (CY), breast yield (BY), thighs yield (TY), wings yield (WY) and abdominal fat variations were applied to the carcass characteristics. The occurrences of WB and WS myopathies were performed by three judges according to the degree of severity in the files. Meat quality was measured by weight loss by drip (WLD), pH, color (L, a e b), weight loss by cooking (WLC) and shear force (SF). The chemical composition of the breast files was determined by means of percentages of dry matter, protein, collagen, fat and ash. From 21 and 42 days, blood was collected from the birds to determine the concentration (mg / dL) of glucose, uric acid, urea, triglycerides and cholesterol. At 42 days, a sample was taken from the breast assessment superoxide dismutase (SD) activity. The results were subjected to analysis of variation using the F test at 5% significance. How occurrences of WB and WS in the files were analyzed using the Kruskal-Wallis test with 5% significance. The growth rate of the birds was not influenced by the sources of lysine and calcium pidolate. The maximum day (Dmax) weight gain was on the 32nd day and it was observed that birds fed with diets with a high nutritional density had a higher weight gain in Dmax when compared to birds with diets low on density. The performance of the birds was influenced ( $P < 0.05$ ) by the feeding density, with higher GP, lower CR and better AC value in birds that received diets with a high nutritional density. There was a difference ( $P < 0.05$ ) for the occurrence of myopathies, with a greater occurrence of WB and WS being observed in fillets of poultry breasts fed with the lysine source HCl. There was an interaction ( $P < 0.05$ ) between the nutritional density and the calcium pidolate additive for parameters a and b. The blood glucose concentration was influenced ( $P < 0.05$ ) by the nutritional density and there was an interaction ( $P < 0.05$ ) between the nutritional density. The plan with high nutritional density improved the performance of the birds without predisposing the occurrence of myopathies. The occurrence of WS myopathy was higher when the lysine source HCL was used compared to the lysine source SO4. The use of calcium pidolate in the diets of birds up to 21 days of age reduces the occurrence of white stripping in the poultry breast fillet.

Keyword: performance, pectoral myopathies, meat quality

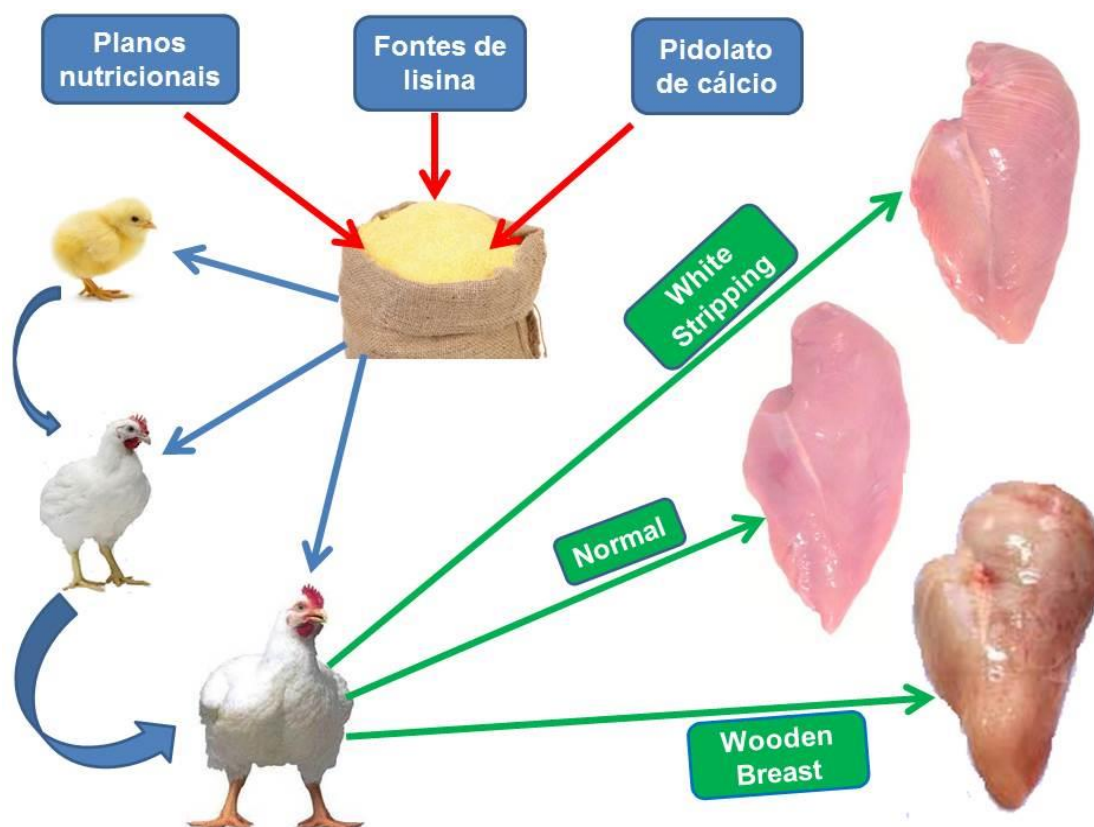


## RESUMO INTERPRETATIVO E RESUMO DESCRITIVO

Elaborado por Alisson Hélio Sampaio Clemente e orientado por Antônio Gilberto Bertechini

Os frangos de corte de linhagens atuais, em razão do elevado potencial de desempenho produtivo, têm apresentado alterações nas características químicas, organolépticas e visuais dos filés de peito das aves. Essas alterações são denominadas peito amadeirado ou “wooden breast” e estrias brancas no peito ou “white stripping” sendo essas miopatias de ordem multifatorial, variam de acordo com a linhagem, sexo, idade, nutrição das aves. Os filés de peito quando afetados, apresentam regiões com palidez excessiva, textura firme, elevação na concentração de gordura, redução na concentração de proteína e presença de linhas brancas com diferentes espessuras.

A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar dois planos com diferentes densidades de nutrientes, duas fontes do aminoácido lisina e presença e ausência do aditivo pidolato de cálcio que no organismo favorece a síntese de outros aminoácidos. O plano com alta densidade nutricional proporcionou maior crescimento das aves sem modificar as características visuais e químicas dos filés de peito. O uso de lisina HCl nas dietas para os frangos de corte aumentou a ocorrência do peito amadeirado e das estrias brancas nos filés. O aditivo pidolato de cálcio, quando presente na ração, reduziu a ocorrência de filés com textura firme e palidez alterada, características da miopatia peito amadeirado.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diferença entre filés do <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte.....	16
Figura 2. Escala de classificação em filés do <i>Pectorallis Major</i> quanto ao aparecimento de WS .....	17
Figura 3. <i>Pectoralis major</i> e uma ave aos 42 dias de idade com filés afetados por <i>wooden breast</i> e <i>white stripping</i> .....	19

## SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE.....	13
1INTRODUÇÃO .....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1 DESCRIÇÃO DAS MIOPATIAS PEITORAIS .....	15
2.2 <i>WOODEN BREAST</i> E <i>WHITE STRIPING</i> .....	16
2.3 DENSIDADES NUTRICIONAIS .....	19
2.4 AMINOÁCIDOS .....	20
2.4.1 LISINA .....	21
2.4.1.1FONTES DE LISINA.....	21
2.4.2 PIDOLATO DE CÁLCIO E ARGININA .....	22
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
SEGUNDA PARTE – ARTIGOS.....	29
ARTIGO 1.....	29
CURVA DE CRESCIMENTO DE FRANGOS DE CORTE DE ALTO DESEMPENHO .....	29
ARTIGO 1.....	30
CURVA DE CRESCIMENTO DE FRANGOS DE CORTE DE ALTO DESEMPENHO COM DIFERENTES RELAÇÕES NUTRICIONAIS NAS DIETAS .....	30
1.INTRODUÇÃO .....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4. CONCLUSÃO .....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ARTIGO 2.....	44
MIOPATIAS EM FRANGOS DE CORTE ASSOCIADAS A DENSIDADES NUTRICIONAIS, PIDOLATO DE CÁLCIO E FONTES DE LISINA NA DIETA .....	44
MIOPATIAS EM FRANGOS DE CORTE ASSOCIADAS A DENSIDADES NUTRICIONAIS, PIDOLATO DE CÁLCIO E FONTES DE LISINA NA DIETA .....	45
INTRODUÇÃO .....	48
MATERIAL E MÉTODOS .....	49
ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	54
RESULTADOS.....	54
DISCUSSÃO .....	57
CONCLUSÕES .....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ARTIGO 3.....	76
PLANOS NUTRICIONAIS E SEUS EFEITOS SOBRE O PERFIL SANGUÍNEO DE FRANGOS DE CORTE DE ALTO DESEMPENHO.....	76

<b>PLANOS NUTRICIONAIS E SEUS EFEITOS SOBRE O PERFIL SANGUÍNEO DE FRANGOS DE CORTE DE ALTO DESEMPENHO.....</b>	<b>77</b>
<b>1INTRODUÇÃO .....</b>	<b>78</b>
<b>2MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>79</b>
<b>3RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>83</b>
<b>4CONCLUSÃO .....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>92</b>

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

.Nas últimas décadas, a indústria avícola passou por mudanças significativas nas áreas de nutrição, genética e sanidade. Segundo Zuidhof et al. (2014), no período de 1957 a 2005, houve grande evolução onde se observa aumento de 400% no crescimento de frangos de corte e melhoria de 50% na conversão alimentar. Ainda de acordo com os autores, neste período, houve incremento de 79% e de 85% no músculo *Pectoralis major* (músculo peitoral) de machos e de fêmeas, respectivamente. Esses dados vão ao encontro da produção brasileira de carne de frango que passou de 5,98 milhões de toneladas em 2000 para 12,69 milhões em 2014. Esse crescimento deve-se principalmente ao aumento de consumo pela população mundial, pois a carne de frango é vista como um alimento saudável, com boas qualidades sensoriais, de fácil preparo e de menor custo em comparação às demais carnes (PETRACCI et al., 2015).

Visando a demanda de carne pelos consumidores é necessário suprir a exigência nutricional das aves para que dessa forma obtenha-se maior produtividade e melhor qualidade da carne. Para que tal objetivo fosse alcançado, além de programas nutricionais, houve também evolução no manejo das aves, no melhoramento genético com a seleção de aves com desempenho superior e nos programas de sanidade que garantem ausência de doenças que podem prejudicar o desempenho das aves. Não só quanto a quantidade, atualmente o mercado consumidor tem se tornado exigente quanto à qualidade da carne, principalmente relacionado à concentração de gordura que pode prejudicar a saúde e características externas de cortes no momento da aquisição nos mercados.

As aves assim como os mamíferos após o nascimento já possuem número pré-determinado de fibras musculares e posteriormente, essas fibras aumentam (hipertrofia) e, assim, determinam o aumento do músculo (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013; VIEIRA et al., 2017). Segundo Branciarie et al. (2009), as aves selecionadas nos programas de melhoramento genético apresentam maior diâmetro da fibra muscular, no entanto, este aumento é associado à menor concentração de capilares da estrutura muscular (HOVING-BOLINK et al., 2000). Os frangos de corte modernos têm apresentado altos índices de desempenho, resultado de trabalho constante do melhoramento genético, manejo, nutrição,

33 ambiência e sanidade das aves. O melhoramento intenso dessas aves resultou em alguns  
34 problemas metabólicos que tem preocupado o setor. A wooden breast (WB) e white stripping  
35 (WS) são as miopatias que se apresentam com maior frequência.

36 Assim, o presente trabalho foi conduzido com os objetivos de estudar vários fatores  
37 dietéticos que podem influenciar no aparecimento de das miopatias peitorais em frangos de  
38 corte.

## 39 2 REFERENCIAL TEÓRICO

40

### 41 2.1 Descrição das miopatias peitorais

42

43 As miopatias surgiram nos últimos anos e foram denominadas *White Striping (WS)* e  
44 *Wooden Breast (WB)*, devido às características apresentadas pelo músculo do peito dos  
45 frangos de corte. Em resultado ao processo de seleção genética para alto rendimento de cortes  
46 (peito, coxa e sobrecoxas) e da nutrição para suprir as exigências das aves, tem sido observada  
47 alteração nas características externas do músculo *Pectoralis major* e na sobrecoxa de frangos  
48 de corte como o aparecimento da miopatia *White stripping* que são estrias brancas paralelas  
49 no sentido das fibras musculares em toda extensão dos cortes, alteração na cor e composição  
50 centesimal e *wooden breast* a qual ocorre modificação na coloração do peito das aves  
51 podendo ser visualizada palidez e presença de exsudato nesse corte.

52 A miopatia *WS* é caracterizada por estriações brancas paralelas à fibra muscular,  
53 afetando principalmente a região cranial do músculo *Pectoralis major* (KUTTAPPAN et al.,  
54 2013). A miopatia *WB* é caracterizada por áreas pálidas e com rigidez aumentada, sendo esta  
55 desordem visualizada apenas no músculo do peito (SIHVO et al., 2014). No Brasil, não  
56 existem muitas pesquisas conclusivas a respeito do acometimento das miopatias na avicultura  
57 de corte. Em pesquisas realizadas por Ferreira et al (2014) que avaliaram 2512 carcaças  
58 quanto a ocorrência de *WS*, observaram que 7,38% (186) foram classificadas em grau  
59 moderado e 2,46% (62) grau severo. Essas desordens têm ocorrido com maior frequência na  
60 Itália com total de 12% de *WS* em frangos de corte de acordo com trabalhos realizado por  
61 Petracci et al (2013) que classificam a ocorrência de *WS* em peitos de frangos de corte de  
62 acordo com a severidade em normal, leve, moderada e severa.

63 Já na Finlândia, a miopatia *WB* tem aumentado sua ocorrência no peito das aves  
64 indicando uma tendência de crescimento dessas miopatias, principalmente *WS* em outras  
65 regiões do país (SIHVO et al. 2014). De acordo com Kuttapan et al. (2012) em pesquisas  
66 avaliando a decisão de compra de filés de peito das aves acometidas por *WS*, 50% dos  
67 consumidores consultados afirmaram que não comprariam cortes que apresentassem grau  
68 moderado e severo, por avaliar as estrias que representam aspecto negativo a qualidade  
69 externa e ainda associar a concentração de gordura na carne.

70

## 71 2.2 *Wooden Breast e White Striping*

72

73 A miopatia *WB*(peito amadeirado) ocorre com maior frequência na superfície médio  
 74 ventral do peito apresentando severa miopatia degenerativa dos filés do peito. Na Figura 1 é  
 75 mostrada a metodologia proposta por Kuttappan et al. (2012) onde verifica-se rigidez dos filés  
 76 sob pressão. Segundo Sihvo et al. (2014) a *WB* é ainda caracterizada por regiões do *Pectoralis*  
 77 *major* apresentando-se pálidas e com rigidez aumentada, sendo esta desordem restrita a este  
 78 músculo das aves.

79

80 Figura 1. Diferença entre filés do *Pectoralis major* de frangos de corte



81

82 Comparação de um filé afetado por *Wooden Breast (WB)* e filés normais (1 e 2, respectivamente).  
 83 Cada filé tem um peso de 200 g em repouso na porção craniana do filé. O filé afetado por *WB* grave  
 84 não mostra sinais visuais de compressão, enquanto o peso no filete normal comprime a superfície do  
 85 filé. Fonte: Adaptado de Kuttappan et al. (2012).

86

87 Já *WS* é caracterizada pelo aparecimento de estrias brancas que acompanham  
 88 paralelamente o sentido das fibras musculares do peito, com maior incidência na região crânio  
 89 ventral do peito. Essas alterações nas fibras musculares, quando presentes no peito das aves,  
 90 podem ainda ser classificadas como normal (ausência de estrias), moderada, severa e extrema  
 91 de acordo com o aparecimento e tamanho das estrias brancas que acometem o peito das aves.  
 92 A presença da *WS* e o grau de severidade como abaixo (Figura 2) afetam negativamente a  
 93 aceitação dos consumidores, quando o critério de decisão de compra é baseado na aparência  
 94 do produto e tem sido rejeitados filés de peitos acometidos pela miopatia devido à  
 95 concentração de gordura da carne (Kuttappan et al. 2012). Os filés de peito com o aumento  
 96 progressivo no aparecimento das estrias, segundo resultados de pesquisa, apresentam elevação  
 97 da concentração de gordura intramuscular e aumento na concentração de lipídeos



98 (MUDALAL et al. 2014) ainda que visualmente as estrias assemelham-se a cartilagem  
 99 (colágeno) e presença de gordura em torno das estrias nos casos extremos de severidade.

100

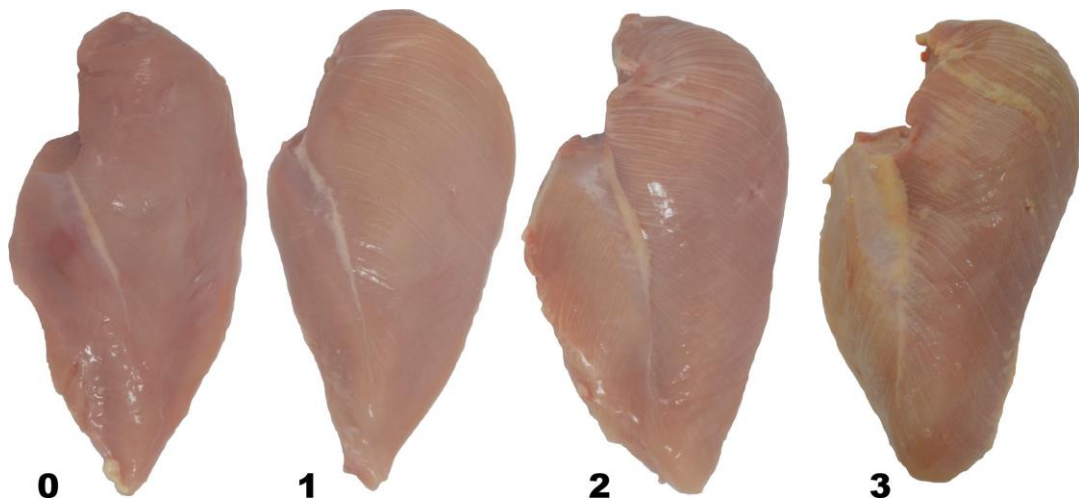
101

102

103

104

105 Figura 2. Escala de classificação em filés do *Pectorallis Major* quanto ao aparecimento de WS



106

107

108 Legenda: 0 = normal, 1 = moderado, 2 = grave e 3 = extremo. Normal - Sem linhas brancas distintas.  
 109 Moderado - Linhas brancas pequenas, geralmente <1 mm de espessura, mas aparentemente visíveis na  
 110 superfície do filete. Grave - Grandes linhas brancas (1 a 2 mm de espessura) muito visíveis na  
 111 superfície do filete. Extreme - Faixas brancas grossas (> 2 mm espessura) cobrindo quase toda a  
 112 superfície do filete

113 Fonte: Adaptado de Kuttappan et al.(2012)

114

115 Tanto WB quanto WS representam perdas econômicas na indústria por prejudicar a aparência  
 116 do produto e ainda alterar a composição da carne de peito, redução do teor de proteínas e  
 117 aumento no teor de gordura. Os filés do peito de aves acometidas com WB apresentam-se  
 118 mais rígidos devido ao acúmulo de tecido conjuntivo denso e faz com que a carne após o  
 119 processo de cocção possua textura em que é necessária maior força para romper as fibras  
 120 levando a rejeição pelo consumidor que busca sempre produtos com textura adequada  
 121 necessitando menor força para romper os filés de peitos para o consumo.

122

123 Quando relacionado à formação e composição do músculo, a disposição em que as  
 fibras musculares se apresentam pode interferir nos parâmetros de qualidade da carne como

124 perda de peso por gotejamento e cozimento, fazendo com que a água deixe o meio  
125 intracelular. As fibras musculares geralmente são dispostas em filas complementares de actina  
126 e miosina permitindo a contração e retração do músculo com o auxílio da liberação do cálcio  
127 intracelular (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

128 O músculo esquelético, ao sofrer lesões possui capacidade de se regenerar, porém,  
129 quando ocorre destruição celular em maior proporção, é possível observar proliferação de  
130 tecido conjuntivo (GOMES et al., 2004) e, em função do processo inflamatório, ocorre maior  
131 ação de células inflamatórias, principalmente, macrófagos que são responsáveis pela  
132 regulação da homeostase do tecido. Os macrófagos ainda são responsáveis pelo controle de  
133 danos celulares e formar um novo molde do tecido sobre as lesões musculares (MANN et al.,  
134 2011). Devido à hipertrofia das fibras musculares por meio de estimulação nutricional,  
135 hormonal e fatores genéticos, pode ocasionar dano à integridade da membrana devido a  
136 elevação do metabolismo celular ocorrendo maior formação de radicais livres que provocam  
137 morte celular.

138 Após a degeneração da fibra durante o processo inflamatório resultado da lesão, ocorre  
139 revascularização e células inflamatórias são ativadas para a retirada do tecido necrótico e a  
140 ativação das células satélites (PHILIPPOU et al., 2007). É comum a avaliação por meio de  
141 análise histológica em tecidos afetados pelas miopatias *WB* e *WS*, a infiltração de neutrófilos e  
142 macrófagos em função da lesão e remodelação do músculo. As áreas do *Pectoralis Major*  
143 afetadas apresentam ainda espessamento difuso do interstício com quantidade variada de  
144 tecido conjuntivo, tecido de granulação ou fibrose separando as fibras musculares (SIHVO et  
145 al., 2014). Ao comparar filés normais à filés afetados por *WB*, estes últimos apresentam-se  
146 levemente pálidos, e apresentam área com leve enrijecimento. Além disso, a superfície  
147 apresenta-se coberta por uma fina camada de material moderadamente viscoso, presença de  
148 petéquias e pequenas hemorragias sendo os sinais clássicos utilizados na identificação de *WB*.  
149 Nos cortes histológicos de filés afetados por *WB* é possível notar miodegeneração multifocal e  
150 necrose com quantidade variável de tecido conectivo ou fibrose.

151 A degeneração multifocal e necrose são caracterizadas por fragmentos de fibras  
152 amorfas hipereosinofílicas, perda de estrias e infiltração de células inflamatórias,  
153 principalmente macrófagos e heterófilos, dentro e ao redor da fibra degenerativa, mesmo em  
154 ausência de processo inflamatório. Em pesquisa conduzida por Sihvo et al. (2014) relataram  
155 os efeitos de miopatias sobre os filés de peito e verificaram que 70% dos filés avaliados

156 apresentavam numerosas listras brancas de 0,5 a 3 mm de largura paralelamente às  
157 miofibrilas, estendendo-se superfície de corte.

158 Em alguns casos, os filés de peito podem apresentar tanto *WB* quanto *WS* (Figura 3) e  
159 os sinais a nível histológico indicam tamanho variado de miofibrilas e ausência do padrão  
160 poligonal encontrado em filés não afetados.

161

162 Figura 3. *Pectoralis major* de uma ave aos 42 dias de idade com filés afetados por *wooden*  
163 *breast* e *White stripping*.



Fonte: Do autor (2019).

164

165

166

### 167 **2.3 Densidades nutricionais**

168

169 Para o bom desempenho de frangos de corte é necessário que se atenda as exigências  
170 nutricionais das aves baseando-se nos níveis de proteína, minerais, vitaminas e nível  
171 energético das dietas. Esse último é utilizado como forma de regulação de consumo ao passo  
172 que quanto maior o nível de energia nas dietas ocorre redução no consumo de ração.  
173 Geralmente quando as aves aumentam o consumo de ração reduz-se o nível de energia, pois a  
174 permanência de níveis elevados energia até período próximo ao abate pode proporcionar  
175 aumento na concentração de gordura na carcaça como também acúmulo de gordura em pontos  
176 específicos do peito, prejudicando a qualidade nutricional e visual da carne. Segundo  
177 Kuttapan et al.( 2012) altos níveis de energia nas dietas podem acelerar o crescimento das  
178 aves e conseqüentemente predispor desordens como *WS* e *WB*

179 O aumento dos níveis de energia nas dietas para frangos de corte tem sido investigado  
180 por influenciar sobre o metabolismo de lipídios, aumentando a deposição de gordura na  
181 carcaça das aves, músculo peitoral e cavidade abdominal nas aves.

182 Segundo Abasht et al (2016), o aumento da concentração de glicerol em músculos de  
183 aves afetadas por WS revela maior degradação de triacilglicerol ocasionando acúmulo de  
184 monoacilglicerol. Além de alterações no metabolismo de lipídios, a utilização de glicose  
185 também é comprometida por meio da análise de expressão enzimática em que observa-se  
186 redução na concentração de enzimas que participam na via glicolítica e aumento na  
187 concentração de enzimas presente na via das pentoses fosfato no músculo peitoral indicando  
188 ineficiência na utilização de glicose pela principal via de oxidação.

189 A redução na concentração de enzimas importantes no processo de fosforilação de  
190 glicose influencia diretamente na produção de intermediários do ciclo de Krebs ocorrendo  
191 assim menor produção de NADH e FADH que posteriormente serão utilizados pela cadeia  
192 transportadora de elétrons na mitocôndria.

193 A via das pentoses fosfato é uma via alternativa para geração de energia na forma de  
194 ATP utilizada por tecidos em elevada renovação celular. Entretanto, alguns produtos dessa via  
195 são nucleotídeos e bases nitrogenadas que são componentes de DNA e RNA e após o  
196 metabolismo dessas moléculas, aumentam o nível de catabólitos como hipoxantina, xantina,  
197 urato e uracila que podem ser armazenados no músculo (ABASHT et al., 2016).

198

## 199 **2.4 Aminoácidos**

200

201 Os aminoácidos possuem função importante na regulação de processos metabólicos e  
202 componentes no peito de frangos de corte. Exercem uma série de funções no organismo dos  
203 animais podendo variar a exigência de acordo com a espécie e a classificação dessas  
204 substâncias. Estes são classificados em essenciais sendo aqueles em que o organismo sintetiza  
205 em baixa quantidade não sendo suficiente para atender à exigência ou não possui síntese e  
206 aminoácidos não essenciais que são aqueles em que ocorre síntese no organismo para  
207 atendimento das exigências (BERTECHINI. 2013). Para aves, o primeiro aminoácido  
208 limitante é a metionina e o segundo é a lisina sendo sua principal atuação na formação  
209 muscular.

210

## 211 **2.4.1 Lisina**

212

213 A lisina é um aminoácido fisiologicamente essencial para a manutençã, crescimento e  
214 produçã de frangos de corte, tendo como principal funçã a sntese de proteína muscular. É e  
215 o segundo aminoácido limitante, desempenhando funçã importante no processo metabólico  
216 dos animais. Este é classificado como aminoácido básico ou catiônico com uma longa cadeia  
217 lateral e seu metabolismo inicia com a absorçã nos hepatócitos por meio de um sistema de  
218 transporte Na<sup>+</sup>-independente.

219 Posteriormente a absorçã, a lisina excedente as exigências para a sntese de proteínas  
220 e outras substâncias é catabolizada. Além da funçã primária de biossntese de proteínas, este  
221 aminoácido apresenta-se como substrato para inúmeras moléculas não-proteicas, as quais  
222 incluem substâncias com baixo peso molecular (carnitina, poliaminas, amônia e uréia), outros  
223 aminoácidos ou derivados destes e moléculas não nitrogenadas (WU, 2013).

224 Durante o metabolismo da lisina no organismo, o grupamento carboxila desse  
225 aminoácido pode ser transformado em acetil-CoA que está envolvido na regulaçã do ciclo de  
226 Krebs onde é utilizado para originar outros intermediários do ciclo por meio de sua  
227 condensaçã com o oxaloacetato originando o citrato. Esse último, por sua vez, tem duas rotas  
228 a seguir, participar da renovaçã de outros intermediários participando do ciclo de Krebs ou  
229 direcionado ao metabolismo de lipídeos e posterior deposiçã em tecidos magros (NELSON;  
230 COX, 2011).

231

### 232 **2.4.1.1 Fontes de Lisina**

233 Diversos aminoácidos estão disponíveis e acessíveis para a utilizaçã na nutriçã de  
234 frangos de corte e a lisina é um aminoácido que reflete diretamente sobre o desempenho  
235 produtivo por ser um aminoácido essencial. A L-Lisina HCl (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>HCl; peso  
236 molecular =182,65 g/mol) é a fonte tradicional usada na formulaçã de dietas para animais,  
237 após o processo de fermentaçã é transferida para soluçã de ácido clorídrico, onde sofre  
238 evaporaçã posteriormente a secagem (SCHUTTE e PACK 1994; RODEHUTSCORD et al.  
239 2000). Por outro lado, a pesquisa e o desenvolvimento de produtos destinados as aves,  
240 desenvolveram diversos nutrientes em formas orgânicas com minerais e aminoácidos. A fonte  
241 orgânica a L-lisina sulfato ([C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub>] 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; peso molecular = 390,4 g / mol), devido  
242 ao fato de seu produto final não ser separado da biomassa apresenta-se granulado e possui

243 valor nutricional adicionado segundo Wittmann e Becker (2007), o processo de produção por  
244 ser menos complexo, gera menos desperdício sendo sua produção altamente atrativa  
245 ecologicamente economicamente (KIRCHER e PFEFFERLE, 2001).

246 Em pesquisas realizadas por Cruz et al. (2016), esses hipotetizaram que altos níveis de  
247 lisina na dieta poderiam estar associados a ocorrência de *WS* e *WB*, no entanto, ao desafiar as  
248 aves com baixos e altos níveis de lisina na dieta não relacionaram esses problemas  
249 metabólicos em frangos de corte. Segundo Leclercq (1998), a lisina exerce efeitos específicos  
250 na composição corporal dos animais, sendo que as exigências deste aminoácido obedecem a  
251 uma hierarquia, na qual a exigência para máximo ganho de peso é menor do que para  
252 rendimento da carne de peito que, por sua vez, é menor que a exigência para conversão  
253 alimentar e, por último, a exigência para diminuição da deposição da gordura abdominal.

254 A lisina, por sua semelhança química com o aminoácido arginina, no organismo pode  
255 ocorrer antagonismo desses aminoácidos podendo haver comprometimento na função  
256 principalmente de arginina que geralmente o nível de suplementação é baixo nas dietas para  
257 aves (D'MELLO, 1994).

258

#### 259 **2.4.2 Pidolato de Cálcio e Arginina**

260

261 O L - pidolato de cálcio® é um sal de cálcio cuja composição se dá acerca de 13,5%  
262 de cálcio e 86,5% de ácido pidólico, com alto valor de solubilidade (LAURENCEAU et al.,  
263 2011; AL-ZAHRANI; ROBERTS, 2016a)

264 O L - pidolato de cálcio® é precursor na síntese de arginina, que compõe 28% da  
265 proteína carreadora de cálcio (CaBp) como também na síntese de prolina, que está presente na  
266 composição do colágeno juntamente com arginina, hidroxiprolina, glicina (NOGUEIRA,  
267 2017).

268 As aves têm o maior requisito de arginina entre os animais de produção (BALL et al.,  
269 2007). O elevado requisito desse aminoácido é explicado pela falta de síntese endógena  
270 associado à alta taxa de deposição de proteínas devido ao rápido crescimento das linhagens  
271 modernas de frangos e a interação metabólica antagônica entre lisina e arginina (EDMONDS  
272 & BAKER, 1987). A arginina age principalmente na vasodilatação e vascularização  
273 sanguínea e maior distribuição dos nutrientes ao organismo. Dentre as várias funções da  
274 arginina, como precursor de compostos nitrogenados e constituinte de peptídeos nos

275 organismos, destaca-se a modulação do sistema imunológico e a função de precursor de óxido  
276 nítrico.

277 A arginina é convertida em óxido nítrico por meio da enzima óxido nítrico sintetase  
278 (NOS). Além de originar o óxido nítrico e participar ativamente do ciclo da ureia, esse  
279 aminoácido possui funções tanto bioquímicas quanto fisiológicas importantes no metabolismo  
280 periférico (NELSON; COX, 2011). A ação da arginina descarboxilase permite a muitos  
281 organismos a síntese de putrescina, espermina e espermidina, poliaminas que são  
282 componentes essenciais ao crescimento normal do organismo e podem regular a síntese de  
283 RNA e atuam estabilizando a membrana celular (WU et al., 1998). Essas substâncias parecem  
284 ser indispensáveis a todos os tecidos envolvidos ativamente na síntese protéica.

285 A função da arginina é relativamente importante podendo-se associar ao processo de  
286 formação do músculo peitoral de frangos de corte pelo papel importante dos aminoácidos não  
287 essenciais como glicina, serina, prolina e hidroxiprolina na composição do colágeno (WU et  
288 al., 2009). Além disso, por meio da arginina é sintetizada a creatina que possui papel  
289 importante como precursor do fosfato de creatina que atua no transporte de fosfato de alta  
290 energia das mitocôndrias aos filamentos de miosina e ainda como reservatório de fosfato de  
291 alta energia para regenerar ATP em ADP.

292 Assim, dietas com altos níveis de arginina estimulam a formação de creatina nos  
293 músculos em frangos de corte (CHAMRUSPOLLERT et al., 2002). A creatinina plasmática é  
294 derivada, praticamente em sua totalidade, do catabolismo da creatina presente no tecido  
295 muscular. Na forma de fosfocreatina, o metabólito creatina é utilizado para armazenar energia  
296 no músculo. A conversão de fosfocreatina em creatinina é uma reação enzimática e reversível,  
297 os quais dependem de fatores estequiométricos. A concentração sanguínea de creatinina é  
298 proporcional à massa muscular. Sendo assim, em casos de atrofia muscular e outras doenças  
299 relacionadas, ocorre diminuição do teor de creatinina plasmática (GONZÁLEZ & SILVA,  
300 2006)..

301

### 302 **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

303 O problema das miopatias peitorais em frangos de corte é uma realidade atual e tem  
304 preocupado o segmento da produção de frangos de corte

305 O uso de nutrientes, aminoácidos e diferentes densidades nutricionais podem  
306 influenciar sobre o desempenho das aves, e, conseqüentemente, predispor a ocorrência de WB  
307 e WS modificando a qualidade, composição e aparência dos files de peito de frangos de corte.

308

309

310

311

312

313

314



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

315

316

317 ABASHT, B.; MUTRYN, M.F.; MICHALEK, R.D.; LEE, W.R. Oxidative Stress and  
318 Metabolic Perturbations in Wooden Breast Disorder in Chickens. **PLoS ONE** 11(4). 2016.

319

320 AVANZO, J.L.; DE MENDONCA, C.X.J.R.; PUGINE, S.M.P.et al. Effect of vitamin E and  
321 selenium on resistance to oxidative stress in chicken superficial pectoralis muscle. **Comp**  
322 **Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol.**129(2):163–173.2001.

323

324 BACK, A. **Miopatias em foco**, apresentação de Alberto Back, 2014.

325

326 BAILEY, R. A.; WATSON, K. A.; BILGILI, S. F.; AVENDANO, S. The genetic basis of  
327 pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. **Poultry Science**, 94(12): 2870-  
328 2879, 2015.

329

330 BALL, R.O.; URSCHEL, K.L. & PENCHARZ P.B. Nutritional consequences of interspecies  
331 differences in arginine and lysine metabolism.**J. Nutr.** 137:1626-1641. 2007.

332

333 BAUERMEISTER, L.J. et al. Occurrence os White stripping in checken breast fillets in  
334 relation to broiler size. **Poultry Science**, Champaign, v. 88(Suppl.1) n.33. 2009.

335

336 BERTECHINI, A. G., **Nutrição de Monogástricos**, 2<sup>a</sup> ed., Ed. UFLA, Lavras, 373p.2013.

337

338 BRANCIARI, R. et al. Effect of genotype and rearing system on chicken behavior and muscle  
339 fiber characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 4109-4117, 2009.

340

341 CHIARLA, C.; GIOVANNINI, I.; SIEGEL, J.H. Plasma arginina and correlations in trauma  
342 and sepsis. **Amino Acids.**,v.30, p.81-86, 2006.

343

344 CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Dietary interrelationships among  
345 arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. **British Journal of**  
346 **Nutrition.**88(6):655-660. 2002.

347

348 COMINETTI, C.; COZZOLINO, S. M. F. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes:  
349 Selênio. **Série de publicações ILSI Brasil**, São Paulo, v. 8, p. 1-20, 2009.

350

351 CRUZ, R.; VIEIRA, S.; KINDLEIN, L.; KIPPER, M.; CEMIN, H.; AND RAUBER, S.  
352 **Poultry Science** 96:501- 510. 2017.

353

354 D'MELLO, J. P. F. **Amino Acids in Farm Animal Nutrition**. Wallingford: CAB  
355 International, p.99-112, 1994

356

357 EDMONDS M.S. & BAKER D.H. Comparative effects of individual amino acid excesses  
358 when added to a corn-soybean meal diet: effects on growth and dietary choice in the chick. **J.**  
359 **Anim. Sci.** 65:699-705. 1987.

- 360 FERREIRA, T. Z.; R. A. CASAGRANDE, S. L.; VIEIRA, D.; DRIEMEIER, L. KINDLEIN.  
361 An investigation of a reported case of white striping in broilers. **J. Appl. Poultry Res.** 23:1-6.  
362 2014.
- 363  
364 GOMES, A.R.S.; COUTINHO, E.L.; FRANÇA, C.N.; POLONIO, J.; SALVINI, T.F. Effect  
365 of one stretch a week applied to the immobilized soleus muscle on rat muscle fiber  
366 morphology. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research.** 37: 1473-1480. 2004.
- 367  
368 GONZALES, E.; SARTORI, J.R. **Crescimento e metabolismo muscular.**In: MACARI, M.;  
369 FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.  
370 Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.279-297.2002.
- 371  
372 GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Perfil Bioquímico no Exercício.** In: Introdução à  
373 Bioquímica Clínica Veterinária. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
374 2006.
- 375  
376 HOVING-BOLINK, A. H. et al. Fibre area and capillary supply in broiler breast muscle in  
377 relation to productivity and ascites. **Meat Science**, Oxford, v. 56, p. 397-402, 2000.
- 378  
379 HOSNEDLOVA, B.; KEPINSKA, M.; SKALICKOVA, S.; FERNANDEZ, C.; RUTTKAY-  
380 NEDECKY, B.; MALEVU, T.D.; SOCHOR, J.; BARON, M.; MELCOVA, M.; ZIDKOVA,  
381 J.; KIZEK, R. A Summary of New Findings on the Biological Effects of Selenium in Selected  
382 Animal Species—A Critical Review. **Int. J. Mol. Sci.** 2017, 18, 2209.
- 383  
384 JUNQUEIRA, L. C. e CARNEIRO, J. **Histologia Básica**8. ed. Rio de JANEIRO:  
385 GUANABARA-KOOGAN, 2004.
- 386  
387 KUTTAPPAN, V.A.; GOODGAME, S.D.; BRADLEY, C.D. et al. Effect of different levels  
388 of dietary vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white  
389 striping on broiler breast fillets. **Poult Sci.**;91(12):3230–3235.2012.
- 390  
391 KUTTAPPAN, V.A.V.B.; BREWER, A.; MAUROMOUSTAKOS, S. R.; MCKEE, J. L.;  
392 EMMERT, J. F.; MEULLENET, C. M. Estimation of factors associated with the occurrence  
393 of white striping in broiler breast fillets. **Poult. Sci.** 92:811-819.2013.
- 394  
395 LAURENCEAU, R.; ROULLEAU, X.; GARRES, P.; RENAC, J. Substitution of  
396 calcium carbonate by calcium pidolate during the critical breeding phase. (France), p. 1-39, 2011.
- 397  
398 LECLERCQ, B. Specific Effects of Lysine on Broiler Production: Comparison with  
399 Threonine and Valine. **Poultry Science**, v.77, p.118-123, 1998.
- 400  
401 LORENZI, M. et al. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and  
402 heavy broiler chickens in Italy. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 23, n. 4, p.  
403 754-758, 2014.
- 404  
405 MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de**  
406 **corte.** In: Absorção de vitaminas. Ed.: FUNEP/UNESP. 2º edição. 375 p., 2002.
- 407

- 408 MANSUR, L. M. **Vitaminas hidrossolúveis no metabolismo**. In: SEMINÁRIO DE  
409 DISCIPLINA DE PÓS GRADUAÇÃO.. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto  
410 Alegre, RS.p.12. 2009.
- 411 MANN, C. J. et al. Aberrant repair and fibrosis development in skeletal muscle.**Skeletal**  
412 **Muscle**, v. 1, p. 21, 2011.
- 413
- 414 MUTRYN, M.F.; BRANNICK, E.M.; FU, W., LEE, W.R.; ABASHT, B.Characterization of  
415 a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis  
416 using RNA-sequencing.**BMC Genomics**.16: 399. 2015.
- 417
- 418 NELSON, D. L.;COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre:  
419 Artmed, 2011.
- 420
- 421 NOGUEIRA, H. S. Desempenho e qualidade óssea de galinhas poedeiras tratadas com L-  
422 pidolato de cálcio®. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
423 Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017.
- 424
- 425 PETRACCI, M., S. MUDALAL, A. BONFIGLIO, AND C. CAVANI.Occurrence of white  
426 striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler  
427 chickens.**Poult. Sci**. 92:1670-1675.2013.
- 428
- 429 PETRACCI, M. et al. Meat quality in fast-growing broiler chickens.**World’s Poultry Science**  
430 **Journal**, Ithaca, v. 71, n. 02, p. 363-374, 2015
- 431
- 432 PHILIPPOU, A. et al. Type I insulin-like growth factor receptor signaling in skeletal muscle  
433 regeneration and hypertrophy. **Journal of Musculo skelet Neuronal Interact**, Kifissia, v. 7,  
434 n.3, p. 208-218, 2007.
- 435
- 436 RYU, Y.C.; RHEE, M.S.; LEE, K.M.; KIM, B.C. Effects of different levels of dietary  
437 supplemental selenium on performance, lipid oxidation, and color stability of broiler chicks.  
438 **Poultry Science**, v.84, n.5, p.809-815, 2005.
- 439
- 440 SIHVO, H. K.; IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Myodegeneration with fibrosis and  
441 regeneration in the pectoralis major muscle of broilers.**Veterinary Pathology**, Basel, v. 51, n.  
442 3, p. 619-623, 2014.
- 443
- 444 VIEIRA, B. S., LIMA, A. L. F., WEBER, A., SOARES, C. E. S. DAHLKE F., Crescimento  
445 Muscular. In: **Fisiologia Das Aves Comerciais**. 2. Ed. Jaboticabal: Funep, p. 532-593, 2017.
- 446
- 447 WU, G. Functional amino acids in growth, reproduction and health. **Advanced in Nutrition**,  
448 Bethesda, v. 1, n.1, p. 31–37, 2013.
- 449
- 450 WU, G.; BAZER, F.W.; DAVIS, T.A.; KIM, S.W.; LI, P.; RHOADS, J.M.; SATEERFIELD,  
451 M.C.; SMITH, S.B.; SPENCER, T.E.; YIN, Y. Arginine metabolism and nutrition in growth,  
452 health and disease. **Amino Acids**., v.37, p. 153-168, 2009.
- 453
- 454 WU G., POND W.G., FLYNN S.P., OTT T.L. & BAZER F.W. 1998. Maternal dietary  
455 protein deficiency decreases nitric oxide synthase and ornithine decarboxylase activities in

- 456 placenta and endometrium of pigs during early gestation. **Journal of Nutrition**. 128: 2395-  
457 2402.
- 458
- 459 ZUIDHOF, M. J. et al. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978,  
460 and 2005. **Poultry Science**, Champaign, v. 93, n. 12, p. 2970- 2982, 2014.

461  
462  
463  
464  
465  
466  
467  
468  
469  
470  
471  
472  
473  
474  
475  
476  
477  
478  
479  
480  
481  
482  
483  
484  
485  
486  
487  
488  
489  
490  
491  
492

## **SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**

### **ARTIGO 1**

**Curva de crescimento de frangos de corte de alto desempenho com diferentes relações  
nutricionais nas dietas**

Artigo redigido nas normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira-PAB

## ARTIGO 1

**Curva de crescimento de frangos de corte de alto desempenho com diferentes relações nutricionais nas dietas****ALISSON HÉLIO SAMPAIO CLEMENTE<sup>(1)</sup>, ANTÔNIO GILBERTO BERTECHINI<sup>(1)</sup>**<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Caixa Postal 3037 – 37200-200 – Lavras, MG – Brazil

Email: [clementezootecnista@gmail.com](mailto:clementezootecnista@gmail.com), [bertechini@dzo.ufla.br](mailto:bertechini@dzo.ufla.br)

Resumo- O objetivo neste estudo foi avaliar o efeito de fontes de lisina, planos de alimentação e do aditivo pidolato de cálcio em rações para frangos de corte sobre a taxa de crescimento e desempenho produtivo. Um total de 1440 pintos machos Cobb-500 de um dia foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado em 48 parcelas contendo 30 aves cada, onde receberam oito tratamentos experimentais no esquema fatorial 2 x 2 x 2 (densidades nutricionais x fontes de lisina x presença e ausência de PidolinPCa®), totalizando 6 repetições por tratamento. O ganho de peso das aves foi determinado aos 21, 35 e 42 dias. As curvas de crescimento foram feitas por meio do programa R. Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância. O D<sub>máx</sub>, independente das dietas utilizadas foi no 32º dia de idade. A alta densidade nutricional, quando utilizada, proporcionou peso superior no D<sub>máx</sub> quando comparado ao peso das aves com dietas de baixa densidade nutricional. O ganho de peso das aves aos 21 e 35 dias foi superior em dietas com alta densidade nutricional. A alta densidade nutricional proporcionou máximo ganho de peso diário ao 32º dia.

**Palavras-chave:** Gompertz, Nutrientes, Taxa de crescimento de frangos de corte.

532

533

## 1.Introdução

534

535 A avicultura de corte é o segmento do agronegócio mais desenvolvido ao nível  
536 mundial, registrando incrementos na produtividade de forma constante nos últimos 40 anos.  
537 As pesquisas nas áreas de melhoramento genético, manejo, sanidade e ambiência têm  
538 proporcionado condições para a expressão do máximo potencial produtivo dessas aves.

539 Por outro lado, a nutrição animal tem considerável responsabilidade pelo sucesso  
540 zootécnico e financeiro da indústria avícola, com constante busca dos nutricionistas em  
541 melhorar parâmetros como rendimento na produção, na carcaça e na qualidade nutricional do  
542 produto final (CAROLINO et al., 2014).

543 Vários fatores nutricionais podem estar relacionados com os problemas mencionados.  
544 O crescimento de frangos de corte proporciona maior rendimento de carcaça e cortes e os  
545 custos com alimentação e a adequação dos programas de alimentação a necessidade das aves  
546 representam aproximadamente 70% dos custos de produção (NASCIMENTO et al., 2009).  
547 Outro fator em estudo é o aminoácido lisina. Este aminoácido está estreitamente relacionado  
548 com o crescimento das fibras do peito da ave e pesquisas indicam que o seu incremento  
549 dietético possibilita o aparecimento das miopatias (FERREIRA et al., 2014).

550 Outro fator em estudo é o pidolato de cálcio que é um precursor na síntese de arginina,  
551 como também na síntese de prolina, que está presente na composição do colágeno juntamente  
552 com arginina, hidroxiprolina e glicina (VILELLA, 2016). A arginina proporciona as aves  
553 aumento na taxa crescimento pela relação com angiogênese por meio da vascularização e  
554 atuação no metabolismo de lipídeos (WU, 2011).

555 A utilização de modelos que estimem o crescimento das aves pode fornecer  
556 informações em relação ao máximo ganho de peso possibilitando ajustes nutricionais nas  
557 diferentes fases de crescimento das aves.O estudo das curvas de crescimento desses animais  
558 por modelos não-lineares é muito atraente, pois são flexíveis e resumem as características das  
559 espécies desenvolvimento em alguns parâmetros com interpretação biológica (Fernandes et al.  
560 2018).Diversos modelos matemáticos não lineares têm sido utilizados para descrever o  
561 crescimento animal incluindo as aves, mas segundo alguns autores (SAKOMURA et al. 2005;  
562 SANTOS et al. 2005; NEME et al. 2006; FERNANDES et al., 2017), estes indicam que o  
563 modelo Gompertz é o que melhor se ajusta a taxa de crescimento das aves. Segundo SILVA et

564 al. (2010), uma vantagem dos modelos não lineares é a possibilidade de interpretação  
565 biológica dos parâmetros, que é um importante critério na avaliação dos modelos de curva de  
566 crescimento.

567

568 Assim, esta pesquisa foi desenvolvida para verificar os efeitos de densidades  
569 nutricionais, fontes de lisina e uso do pidolato de cálcio sobre a taxa de crescimento de as  
570 características das curvas de crescimento e incidências de *WB* e *WS* dos frangos de corte  
571 criados no sistema convencional.

572

573

## 2. Material e métodos

574

575 Todos os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de  
576 Animais em pesquisa (CEUA), sob nº 027/2019 pela Universidade Federal de Lavras. O  
577 experimento foi realizado em Lavras, MG, Brasil, localizada em 21°14'43"S e 44°59'59"W.

578 Foram alojados em galpão convencional (com forro, cortinas e ventiladores e  
579 fornalhas para controle térmico), um total de 1440 pintos machos Cobb-500<sup>®</sup> de um dia,  
580 vacinados contra a doença de Marek e Gumboro (vetorizada). Os pintainhos foram  
581 provenientes de ovos de matrizes Cobb-500 de 40 a 46 semanas de idade, distribuídos em  
582 delineamento experimental inteiramente casualizado em seis repetições e 8 tratamentos  
583 experimentais, em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (densidades nutricionais x fontes de lisina x  
584 presença e ausência de Pidolin PCa<sup>®</sup> até 21 dias de idade), totalizando 48 parcelas. Em cada  
585 parcela experimental (2 x 1,5m) foram alojadas 30 aves em uma densidade de 10 aves/m<sup>2</sup>, em  
586 sistema de piso com cama de maravalha (nova) com o material de cama na espessura de 8 cm.  
587 As parcelas foram compostas por comedouros do tipo tubular e bebedouros do tipo pendular.  
588 O aquecimento do ambiente foi feito por meio de fornalha aquecedora com controle  
589 automático de temperatura até 14 dias de idade. A temperatura média do ambiente na primeira  
590 semana foi de 32,1±1,3°C e umidade 67% ± 1,0 segunda semana 28,0 ±1,4°C e umidade 70%  
591 ± 1,0 e a partir de 14 dias foi de 25,8±1,3 e a média de umidade relativa do ar foi 62% ±1,0.

592 Alimentação e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental e  
593 o programa de luz foi de 24L:0E de 1 a 14 dias e 16L:8E de 15 a 42 dias.

594

595





605 <sup>1</sup>Suplementando por kg de ração: vitamina A – 8.250 UI; vitamina D3 – 2.090 UI; vitamina E - 31 UI;  
 606 vitamina B1 - 2,20 mg; vitamina B2 - 5,50 mg; vitamina B6 - 3,08 mg; vitamina B12 - 0,013 mg;  
 607 Niacina - 33,0 mg; Ác. Pantotênico - 11,0 mg; vitamina K<sub>3</sub> - 1,65 mg; Ác. Fólico - 0,770 mg; Biotina -  
 608 0,077 mg; Colina Cl (60%) -1,0 g.

609 <sup>2</sup>Suplementando por kg de ração: Selênio - 0,330 mg; Manganês -77 mg; Ferro - 55 mg; Zinco - 71,5  
 610 mg; Cobre - 11 mg; Iodo - 1,10 mg, Boro - 42 mg.

611 <sup>3</sup>Comercialmente denominada Genophos®, com atividade de 10.000FTU/g contribuindo com 0,13%  
 612 Ca e 0,15%P.

613

614 Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais de 22 a 42  
 615 dias de idade das aves

Ingredientes (%)	Fontes de Lisina			
	Lisina- HCL		Lisina SO <sub>4</sub>	
Milho 7,88%	68,266	60,581	68,266	60,581
Farelo soja 45,0%	27,314	30,668	27,314	30,668
Óleo de soja	1,120	4,987	1,120	4,987
Fosfato bicálcico	0,895	0,879	0,895	0,879
Sal	0,456	0,456	0,456	0,456
Calcário	0,787	0,783	0,787	0,783
DL-metionina-99%	0,190	0,398	0,190	0,398
L-Lisina-HCl-78%	0,141	0,433	0	0
L-Lisina-SO <sub>4</sub> -78%	0	0	0,157	0,482
L-Treonina-98%	0,005	0,005	0,005	0,172
L-Valina-98%	0,005	0,005	0,005	0,169
Suplemento Vitaminas <sup>†</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Minerais <sup>‡</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Salinomicina,12%	0,050	0,050	0,050	0,050
Colina-Cl, 60%	0,040	0,040	0,040	0,040
Fitase <sup>§</sup>	0,025	0,025	0,025	0,025
Inerte (caulim)	0,500	0,500	0,500	0,500
	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Nutricional calculada				
EM kcal/kg	3050	3200	3050	3200
Proteína bruta, %	18,30	19,2	18,3	19,2
Extrato Etéreo, %	3,500	6,601	3,500	6,601
Lisina dig., %	0,95	1,250	0,95	1,250
Arginina dig, %	0,703	0,925	0,733	0,925
Met.+Cis. dig., %	0,700	0,700	0,700	0,700
Cálcio, %	0,400	0,400	0,400	0,400
Fósforo disp., %	0,200	0,200	0,200	0,200
Sódio, %	3050	3200	3050	3200

616 <sup>†</sup>Suplementando por kg de ração: Vit. A - 8250 UI; Vit. D3 - 2090 UI; Vit  
 617 E - 31 UI; Vit B1 - 2,20 mg; Vit B2 - 5,50 mg; Vit B6 - 3,08 mg; Vit B12 -  
 618 0,013 mg; Ácido nicotínico- 33,0 mg; Ác. Pantotênico - 11,0 mg; Vit. K3 -  
 619 1,65 mg; Ác. Fólico - 0,770 mg; Biotina - 0,077 mg; Colina Cl (60%) – 1,0 g.

620 †Suplementando por kg de ração: Selênio - 0,330 mg; Manganês -77 mg; Ferro  
621 -55 mg; Zinco - 71,5 mg; Cobre - 11 mg; Iodo - 1,10 mg, Bo - 42 mg.

622 §Comercialmente denominada Genophos®, com atividade de 10.000FTU/g  
623 contribuindo com 0,13%Ca e 0,15%P  
624

625

## 626 2.2 Ganho de peso

627

628 Para determinar o ganho de peso, todas as aves foram pesadas aos 21, 35 e aos 42 dias  
629 de idade. O ganho de peso em cada fase foi calculado descontando-se o ganho de peso das  
630 aves na fase anterior.

631

## 632 2.3 Estimação de parâmetros

633

634 Após a obtenção do peso inicial das aves de cada parcela experimental, foi selecionada  
635 uma ave por parcela (48 aves no total), de acordo com peso médio ( $\pm 5\%$ ), identificada  
636 (anilhada) e posteriormente alojada sob mesmas condições as demais aves compondo a  
637 parcela experimental citada anteriormente (30 aves). As pesagens das aves identificadas  
638 foram realizadas a partir do 1º dia de nascimento até o 40º dia, com intervalos de três dias,  
639 totalizando 14 pesagens com obtenção de 672 pesos individuais.

640 A análise do crescimento dos frangos foi feita por meio do modelo não linear  
641 Gompertz (GOMPertz, 1825). A parametrização dos dados foi realizada de acordo com  
642 Fernandes et al. (2015), sendo indicada como mais adequada desse modelo e dada por:

$$Y_i = A \exp\{-\exp(B - Kt_i)\} + u_i$$

643 Em que,  $Y_i$  representa os valores estimados do peso dos frangos, em gramas, nas  $i$ -  
644 ésimas observações;  $A$  representa a assíntota horizontal máxima, ou seja, o peso máximo que  
645 estas aves podem alcançar;  $k$  representa o índice de crescimento (quanto maior for  $k$ , menos  
646 tempo os frangos levam para atingir  $A$ );  $B$  é interpretado como a abcissa do ponto de  
647 inflexão, a partir do qual o crescimento desacelera. O  $u_i$  corresponde ao erro aleatório, que se  
648 pressupõe que seja independente e identicamente distribuído seguindo uma distribuição  
649 normal com média zero e variância constante, ou seja,  $u_i \sim N(0, \sigma^2)$ .

650 Os parâmetros do modelo para a descrição das curvas de crescimento foram  
651 estimados, conforme sugere Mischan e Pinho (2014), pelo método dos mínimos quadrados.

652 As estimativas destes parâmetros foram obtidas pelo método iterativo de Gauss-Newton  
653 implementado na função *nls* do programa R (R CORE TEAM, 2017).

654 A significância dos parâmetros foi verificada por meio do teste t ao nível de 5%.  
655 Inicialmente considerou-se que todos os pressupostos sobre os erros foram atendidos. A partir  
656 do vetor de erros deste ajuste, foi feita a análise de resíduos com base em testes estatísticos.  
657 Foram utilizados os testes estatísticos de Shapiro-Wilk (SW), Durbin-Watson (DW) e  
658 Breusch-Pagan (BP) para verificar a normalidade, independência e homocedasticidade  
659 residual respectivamente, ao nível de 5% de significância. Para avaliar a qualidade de ajuste  
660 do modelo utilizou-se Coeficiente de determinação  $\left(R^2 = \frac{SQR}{SQT}\right)$ , em que *SQR* é a soma de  
661 quadrados dos resíduos e *SQT* é a soma de quadrado total.

662 Em seguida, foi analisado o ponto máximo de crescimento das aves (*Dmáx*), dado  
663 pela primeira derivada do modelo Gompertz:

$$y = Ak \exp(-\exp(B - x)) \exp(k(B - x))$$

664

### 665 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

666

667 Após o ajuste do modelo Gompertz, considerando que todas as pressuposições sobre o  
668 vetor de erros são aceitas, ou seja, os resíduos são independentes e identicamente distribuídos  
669 seguindo uma distribuição normal com média zero e variância constante. A análise de  
670 resíduos foi realizada por meio dos testes SW, BP e DW, os quais mostraram que nenhuma  
671 pressuposição foi violada a 5% de significância.

672 Na Tabela 3, são apresentadas as estimativas dos parâmetros e os respectivos valores  
673 de Erro Padrão (EP), com base no ajuste do modelo de Gompertz.

674

675

676

677

678

679

680

681

682 Tabela 3. Estimativas para os parâmetros do modelo Gompertz com o respectivo Erro Padrão (EP), na descrição do crescimento de frangos de  
 683 corte da linhagem Cobb 500®

Parâmetros	Densidade Nutricional				Pidolato de Cálcio				Fontes de Lisina			
	Baixa		Alta		Presença		Ausência		HCL		SO <sub>4</sub>	
	Est	EP	Est	EP	Est	EP	Est	EP	EST	EP	Est	EP
A (peso máximo)	5611	322,1	5937	346,1	5741	301,5	5828	353,8	6001	322,1	5838	346,1
B (Dmáx)	32,05	1,198	32,17	1,19	31,82	1,085	32,69	1,259	32,67	1,280	32,69	1,21
k (índice de crescimento)	0,0504	0,002345	0,05157	0,002442	0,005113	0,002201	0,05046	0,002449	0,04944	0,002345	0,0502	0,002442
Pressuposições Estatísticas												
SW (Normalidade)	0,2489313		0,8923578		0,1321134		0,08950618		0,4696878		0,15378885	
DW (Independência)	0,62		0,026		0,574		0,276		0,214		0,402	
BW (Homocedasticidade)	0,1959804		0,129908		0,2197595		0,1570881		0,07765976		0,1696748	

684

685

686

687

688

689

690

691

692

693

694

Na figura abaixo (figura 1) é apresentada a taxa de crescimento das aves recebendo as diferentes densidades nutricionais, fontes de lisina e presença do pidolato de cálcio.

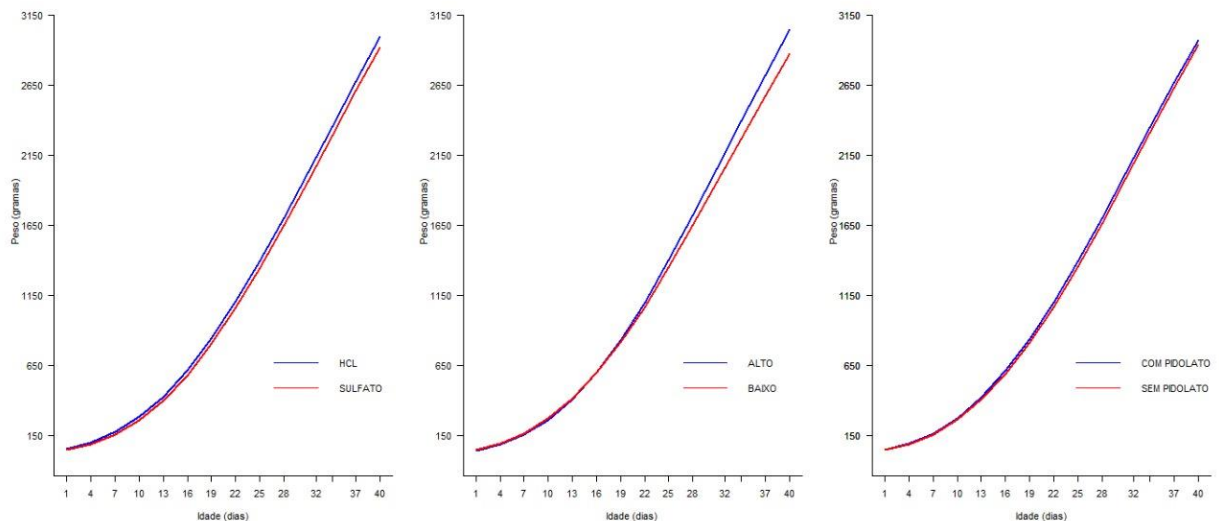
695

696

Figura 1. Taxa de crescimento de frangos de corte submetidos à diferentes planos de alimentação.

697

698



699

700

701

De acordo com a figura acima, nota-se que até o 21º dia, o crescimento foi semelhante entre as aves, independente do plano de alimentação. Posteriormente, há diferença no crescimento, observando-se que as aves que receberam dietas contendo plano alto de alimentação demonstraram maior taxa de crescimento (8,27%) quando comparadas as aves que receberam dietas com baixo plano de alimentação.

702

703

704

705

706

Na figura acima (figura 1) é apresentada a taxa de crescimento das aves recebendo dietas contendo diferentes fontes de lisina (HCl e SO<sub>4</sub>). O crescimento das aves demonstrado assemelha-se ao observado nas diferentes densidades nutricionais em que o peso das aves durante fase inicial é constante, modificando a partir do 22º dia vida das aves.

707

708

709

710

Independente da fonte de lisina utilizada na dieta houve manutenção da taxa de crescimento mantendo-se constante até o 40º dia de vida. Observa-se que houve uma tendência em que aves alimentadas com dietas contendo lisina HCL tiveram maior taxa de crescimento (1,23%) em relação àquelas que receberam dietas contendo lisina SO<sub>4</sub>.

711

712

713

714 A taxa de crescimento de aves alimentadas com rações com presença e ausência  
715 pidolato de cálcio até os 21 dias de idade permaneceu constante até o 22º dia de idade das  
716 aves.

717 A derivada da curva taxa crescimento das aves com presença e ausência do aditivo e a  
718 diferença de crescimento das aves sem pidolato foi 0,18% a mais que aves alimentadas com  
719 dietas contendo pidolato.

720 Na presente pesquisa foram utilizados apenas frangos de corte machos da linhagem  
721 Cobb e de acordo com pesquisas realizadas por Sakomura et al. (2005), em que avaliaram o  
722 potencial de crescimento de frangos de corte Ross machos e fêmeas em termos de peso  
723 corporal e composição química, estes observaram que os machos apresentaram maior  
724 potencial de crescimento. Em outro estudo, Da costa et al. (2017), avaliaram o desempenho de  
725 aves da linhagem Ross em lotes mistos ou de um único sexo, e verificaram que os machos  
726 apresentaram maior ganho de peso e consumo de ração quando comparados às fêmeas. Em  
727 pesquisas realizadas por Nogueira et al., (2019), em que avaliaram a curva de crescimento de  
728 diferentes linhagens de frangos de corte observaram que os machos, independente da  
729 linhagem, possuem maior capacidade de ganho de peso quando comparado as fêmeas.

730 Segundo pesquisas conduzidas por Fernandes et al., (2013), os autores verificaram que  
731 os frangos de corte Cobb podem permanecer por maior tempo nas instalações em razão do  
732 resultado da curva de crescimento permanecer em ascensão até o período avaliado (42 dias).  
733 O resultado da taxa de crescimento na presente pesquisa, indicam a possibilidade das aves  
734 continuarem ganhando peso, podendo essas permanecerem por mais tempo, em virtude das  
735 curvas, independente das dietas, não demonstrarem declínio, corroborando com os resultados  
736 do autor citado anteriormente.

737 Na tabela abaixo (6) são demonstrados o dia de máximo (Dmáx) de ganho de peso  
738 aves, peso no primeiro dia e ganho de peso diário máximo (GPDmáx) no período criação das  
739 aves.

740

741 Tabela 6. Estimativa do dia de máximo ganho de peso (Dmáx), peso ao primeiro dia e  
742 máximo ganho de peso determinado no Dmáx (GPDmáx)

<b>Dietas</b>	<b>Dmáx</b>	<b>Peso ao primeiro dia (g)</b>	<b>GPDmáx</b>
Alta densidade nutricional	32,17±1,20	44,63	112,63
Baixa densidade nutricional	32,05±1,19	46,39	104,02
Lisina HCl	32,67±1,28	45,98	109,14

Lisina SO <sub>4</sub>	32,69±1,21	45,04	107,81
Presença de pidolato de cálcio	31,82±1,08	45,45	107,98
Ausência de pidolato de cálcio	32,69±1,26	45,57	108,18

743

744 O D<sub>máx</sub>, independente da dieta utilizada, foi em média no 32º dia de vida das aves  
 745 corroborando com os resultados encontrados por Nogueira et al. (2019), que verificaram que o  
 746 D<sub>máx</sub> para as aves da linhagem Cobb foi ao 31º dia com GPD<sub>máx</sub> de 111 gramas por ave. No  
 747 presente ensaio, a utilização de dietas com alta densidade nutricional proporcionou maior  
 748 ganho de peso diário (112 gramas), sendo observado no 32º dia de vida das aves. A utilização  
 749 do alto plano de alimentação, contendo níveis elevados de energia e proteína proporcionaram  
 750 maior ganho de peso das aves nas fases de 1 a 21 e 21 a 35 dias.

751

752 Tabela 7. Ganho de peso (kg) de frangos de corte aos 21, 35 e 42 dias de idade

Fatores		GP 21d*	GP 35d*	GP 42d
Fonte de Lisina (FL)	Lisina HCL	0,995	1,429	0,735
	Lisina SO <sub>4</sub>	0,992	1,428	0,714
Valor P		0,78	0,97	0,32
Pidolato de Cálcio (PC)	Presença	0,994	1,429	0,710
	Ausência	0,993	1,427	0,739
Valor P		0,93	0,92	0,17
Densidade Nutricional (DN)	Alta	1,030 a	1,487 a	0,735
	Baixa	0,959 b	1,370 b	0,714
Valor P		0,01	0,01	0,32
Interação Fatorial				
FL X PC		0,77	0,68	0,22
FL X DN		0,72	0,39	0,70
PC X DN		0,92	0,75	0,77
FL X PC X DN		0,15	0,27	0,10
CV (%)		3,68	4,97	10,23

753 \*significativo a 5% pelo teste F

754 ns : não significativo

755

756 Esses resultados são correlacionados aos dados observados na 1º derivada das curvas  
 757 de crescimento das aves que indicam que a maior taxa de crescimento das aves ocorre aos 32  
 758 dias de idade.

759 O ganho de peso de aves alimentadas com dietas contendo alta densidade nutricional  
 760 foi superior a 8,0% quando comparado ao grupo que recebeu dietas com baixo plano de  
 761 alimentação. Estes valores confirmam os resultados encontrados na curva de crescimento das



762 aves pelo modelo de Gompertz (figura 2), em que o ganho foi 8,27% a mais nas aves que  
763 receberam a dieta com alta densidade nutricional. Carvalho Filho et al. (2014), avaliando a  
764 influência de ambientes com e sem nebulização e diferentes densidades nutricionais e relações  
765 energia proteína (EM:PB) sobre o desempenho de frangos de corte verificaram maior ganho  
766 de peso médio diário das aves alimentadas com dietas com média (EM:PB 144,81) e alta  
767 densidade nutricional (EM:PB 145,58) comparadas ao grupo controle (EM:PB 143,06). Os  
768 resultados observados por Carvalho Filho et al (2014), corroboram com os resultados da  
769 presente pesquisa, na qual foi mantida a relação energia:proteína (EM:PB 166,6) e a dieta  
770 com alta densidade nutricional possibilitou maior ganho de peso das aves aos 21 e 42 dias  
771 quando comparados a dieta com baixa densidade nutricional.

772

#### 773 **4. CONCLUSÃO**

774

775 O plano de alimentação com altos níveis nutricionais proporciona máximo ganho de  
776 peso diário aos 32 dias de idade.

777 A taxa de crescimento das aves foi semelhante quando alimentadas com rações  
778 contendo diferentes fontes de lisina e o aditivo pidolato de cálcio.

779

#### 780 **AGRADECIMENTOS**

781

782 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo  
783 fornecimento da bolsa de estudo. À Uniquímica<sup>®</sup> Comércio e Indústria Uniquímica e empresa  
784 Dietaxion<sup>®</sup> pelo auxílio financeiro na realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

785

786

787 CAROLINO, A.C.X.G, SILVA M.C.A, LITZ F.H, FAGUNDES N.S, FERNANDES E.A.  
788 Rendimento e composição de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo  
789 sorgo grão inteiro. **Biosci J.** 30(4):1139-1148. 2014.

790

791 CARVALHO FILHO, D. U; FIGUEIREDO, A.V; LIMA, D.C.P; SILVA, M.C.C; COSTA,  
792 E.M.S; LIMA, V.B.S. Dietas com diferentes densidades nutricionais para frangos de corte  
793 mantidos em ambientes com e sem nebulização. **Rev. bras. saúde prod. anim.**, Salvador , v.  
794 15, n. 2, p. 297-307, 2014 .

795

796 CRUZ, R.F.A.; VIEIRA, S.L.; KINDLEIN, L. et al. Occurrence of white striping and  
797 wooden breast in broilers fed grower and finisher diets with increasing lysine levels.  
798 **Poultry Science**, v.96, p.501-510, 2016.

799

800 DA COSTA, M. J. et al. Straight-run vs. sex separate rearing for 2 broiler genetic lines Part 1:  
801 Live production parameters, carcass yield, and feeding behavior. **Poultry Science**, v. 96, n. 8,  
802 p. 2641–2661, 1 ago. 2017.

803

804 FERNANDES, T. J. et al. Parameterization effects in nonlinear models to describe growth  
805 curves. **ActaScientiarum. Technology**, v. 37, n. 4, p. 397-402. 2015.

806

807 FERNANDES J.I.M, BORTOLUZZI C, TRIQUES G.E, GARCEZ NETO AF, PEITER D.C.  
808 Effect of strain, sex and age on carcass parameters of broilers. **ActaScientiarum. Animal  
809 Sciences**; 35(1):99–105. 2013.

810

811 GOMPertz, B. On the nature of the function expressive of the law of human mortality and  
812 on a new method of determining the value of life contingencies. **Trans. R. Phil. Sci.**, v.115, p.  
813 513-585, 1825.

814

815 KUTTAPPAN, V. A., G. R. HUFF, W. E. HUFF, B. M. HARGIS, J. K. APPLE, C. COON,  
816 AND C. M. OWENS. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with  
817 normal (NORM) and severe (SEV) degrees of WS in breast fillets. **Poultry.Science**.92:339–  
818 345. 2013.

819

820 KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; MAUROMOUSTAKOS, A. et al. Estimation of  
821 factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry  
822 Science**, v.92, p.811-819, 2013.

823

824 LIU, X. D. et al. Effects of dietary L-arginine or N-carbamylglutamate supplementation  
825 during late gestation of sows on the miR-15b/16, miR221/222, VEGFA and eNOS expression  
826 in umbilical vein. **Amino Acids**, Wien, v. 42, p. 2111- 2119, 2012.

827

828 MISCHAN, M. M.; PINHO, S. Z. **Modelos não lineares**: Funções assintóticas de  
829 crescimento. 181 p. Editora Cultura Acadêmica. 2014.

830

- 831 NASCIMENTO, D. C. N.; SAKOMURA, N. K.; SIQUEIRA, J. C.; PINHEIRO, S. R. F.;  
832 FERNANDES, J. B. K.; FURLAN, R. L. Exigências de metionina + cistina digestível para  
833 aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 38, n. 5, p.  
834 869-878. 2009.
- 835  
836 NEME, R, SAKOMURA NK, FUKAYAMA EH, FREITAS ER, FIALHO FB, RESENDE  
837 KT, FERNANDEZ JBK. Curvas de crescimento e deposição dos componentes corporais de  
838 aves de postura de diferentes linhagens. **Revista Brasileira Zootecnia**.35:1091-1100. 2006.  
839
- 840 NOGUEIRA, B.R.F.; REIS, M.P.; CARVALHO, A.C.; MENDONZA, E.A.C.; OLIVEIRA,  
841 B.O.; SILVA, V.A.; BERTECHINI, A.G.B. Performance, Growth Curves and Carcass Yield  
842 of Four Strains of Broiler Chicken. **Brazilian Journal of Poultry Science**. 21: 001-008.2019.  
843
- 844 SAKOMURA NK, LONGO F, RONDON EO, RABELLO CBV, FERRAUDO AS. Modeling  
845 energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. **Poultry Science**;  
846 84:1363-1369. 2005.  
847
- 848 SANTOS A, SAKOMURA NK, FREITAS ER, FORTES CM. SÁ, CARRILHO E.N.V.M,  
849 FERNANDEZ J.B.K. Estudos do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e  
850 qualidade de carne de três linhagens de frangos de corte. **Revista Brasileira**  
851 **Zootecnia**34:1589-1598. 2005.  
852
- 853 SILVA, N.A.M. et al. Modelo hierárquico Bayesiano aplicado na avaliação genética de curvas  
854 de crescimento de bovinos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*,  
855 v.62, p.647-654, 2010. Disponível em: Acesso em: 15 jun. 2013 doi:10.1590/ S0102-  
856 09352010000200022.  
857
- 858 TROCINO, A., A. PICCIRILLO, M. BIROLO, G. RADAELLI, D. BERTOTTO, E. FILIOU,  
859 M. PETRACCI, AND G. XICCATO. Effect of genotype, gender and feed restriction on  
860 growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler  
861 chickens. **Poultry Science**. 94:2996–3004.2015.  
862
- 863 VILELLA, J. **Tecnologia & Vitaminas**. pidolato de calcio es más que una fuente de calcio  
864 altamente disponible. 2016.  
865
- 866 WU, G.; BAZER, F. W.; BURGHARDT, R. C.; JOHNSON, G. A; KIM, S. W.; KNABE, D.  
867 A.; LI, P.; LI, X.; 716 MCKNIGHT, J. R.; SATTERFIELD, M. C.; SPENCER, T. E. Proline  
868 and hydroxyproline 717 metabolism: implications for animal and human nutrition. **Amino**.  
869 2011:

870

871

872

**ARTIGO 2**873 **Miopatias em frangos de corte associadas a densidades nutricionais, picolato de cálcio e**

874

**fontes de lisina na dieta**

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899

900 Artigo redigido conforme normas da revista Journal of Animal Physiology and Animal

901 Nutrition.

902 **Miopatias em frangos de corte associadas a densidades nutricionais, pidolato de cálcio e**

903 **fontes de lisina na dieta**

904

905 **A.H.S Clemente<sup>1</sup>, A.G. Bertechini<sup>1</sup>**

906

907 1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

908 E-mail para correspondência: [clementezootecnista@gmail.com](mailto:clementezootecnista@gmail.com)

909 **Resumo**

910

911 Objetivou-se com essa pesquisa avaliar o efeito de fontes de lisina, densidades nutricionais e  
912 pidolato de cálcio em rações para frangos de corte sobre desempenho, rendimento de cortes,  
913 ocorrência das miopatias *wooden breast (WB)* e *White stripping (WS)*, parâmetros de  
914 qualidade e composição química da carne. Um total de 1440 pintos machos Cobb-500<sup>®</sup> de um  
915 dia provenientes de incubatório comercial foram distribuídos em delineamento experimental  
916 inteiramente casualizado em 48 parcelas contendo 30 aves cada, sendo avaliados oito  
917 tratamentos experimentais no esquema fatorial 2 x 2 x 2 (densidades nutricionais x fontes de  
918 lisina x presença e ausência de PidolinPCa<sup>®</sup> até os 21 dias de idade), e seis repetições por  
919 tratamento. O consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) foram  
920 avaliados aos 21 e 42 dias de idade. Para as características de carcaça foram avaliados os  
921 rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), coxa e sobrecoxas (RCS), asas (RA) e gordura  
922 abdominal (GA). As ocorrências das miopatias *WB* e *WS* foram verificadas por três  
923 avaliadores de acordo com o grau de severidade nos filés de peito. A qualidade da carne foi  
924 mensurada por meio de perda de peso por gotejamento (PPG), pH, cor (L\*, a\* e b\*), perda de  
925 peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC). A composição química dos filés de  
926 peito foi determinada por meio da porcentagem de matéria seca, proteína, colágeno, gordura e  
927 matéria mineral. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do teste  
928 F a 5% de significância. As ocorrências de *WB* e *WS* nos filés de peito foram analisadas por  
929 meio do teste Kruskal-Wallis a 5% de significância. O desempenho das aves foi influenciado  
930 ( $p < 0,05$ ) pelas densidades nutricionais observando-se maior GP, CR e melhor CA no período  
931 em aves que receberam dietas com alta densidade nutricional. Não houve efeito significativo  
932 sobre o desempenho das aves quando utilizou-se diferentes fontes de lisina e a presença ou

933 ausência do pidolato nas rações. O rendimento de carcaça (RC), RP, RCS, RA e GA não  
934 foram influenciados ( $p>0,05$ ) pela utilização das diferentes dietas. Foi observada diferença  
935 ( $p<0,05$ ) para ocorrência das miopatias, sendo observada maior ocorrência de *WB* e *WS* em  
936 filés de peitos de aves alimentadas com dietas com a fonte Lisina HCl. Houve interação  
937 ( $p<0,05$ ) entre as densidades nutricionais e o aditivo pidolato de cálcio para os parâmetros de  
938 cor  $a^*$  e  $b^*$ . A dieta com alta densidade nutricional melhorou o desempenho das aves sem  
939 predispor a ocorrência das miopatias. A ocorrência da miopatia *WS* foi maior quando foi  
940 utilizada a fonte lisina HCL em comparação a fonte lisina  $SO_4$ . O uso de pidolato de cálcio nas  
941 dietas das aves até 21 dias de idade reduz a ocorrência *WS* nos filés de peito das aves.

942

943 **Palavras-chave:** Avicultura. Desempenho produtivo. Qualidade de carne.

## 944 **INTRODUÇÃO**

945

946 O consumo de carne de frango tem aumentado significativamente nos últimos anos devido ao  
947 preço acessível, disponibilidade e diversificação do produto. Entretanto, faz-se necessários  
948 estudos dos efeitos dos nutrientes das rações utilizadas na nutrição de frangos de corte sobre o  
949 desempenho das aves e características físico-químicas da carne. A alta taxa de crescimento  
950 das aves modernas tem aumentado o surgimento de defeitos visuais na carne denominados  
951 *wooden breast (WB)* ou “peito madeira” e *white stripping (WS)* ou “linhas brancas” nos filés  
952 de peito das aves. Os peitos classificados como “amadeirados”, condição descrita como *WB*,  
953 caracteriza-se pela presença de áreas com textura enrijecida na superfície do peito, as quais  
954 são pálidas e com proeminências além de, frequentemente, estarem cobertas por fluido  
955 viscoso transparente ou levemente turvo com petéquias multifocais distribuídas ao longo do  
956 músculo (SIHVO et al. 2014; MUDALAL et al. 2015). Como característica primária do *WB*  
957 ocorre fibrose muscular com substituição de fibras musculares por proteínas da matriz  
958 extracelular, como o colágeno. Porém, Sihvo et al. (2014), ao descrever histologicamente *WB*,  
959 observaram substituição das fibras musculares por tecido conjuntivo através de fibrose ou  
960 pelo acúmulo de tecido conjuntivo no interstício, sem acúmulo significativo de colágeno.

961 O aparecimento de estrias brancas no peito é caracterizado por linhas brancas visíveis,  
962 paralelas à direção das fibras musculares do peito, com variáveis proporções e espessura, de  
963 etiologia ainda desconhecida (KUTTAPPAN et al. 2012). À medida que a gravidade de *WS*  
964 aumenta, há incremento do percentual de gordura, apresentando característica histológica de  
965 adipogênese nos tecidos musculares acometidos. Esta desordem muscular não prejudica  
966 apenas a aparência do produto, assim como as propriedades tecnológicas como capacidade de  
967 retenção de água, textura e perda por cocção (PETRACCI et al., 2013).



968 Segundo Zanetti et al. (2018), as perdas econômicas associadas às alterações *WB* e *WS* em  
969 frangos de corte de uma empresa comercial brasileira, calculadas a partir do valor do peito de  
970 frango, alcançaram o valor de R\$5,90 o quilograma, com cerca de 0,8% dos peitos  
971 desqualificados devido à estas alterações. A seleção genética para crescimento de massa  
972 muscular peitoral tem sido realizada por meio da hipertrofia das fibras musculares, resultando  
973 em aumento do diâmetro das fibras, redução do espaço disponível para o tecido conjuntivo e  
974 aumento na degeneração muscular. Para que de fato a ave tenha melhoria no desempenho  
975 produtivo e conseqüentemente aumento no rendimento de cortes por meio da hipertrofia das  
976 fibras musculares é necessária à presença de nutrientes específicos como aminoácidos e  
977 suprimento energético para o atendimento das exigências para crescimento de massa  
978 muscular. Dessa forma objetivou-se avaliar duas fontes de lisina (L-lisina HCl e L-lisina SO<sub>4</sub>,  
979 presença e ausência de pidolato de cálcio e duas densidades nutricionais (alta e baixa) sobre o  
980 desempenho produtivo, rendimento de cortes, qualidade de carne e ocorrência de *WB* e *WS*  
981 em peitos de frangos de corte de alto desempenho.

982

## 983 **MATERIAL E MÉTODOS**

984

985 Todos os procedimentos utilizados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais  
986 (CEUA), sob nº027/2019 pela Universidade Federal de Lavras. O experimento foi realizado  
987 em Lavras, MG, Brasil.

988

989 Animais e delineamento experimental

990 Foram utilizados 1440 pintos machos Cobb 500<sup>®</sup> de um dia, oriundos de incubatório  
991 comercial vacinados contra a doença de Marek e Gumboro (vetorizada). Provenientes de

992 matrizes Cobb 500<sup>®</sup> de 40 a 46 semanas de idade, os pintinhos foram distribuídos em  
993 delineamento experimental inteiramente casualizado em 48 parcelas contendo 30 aves cada,  
994 onde receberam oito tratamentos experimentais no esquema fatorial 2x2x2, sendo duas  
995 densidades nutricionais (alta e baixa), duas fontes de lisina (Lisina HCL e Lisina SO<sub>4</sub>),  
996 utilização de Pidolato de cálcio (presença e ausência nas rações até 21 dias de idade),  
997 totalizando seis repetições por tratamento. As parcelas (boxes), com dimensão de 2 x 1,5m,  
998 foram compostas por comedouros do tipo tubular e bebedouros do tipo pendular e  
999 aquecimento de ambiente por fornalha aquecedora com controle automático de temperatura  
1000 até 14 dias de idade. O galpão é forrado e possuiu cortinas e ventiladores para controle  
1001 térmico no seu interior. Alimentação e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o  
1002 período experimental. O programa de luz foi de 24L:0E de 1 a 14 dias e 16L:8E de 15 a 42  
1003 dias. A temperatura média do ambiente na primeira semana foi de 32,1±1,3°C e umidade  
1004 67%± 1,0 segunda semana 28,0 ±1,4°C e umidade 70% ± 1,0 e a partir de 14 dias foi de  
1005 25,8±1,3e a média de umidade relativa do ar foi 62% ±1,0.

1006

1007 Dietas experimentais

1008

1009 As rações foram compostas de milho e farelo de soja sendo formuladas mantendo a relação  
1010 aminoácidos/energia em cada fase do estudo, seguindo as recomendações nutricionais de  
1011 Rostagno et al., (2017). As composições nutricionais das rações experimentais estão  
1012 apresentadas nas tabelas um e dois para as fases de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias,  
1013 respectivamente. O aditivo pidolato de cálcio foi utilizado nas rações apenas na fase de 1 a 21  
1014 dias de idade por recomendação do fabricante.

1015

1016 Desempenho produtivo

1017

1018 Para determinar o desempenho, todas as aves de cada parcela foram pesadas no primeiro dia,  
1019 no 21<sup>o</sup> e aos 42 dias de idade. O ganho de peso aos 21 dias foi calculado descontando-se o  
1020 peso inicial dos pintinhos aos 21 dias. O ganho de peso aos 42 dias foi obtido descontando-se  
1021 peso vivo no primeiro dia de idade das aves. O consumo de ração foi obtido pela diferença  
1022 entre a ração fornecida e a sobra no final de cada período experimental. A conversão  
1023 alimentar foi calculada com base no consumo médio de ração e o ganho médio de peso das  
1024 aves ao final de cada fase.

1025

1026 Rendimento de carcaça e de cortes

1027

1028 Aos 42 dias foram avaliados os rendimentos de carcaça, de cortes e porcentagem de gordura  
1029 abdominal. Cinco aves por parcela, com o peso corporal próximo ao peso corporal médio da  
1030 parcela, foram submetidas a jejum alimentar por oito horas e abatidas por deslocamento  
1031 cervical, sangradas, escaldadas por três minutos a 55°C, depenadas e evisceradas. Após a  
1032 pesagem das carcaças, os peitos, as asas, as pernas das aves (coxa e sobrecoxa) e a gordura  
1033 abdominal (constituída pelo peso do tecido adiposo presente ao redor da cloaca) foram  
1034 separados para determinação do rendimento de carcaça, cortes e porcentagem de gordura  
1035 abdominal.

1036 Para determinação do rendimento de carcaça foi considerada a carcaça eviscerada, sem pés,  
1037 cabeça e pescoço em relação ao peso vivo de abate. Os cortes de peito, pernas e asas, bem  
1038 como a % gordura abdominal tiveram seus rendimentos determinados em relação ao peso da  
1039 carcaça eviscerada.

1040

1041 Avaliação dos escores de *WB* e *WS*

1042

1043 A mensuração de ocorrência das miopatias peitorais metabólicas foram realizadas por três  
1044 avaliadores treinados por meio da comparação visual com os padrões com avaliação dos  
1045 escores que foram visualizados nos peitos de cinco frangos por unidade experimental, aos 42  
1046 dias de idade, logo após o abate. Os filés de peito foram desossados e foram visualmente  
1047 separados em grupos pela presença ou ausência de *WB* e *WS*.

1048 Todos os filés de peito foram classificados em: escore 0 - normal: ausência de dureza e  
1049 palidez; escore 1 - presença suave de dureza e/ou palidez: filé levemente afetado nas áreas  
1050 caudal e/ou cranial; escore 2 - presença moderada de dureza e/ou palidez: moderadamente  
1051 afetado ao longo dos filés; e escore 3 - grave: filés com hemorragia superficial e presença de  
1052 exsudato na superfície muscular, de acordo com descrito por Cruz et al. (2016).

1053 Os filés de peito que apresentaram *WS* foram classificados em escores de acordo com  
1054 Kuttappan et al. (2013) como: escore 0 - normal: sem quaisquer linhas brancas distintas;  
1055 escore 1 - moderado: apresentando linhas brancas paralelas às fibras musculares, com  
1056 espessura < 1 mm; e escore 2 - grave: exibindo linhas brancas paralelas às fibras musculares,  
1057 com espessura > 1 mm.

1058

1059 Qualidade de carne

1060

1061 As análises de qualidade de carne do peito foram realizadas 24 horas *post-mortem* no músculo  
1062 peitoral maior (*Pectoralis major*) de cinco aves por parcela, totalizando 240 aves.

1063 A coloração da carne foi determinada utilizando-se o colorímetro (Minolta, CR 400, New  
1064 Jersey, USA) mediante leitura em três pontos distintos do peito após exposição da carne ao  
1065 ambiente por 30 minutos, de acordo com o sistema CIELAB, por meio de leituras de  
1066 reflectância de luz em três coordenadas: L\* (luminosidade), a\* (teor de vermelho) e b\* (teor  
1067 de amarelo), do músculo *Pectoralis major* na superfície ventral e no meio da seção cranial  
1068 (HONIKEL, 1998). Os valores de pH foram obtidos por meio de inserção do eletrodo (Homis,  
1069 HI8314, São Paulo, Brasil) com sistema de identificação digital e sensor de compensação de  
1070 temperatura (Digimed, model 530, Campo Grande, Brasil).

1071 A perda de água por exsudação (*drip loss*) foi realizada após 24 horas do abate de acordo  
1072 com a metodologia proposta Honikel (1998), em duplicata. Foram utilizadas amostras de 2,5  
1073 cm<sup>3</sup> de carne de peito suspensas em redes de nylon seladas dentro de potes plásticos  
1074 hermeticamente fechados, as quais permaneceram em câmara fria (1 - 4°C) por 24 horas. A  
1075 porcentagem de perda de água por gotejamento foi obtida por meio da diferença entre o peso  
1076 inicial e o peso final da amostra, dividido pelo peso inicial e multiplicado por 100. Para  
1077 determinação da perda de peso por cozimento, as amostras (um filé de aproximadamente 150  
1078 gramas) após serem devidamente identificadas e pesadas em balança semi-analítica, foram  
1079 embaladas em papel alumínio e mantidas em chapa elétrica até atingirem 85°C, utilizando-se  
1080 termômetro digital para aferir a temperatura interna do corte e o cozimento cessado quando  
1081 atingisse 71°C. Após o resfriamento à temperatura ambiente, as amostras foram pesadas em  
1082 balança semi-analítica e por meio da diferença do peso inicial (peito *in natura*) e final (peito  
1083 cozido), foi calculada a perda de peso por cozimento, segundo metodologia adaptada de  
1084 Honikel (1998). Para mensuração da força de cisalhamento, foi utilizado o equipamento  
1085 TextureAnalyzer TA-XT Enhanced acoplado à probe Warner-Bratzler. Os valores de força de  
1086 cisalhamento (kgf) corresponderam à força máxima necessária para cortar as amostras.

1087 Durante a realização do teste, os cortes foram padronizados no formato de paralelepípedos  
1088 com 2,0 x 2,0 x 5,0 cm e posicionados no equipamento com a orientação das fibras  
1089 musculares no sentido perpendicular à lâmina Warner-Bratzler®.

1090 A composição centesimal foi determinada por meio do NIRS – Foss FoodScan™. As  
1091 amostras foram trituradas e homogeneizadas, e para este equipamento a metodologia seguida  
1092 foi o método 2007.04 (A. O. A. C, 2012): umidade, proteína, gordura, colágeno e matéria  
1093 mineral (cinzas) em carne utilizando o Espectrofotômetro Infravermelho Próximo (NIR)  
1094 FOSS FoodScan™ com modelo de calibração de rede neural artificial e banco de dados  
1095 associado.

1096

1097 Análise Estatística

1098

1099 Os dados obtidos na presente pesquisa foram submetidos à análise estatística por meio do  
1100 programa SISVAR (Ferreira 2014) utilizando o teste Tukey a 5% de significância. Para os  
1101 dados de score e ocorrência de WB e WS foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis a 5% de  
1102 significância.

1103

## 1104 **RESULTADOS**

1105

1106 O desempenho das aves não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelas fontes de lisina e pelo aditivo  
1107 pidolato de cálcio. Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os fatores utilizados no ensaio  
1108 experimental. O desempenho das aves foi influenciado ( $P<0,05$ ) pelo plano de alimentação. O  
1109 alto plano de alimentação quando utilizado nas dietas para as aves, proporcionou redução no  
1110 consumo de ração (CR), aumento no ganho de peso (GP) e melhoria nos valores de conversão  
1111 alimentar (CA) quando comparado à dieta baixo plano de alimentação.

1112 Na tabela 3 são apresentados os resultados para o desempenho produtivo das aves aos 42  
1113 dias de idade de acordo com os tratamentos experimentais. Houve diferença ( $P<0,05$ ) para o  
1114 consumo de ração de acordo com as fontes de lisina utilizadas na dieta das aves. A lisina  $SO_4$   
1115 proporcionou redução no consumo de ração das aves quando comparada a fonte lisina HCL.  
1116 O GP e CA das aves foram semelhantes entre as fontes de lisina utilizadas. Em relação à  
1117 presença ou ausência do aditivo pidolato de cálcio nas dietas das aves, a ausência do aditivo  
1118 promoveu redução nos valores de conversão alimentar das aves. O desempenho produtivo das  
1119 aves foi influenciado ( $P<0,05$ ) pela densidade nutricional aplicada em dietas fornecidas para  
1120 as aves. Houve redução no CR, aumento no ganho de peso e melhoria nos valores de CA  
1121 quando o plano de alimentação foi aplicado às dietas experimentais. Os resultados de  
1122 desempenho produtivo observados pelas aves aos 42 dias de idade assemelham-se aos  
1123 resultados de desempenho produtivo na fase de 1 a 21 dias de idade (tabela 3). Houve  
1124 interação ( $P<0,05$ ) entre as fontes de lisina e presença e ausência do aditivo pidolato de cálcio  
1125 sobre o CR das aves (Tabela 4). Foi observada redução no CR das aves que receberam dietas  
1126 onde foi utilizada a fonte lisina  $SO_4$  e adição do pidolato de cálcio. Houve interação ( $P<0,05$ )  
1127 entre os planos de alimentação e presença e ausência do aditivo pidolato de cálcio para a CA  
1128 das aves (Tabela 5). A alta densidade nutricional associada à ausência do aditivo  
1129 proporcionou redução nos valores de conversão alimentar.

1130 Os resultados para o rendimento de carcaça, cortes e gordura abdominal são apresentados  
1131 na tabela 3. Não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) entre os fatores e não houve interação  
1132 significativa para os rendimentos de carcaça (RC), peito (RP), asas (RA) e gordura abdominal  
1133 das aves aos 42 dias de idade.

1134 Na tabela 8 são demonstrados os tratamentos experimentais e a interação entre as fontes de  
1135 lisina, aditivo pidolato de cálcio e planos de alimentação em relação à ocorrência das

1136 miopatias peitorais. Observou-se que a utilização de lisina HCL combinada com a presença de  
1137 pidolato de cálcio nas dietas associado ao plano baixo de alimentação proporcionou maior  
1138 ocorrência de *WS* nos filés de peito das aves.

1139 A maior ocorrência de *WB* foi verificada nos filés de aves alimentadas com dietas contendo  
1140 alto nível nutricional com utilização de lisina SO<sub>4</sub> e ausência de pidolato de cálcio. As aves  
1141 que receberam dietas em que foram utilizadas a lisina SO<sub>4</sub>, o alto plano de alimentação e a  
1142 presença de pidolato (tratamento 8) em comparação as aves que foram alimentadas com dietas  
1143 contendo a mesma fonte de lisina e o mesmo plano de alimentação e ausência de pidolato  
1144 (tratamento 7) apresentaram menor ocorrência de *WB* e *WS* nos filés de peito.

1145 Na tabela 3 estão demonstrados os resultados para a qualidade de carne do *Pectoralis major*  
1146 de frangos de corte aos 42 dias de idade. Não houve diferença significativa para a perda de  
1147 peso por gotejamento, cozimento e força de cisalhamento pra os diferentes fatores nutricionais  
1148 avaliados. Foi observada diferença significativa para os valores de pH da carne em relação as  
1149 fontes de lisina. A utilização de lisina SO<sub>4</sub> proporcionou redução nos valores de pH da carne  
1150 quando comparadas a lisina HCl. Houve interação significativa entre o plano de alimentação e  
1151 aditivo pidolato de cálcio na cor da carne (a\*) (Tabela 6). A presença do aditivo pidolato de  
1152 cálcio na dieta das aves associada ao plano de alimentação proporcionou aumento nos valores  
1153 do parâmetro a\* referente à qualidade da carne do peito. Houve interação significativa entre o  
1154 plano de alimentação e aditivo pidolato de cálcio sobre a cor da carne (Tabela 7). A  
1155 associação entre o plano de alimentação baixo associado à presença de pidolato de cálcio nas  
1156 dietas proporcionou aumento no valor do parâmetro b\* referente a qualidade de carne.

1157 Os resultados para a composição química da carne do *Pectoralis major* de frangos de corte  
1158 são apresentados na tabela 3. Não houve diferença significativa para os valores de matéria  
1159 seca, colágeno, gordura e matéria mineral da carne. Foi observada diferença (P<0,05) para a



1160 porcentagem de proteína da carne de aves alimentadas com dietas contendo a fonte de lisina  
1161  $\text{SO}_4$  quando comparada a fonte de lisina HCl. A maior concentração de proteína com a  
1162 utilização de lisina  $\text{SO}_4$  pode estar relacionada a sua composição química que além de  
1163 carboidratos e lipídeos, contêm 11% a mais de aminoácidos que a fonte lisina HCl, sendo  
1164 destinados a síntese de proteínas musculares. Não houve interação significativa entre os  
1165 fatores para as variáveis referentes a composição química da carne de frangos de corte.

1166

## 1167 **DISCUSSÃO**

1168

1169 Desempenho produtivo e rendimento de cortes

1170

1171 Em pesquisas realizadas por Abouelezz et al (2019), avaliando níveis crescentes de energia  
1172 metabolizável em dietas para frangos de corte de crescimento lento verificou redução no  
1173 consumo de ração e melhores valores de conversão alimentar para aves que foram  
1174 alimentadas com dietas contendo 3095 a 3236 kcal/kg de ração. Os resultados observados  
1175 corroboram com os resultados do presente trabalho em que aves de alto desempenho  
1176 alimentadas com dietas com alta densidade nutricional demonstraram menor consumo de  
1177 ração e redução nos valores de conversão alimentar. Infante-Rodríguez et al (2016), utilizando  
1178 diferentes concentrações energéticas verificou que 3040 kcal/kg para a fase de 1 a 21 dias  
1179 (crescimento) e 3120 kcal/kg para a fase final de criação proporcionou menor consumo de  
1180 ração, melhor valor de conversão alimentar e inalteração nos parâmetros de rendimento de  
1181 cortes das aves. A alta densidade nutricional utilizado na pesquisa, contendo níveis  
1182 energéticos de 3050 e 3200 kcal/kg para as fases de crescimento e fase final de criação,  
1183 respectivamente, proporcionaram menor consumo de ração, redução na conversão alimentar

1184 ganho de peso superior. Entretanto, o rendimento de cortes não foi influenciado pelas  
1185 densidades nutricionais utilizados. Cruz et al (2016) avaliando a suplementação de níveis  
1186 crescentes de lisina HCl (0,68% a 1,08%) verificou maiores peso corporal, peso de carcaça e  
1187 peso de peito das aves que receberam o maior nível de lisina (1,08%), diferente dos resultados  
1188 obtidos neste trabalho e que foram utilizados foram 1,00% e 1,30% na fase de crescimento (1-  
1189 21 dias), 0,95% e 1,25% de lisina e não foram observadas diferenças para o desempenho  
1190 produtivo e rendimento de carcaça e cortes.

1191

1192 Ocorrência da miopatias *WB* e *WS*

1193

1194 Em pesquisas realizadas por Cruz et al. (2016), levantaram a hipótese de que os altos níveis  
1195 de lisina da dieta estariam associados a ocorrência das miopatias, no entanto, em pesquisa, na  
1196 qual as aves foram desafiadas com baixos e altos níveis desse aminoácido não se  
1197 correlacionaram com esses problemas metabólicos em frangos de corte. Os mesmos autores  
1198 relataram maiores incidências de peito amadeirado e estrias brancas para as aves que  
1199 receberam maiores níveis de lisina HCl e que também apresentaram os maiores ganhos de  
1200 peso. A utilização de lisina HCl no plano baixo de alimentação (0,95% de lisina) associada  
1201 com a presença do aditivo pidolato de cálcio na dieta proporcionaram maior ocorrência de *WS*  
1202 (63,16%) no peito das aves. A presença da lisina HCl aumentou a ocorrência de *WS* nos filés  
1203 das aves que receberam dietas com esse aminoácido quando comparado a ocorrência da  
1204 miopatia em questão em files de aves alimentadas com dietas contendo lisina  $SO_4$ . Os  
1205 resultados observados indicam que o nível de 0,95% de lisina HCl demonstra ação efetiva na  
1206 ocorrência de *WS*. A presença de pidolato de cálcio proporcionou redução na ocorrência de  
1207 *WB* e este resultado pode estar relacionado ao aditivo ser precursor de arginina. Esse

1208 aminoácido pela via do catabolismo origina oxido nítrico que é uma molécula importante por  
1209 sua função em aumentar a vascularização por meio dos capilares e evitando condições de  
1210 hipóxia celular e consequentemente reduzindo danos ao musculo como observados em filés  
1211 de frangos de corte afetados por *WB* (LIU et al., 2012)

1212

1213 Propriedades tecnológicas da carne

1214

1215 Os valores de pH em carne de frangos de corte é uma característica influenciada por fatores  
1216 pré-abate sendo modificado durante a transformação do musculo em carne. Foi observado que  
1217 a fonte de lisina HCl proporcionou maior valor de pH na carne das aves. Valores de pH  
1218 superiores a 5,0 podem modificar outras características relacionada a qualidade da carne como  
1219 a perda de peso por cozimento, gotejamento e modificação da coloração da carne. Segundo  
1220 Anadon (2002), a redução nos valores de pH provoca maior desnaturação das proteínas  
1221 miofibrilares, aumenta a dispersão das da luz gerando maior opacidade da carne. Os valores  
1222 de pH não diferiram entre os diferentes fatores nutricionais e ocorrência de *WB* e *WS*  
1223 avaliados na pesquisa e estes resultados estão de acordo com pesquisas realizadas por Soglia  
1224 et al. (2016) que avaliaram o valor de pH em filés afetados por *WB* e hipotetizaram que altos  
1225 valores de pH na carne podem estar relacionados a alteração na utilização de glicogênio  
1226 podendo resultar em depleção de glicogênio.

1227 A aparência da carne reflete de forma precisa sobre a decisão de compra pelo consumidor e  
1228 entre os aspectos observados encontram-se suculência e a firmeza da carne. A suculência da  
1229 carne está diretamente relacionada a capacidade das miofibrilas em reter água favorecendo  
1230 assim uma menor perda de agua durante o cozimento da carne. O aumento na concentração de  
1231 ácido láctico promove queda nos valores de pH causando desnaturação das proteínas. A perda

1232 de solubilidade das proteínas faz com que ocorra o ponto isoelétrico onde as cargas positivas e  
1233 negativas se atraem diminuindo a reação com água aumentando a formação do complexo  
1234 actomiosina que influi sobre a textura da carne.

1235 A textura da carne é uma característica diretamente relacionada com quantidade de água  
1236 aprisionada entre a miofibrilas estando relacionada também aos valores de pH que reduzem  
1237 para ocorra a transformação do músculo em carne. Malila et al (2018), avaliando a ocorrência  
1238 de *WB* e *WS* em frangos de corte, verificaram que com o aumento no grau de severidade das  
1239 miopatias observaram maior perda de peso por gotejamento em função da menor capacidade  
1240 de retenção de água e aumento na perda de peso por cozimento. Os resultados obtidos no  
1241 presente trabalho não corroboram com os resultados observados por Malila et al (2018), não  
1242 sendo identificadas mudanças nas perdas de peso por gotejamento e cozimento e alteração na  
1243 textura da carne. Os resultados são controversos podendo estar relacionado aos diferentes  
1244 graus de miopatia observados filés de frangos de corte nos diferentes estudos.

1245

1246 Cor objetiva

1247

1248 A coloração da carne é definida primariamente por meio dos pigmentos mioglobina,  
1249 hemoglobina e citocromo C e fatores nutricionais que interfiram sobre tais pigmentos  
1250 influenciam diretamente sobre a qualidade da carne. O parâmetro L relacionado à  
1251 luminosidade da carne não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelos diferentes fatores nutricionais.  
1252 Diversos fatores podem influenciar sobre esse parâmetro como temperatura durante o  
1253 processo de escaldagem das aves que pode promover o cozimento e conseqüentemente  
1254 promover maior palidez, assim como os valores reduzidos de pH que podem causar dispersão  
1255 das proteínas miofibrilares pelo processo de desnaturação. Os parâmetros a e b relacionados

1256 aos pontos de vermelho e amarelo respectivamente foram influenciados quando houve  
1257 interação entre as densidades nutricionais e utilização de pidolato de cálcio. A concentração  
1258 dos ingredientes na ração atendeu as exigências nutricionais das aves, porém, a dieta  
1259 denominada baixo densidade nutricional possui maior concentração de milho que apresenta  
1260 em sua composição alta concentração de betacaroteno que tem como função principal  
1261 pigmentar a pele e tecidos das aves. Em pesquisas realizadas por Mutryn et al (2015),  
1262 relataram que o parâmetro 'a' referente ao índice de vermelho da carne pode estar relacionado  
1263 ao maior conteúdo de mioglobina devido a troca do tipo de fibra fenômeno que ocorreu em  
1264 *WB* levou a uma expressão mais elevada de genes da mioglobina. Em pesquisas realizadas por  
1265 Dalle Zotte et al. (2017) observaram aumento dos índices de amarelo da carne estando de  
1266 acordo com os resultados da ocorrência de *WS* em pesquisas realizadas por Petracci et al  
1267 (2013). Em resultados de ocorrência de *WB* em trabalhos conduzidos por Mudalal et al.  
1268 (2015), estes afirmam que filés afetados pelas miopatias quando comparados a filés não  
1269 afetados expressam tons mais amarelados devido a grave resposta fibrótica. A interação  
1270 ocorrida entre o plano baixo de alimentação e presença de pidolato para o parâmetro 'b' pode  
1271 ser explicada pelo resultado das ocorrências de *WS* e *WB*, terem sido relativamente elevadas  
1272 em filés de aves alimentadas com dietas contendo plano baixo de alimentação e pidolato de  
1273 cálcio corroborando com os resultados encontrados pelos autores citados anteriormente. Por  
1274 outro lado, o aditivo pidolato de cálcio, por sua atuação como percussor de arginina possui  
1275 efeito estimulante de angiogênese, estimulando a maior vascularização e maior transporte de  
1276 oxigênio influenciando sobre a cor dos filés de peito das aves.

1277

1278 Composição química

1279

1280 Não foram observadas diferenças para as diferentes densidades nutricionais sobre a  
1281 composição química da carne de frangos de corte. O resultado observado difere dos  
1282 encontrados por Infante-Rodríguez et al (2016) que verificou aumento na concentração de  
1283 proteína, umidade e matéria mineral da carne do *Pectoralis major* de aves que receberam  
1284 dietas contendo 3120 kcal/kg. Em outra pesquisa, Marcu et al. (2013) utilizando dietas  
1285 contendo 2950, 3100 e 3250 kcal/kg de energia metabolizável, observaram efeito quadrático  
1286 para a gordura e proteína bruta do peito das aves e foram maiores quando utilizaram 3100  
1287 kcal/kg. Os resultados do presente trabalho, onde foram utilizados 3050 e 3200 kcal/kg de  
1288 energia metabolizável, diferem dos resultados observados por Marcu et al (2013), não sendo  
1289 observada diferença para a concentração de gordura e proteína bruta nas carnes. Petracci et al.  
1290 (2014) verificou redução na concentração de proteína e aumento na concentração de gordura e  
1291 colágeno nos filés de peito de aves que possuíram maior grau de severidade da miopatia WS,  
1292 não corroborando com os resultados da presente pesquisa em que os conteúdos de gordura e  
1293 colágeno se mantiveram constantes em todos os fatores nutricionais. De acordo com os  
1294 resultados observados por Kuttapanet al (2012), os autores concluíram que a miopatia em  
1295 questão promove degeneração a fibras musculares promovendo assim maior acúmulo de  
1296 gordura e aumento no conteúdo de células do sistema imune. No presente trabalho não houve  
1297 modificação na composição química da carne e os resultados não corroboram com os  
1298 observados por Malila et al (2018) que verificaram aumento no teor de umidade, gordura,  
1299 redução na concentração de proteína e aumento na relação gordura/proteína de frangos  
1300 afetados por WB e WS. O conteúdo de colágeno na carne aumenta de acordo com a idade das  
1301 aves e sendo que níveis aceitáveis encontram-se em torno de 0,8 a 1,2%, sendo valores acima  
1302 dos obtidos no presente trabalho. Porém a ocorrência das miopatias pode influenciar sobre a  
1303 concentração de colágeno na carne como foi observado nas pesquisas de Malila et al (2018)

1304 que verificaram aumento no conteúdo de colágeno nos filés de aves afetadas por *WB* e *WS*  
1305 quando comparados a filés de aves não afetadas pelas miopatias, resultado que difere no  
1306 presente trabalho, no qual o conteúdo de colágeno permaneceu constante, independente da  
1307 utilização dos fatores nutricionais.

1308

## 1309 **CONCLUSÕES**

1310

1311 A utilização do aditivo pidolato de cálcio não influenciou o desempenho, rendimento  
1312 de carcaça e cortes.

1313 Os parâmetros *a\**(vermelho) e *b\**(amarelo) relacionado à coloração do peito das aves  
1314 foram aumentados com a utilização do aditivo.

1315 As fontes de lisina utilizadas não afetaram o desempenho, rendimento de cortes e  
1316 qualidade de carne das aves. A ocorrência da miopatia *WS* foi maior quando foi utilizada a  
1317 fonte lisina HCL em comparação a fonte lisina SO<sub>4</sub>.

1318 O uso de pidolato de cálcio nas dietas para aves até 21 dias de idade reduz a  
1319 ocorrência *WS* no filé de peito das aves.

1320

## 1321 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1322

1323 ABOUELEZZ, KFM, WANG Y, WANG W, LIN X, LI L, GOU Z, FAN Q, JIANG S.

1324 Impacts of Graded Levels of Metabolizable Energy on Growth Performance and Carcass

1325 Characteristics of Slow-Growing Yellow-Feathered Male Chickens. **Animals (Basel)**. 2019

1326 doi: 10.3390/ani9070461

1327

- 1328 ANADÓN, H. L. S. **Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat**  
1329 **quality of broilers.** 2002. 171f.  
1330
- 1331 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of**  
1332 **analysis.**16th ed. Washington, DF, 1995.1018p. Supplement, 1998.  
1333
- 1334 CRUZ, R.F.A.; VIEIRA, S.L.; KINDLEIN, L. et al. Occurrence of white striping and wooden  
1335 breast in broilers fed grower and finisher diets with increasing lysine levels. **Poultry**  
1336 **Science**, v.96, p.501-510, 2016. doi: 10.3382/ps/pew310  
1337
- 1338 DALLE ZOTTE, A., TASONIERO, G., PUOLANNE, E., REMIGNON, H., CECCHINATO,  
1339 M., CATELLI, E., CULLERE, M. Effect of wooden breast appearance on poultry meat  
1340 quality, histological traits, and lesions characterization. **Czech J. Anim. Sci.** 62, 51–  
1341 57.2017.doi.org/10.17221/54/2016-CJAS  
1342
- 1343 HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat.  
1344 **Meat Science**, v.49, p.447-457, 1998.doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5  
1345
- 1346 INFANTE-RODRÍGUEZ, F; SALINAS-CHAVIRA, J; MONTAÑO-GÓMEZ, MF;  
1347 MANRÍQUEZ-NUÑEZ, OM; GONZÁLEZ-VIZCARRA, VM; GUEVARA-  
1348 FLORENTINO, OF; RAMÍREZ DE LEÓN, JA. Effect of diets with different energy  
1349 concentrations on growth performance, carcass characteristics and meat chemical  
1350 composition of broiler chickens in dry tropics. **Springerplus.** 2016;5(1):1937. 2016.  
1351 DOI:10.1186/s40064-016-3608-0



1352

1353 KUTTAPPAN, V. A., S. D. GOODGAME, C. D. BRADLEY, A. MAUROMOUSTAKOS,  
1354 B. M. HARGIS, P. W. WALDROUP, AND C. M. OWENS. Effect of different levels of  
1355 dietary vitamin E (dl- $\alpha$ - tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white  
1356 striping on broiler breast fillets. **Poult. Sci.** 91:3230-3235.2012.DOI:10.3382/ps.2012-  
1357 02397

1358

1359 KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; MAUROMOUSTAKOS, A; MCKEE,  
1360 SR; EMMERT,JL; MEULLENET, JF, OWENS, CM. Estimation of factors associated  
1361 with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v.92, p.811-  
1362 819, 2013.DOI:10.3382/ps.2012-02506

1363

1364 MALILA Y; CHUPAJ, J U; SRIMARUT, Y; CHAIWIWATTRAKUL, P;  
1365 UENGWETWANIT, T; ARAYAMETHAKORN, S; PUNYAPORNWITHAYA, V;  
1366 SANSAMUR, C; KIRSCHKE, CP; HUANG L; TEPAAMORNDECH, S; PETRACCI, M;  
1367 RUNGRASSAMEE, W; VISESSANGUAN, W. Monitoring of white striping and wooden  
1368 breast cases and impacts on quality of breast meat collected from commercial broilers  
1369 (*Gallus gallus*). **Asian-Australas J Anim Sci.** 31(11):1807–1817.  
1370 2018;0.5713/ajas.18.0355

1371

1372 MARCU, A; VACARU-OPRIȘ, I; DUMITRESCU, G; MARCU, A; PETCULESCU, CL;  
1373 NICULA, M; DRONCA, D; KELCIOV, B. Effect of diets with different energy and  
1374 protein levels on breast muscle characteristics of broiler chickens. **Pap Anim Sci**  
1375 **Biotechnol** 46:333–340. 2013.

1376

1377 MUDALAL, S.; LORENZI, M.; SOGLIA, F; PETRACCI, M. Implications of white striping  
1378 and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat.  
1379 **Animal: An International Journal of animal bioscience**, v.9, p.728-734, 2015. doi:  
1380 10.1017/S175173111400295X

1381

1382 MUTRYN MF, BRANNICK EM, FU W, LEE WR, ABASHT B. Characterization of a novel  
1383 chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using  
1384 RNA-sequencing. **BMC Genomics**.16: 399.2015;DOI 10.1186/s12864-015-1623-0

1385

1386 PETRACCI, M., MUDALA, S., BONFIGLIO, A., CAVANI, C. Occurrence of white striping  
1387 under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens.  
1388 **Poultry Science**, v.92, p.1670–1675, 2013. doi: 10.3382/ps.2012-03001.

1389

1390 PETRACCI, M., MUDALAL, S., BABINI, E CAVANI, C. Effect of white striping on  
1391 chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. 2014. **Italian Journal**  
1392 **of Animal Science** 13: 179-183. doi.org/10.4081/ijas.2014.3138

1393

1394 ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA,  
1395 N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.V.; RODRIGUES, P.B.;  
1396 OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Tabelas brasileiras para aves e**  
1397 **suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4a edição. Viçosa, MG:  
1398 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017. 488p.

1399

- 1400 SIHVO, H.K; IMMONEN, K; PUOLANNE, E. Myodegeneration with fibrosis and  
1401 regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. **Veterinary Pathology**, v.51, p.619-  
1402 623, 2014. doi: 10.1177/0300985813497488  
1403
- 1404 SOGLIA F., MUDALAL S., BABINI E., DI NUNZIO M., MAZZONI M., SIRRI F.,  
1405 CAVANI C., PETRACCI M. (2016): Histology, composition, and quality traits of chicken  
1406 Pectoralis major muscle affected by wooden breast abnormality. **Poultry Science**, 95, 651–  
1407 659. doi: 10.3382/ps/pev353  
1408
- 1409 ZANETTI, M.A.; TEDESCO, D.C.; SCHNEIDER, T. et al. Economic losses associated with  
1410 Wooden Breast and White Striping in broilers. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, p.887-  
1411 892, 2018.DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p887>

1412 Tabela 1. Composição das dietas experimentais de 1 a 21 dias de idade das aves.

Ingredientes (%)	Fontes de Lisina							
	L- Lisina HCL				Lisina			
Pidolato de Cálcio %	0,0	0,030	0,0	0,030	0,0	0,030	0,0	0,030
Milho 7,88%	65,909	65,909	57,762	57,762	65,909	65,909	57,762	57,762
Farelo soja 45,0%	30,300	30,300	34,974	34,974	30,300	30,300	34,974	34,974
Óleo de soja	0,407	0,407	3,053	3,053	0,407	0,407	3,053	3,053
Fosfato bicálcico	1,027	1,027	0,988	0,988	1,027	1,027	0,988	0,988
Sal	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456
Calcário	0,743	0,743	0,959	0,959	0,743	0,743	0,959	0,959
DL-metionina-99%	0,206	0,206	0,393	0,393	0,206	0,206	0,393	0,393
L-Lisina-HCl-78%	0,117	0,117	0,360	0,360	0,0	0,0	0,0	0,0
L-Lisina-SO <sub>4</sub> -78%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,130	0,130	0,401	0,401
L-Treonina-98%	0,005	0,005	0,144	0,144	0,005	0,005	0,144	0,144
L-Valina-98%	0,005	0,005	0,086	0,086	0,005	0,005	0,086	0,086
Suplemento Vitaminas <sup>†</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Minerais <sup>‡</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Salinomicina, 12%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Colina-Cl, 60%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Bacitracina-Zn, 12%	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Fitase <sup>§</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (caulim)	0,500	0,470	0,500	0,470	0,500	0,470	0,500	0,470
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Nutricional Calculada</b>								
EM, kcal/kg	2900	2900	3050	3050	2900	2900	3050	3050
Proteína bruta, %	19,3	19,3	21,0	21,0	19,3	19,3	21,0	21,0
Extrato Etéreo, %	4,422	4,422	6,122	6,122	4,422	4,422	6,122	6,122
Lisina dig., %	1,000	1,000	1,300	1,300	1,000	1,000	1,300	1,300
Arginina dig., %	1,179	1,179	1,309	1,309	1,179	1,179	1,309	1,309
Met.+Cis. dig., %	0,811	0,811	0,962	0,962	0,811	0,811	0,962	0,962
Cálcio, %	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Fósforo disp., %	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430
Sódio, %	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

1413 <sup>†</sup>Suplementando por kg de ração: vitamina A – 8.250 UI; vitamina D3 – 2.090 UI; vitamina E - 31 UI;  
 1414 vitamina B1 - 2,20 mg; vitamina B2 - 5,50 mg; vitamina B6 - 3,08 mg; vitamina B12 - 0,013 mg;  
 1415 Niacina - 33,0 mg; Ác. Pantotênico - 11,0 mg; vitamina K<sub>3</sub> - 1,65 mg; Ác. Fólico - 0,770 mg; Biotina -  
 1416 0,077 mg; Colina Cl (60%) -1,0 g.

1417 <sup>‡</sup>Suplementando por kg de ração: Selênio - 0,330 mg; Manganês -77 mg; Ferro - 55 mg; Zinco - 71,5  
 1418 mg; Cobre - 11 mg; Iodo - 1,10 mg, Boro - 42 mg.

1419 <sup>§</sup>Comercialmente denominada Genophos®, com atividade de 10.000FTU/g contribuindo com  
 1420 0,13%Ca e 0,15%P

1421 Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais de 22 a 42 dias de  
1422 idade das aves

Ingredientes (%)	Fontes de Lisina			
	Lisina- HCL		Lisina SO <sub>4</sub>	
Milho 7,88%	68,266	60,581	68,266	60,581
Farelo soja 45,0%	27,314	30,668	27,314	30,668
Óleo de soja	1,120	4,987	1,120	4,987
Fosfato bicálcico	0,895	0,879	0,895	0,879
Sal	0,456	0,456	0,456	0,456
Calcário	0,787	0,783	0,787	0,783
DL-metionina-99%	0,190	0,398	0,190	0,398
L-Lisina-HCl-78%	0,141	0,433	0	0
L-Lisina-SO <sub>4</sub> -78%	0	0	0,157	0,482
L-Treonina-98%	0,005	0,005	0,005	0,172
L-Valina-98%	0,005	0,005	0,005	0,169
Suplemento Vitaminas <sup>†</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Minerais <sup>‡</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Salinomicina, 12%	0,050	0,050	0,050	0,050
Colina-Cl, 60%	0,040	0,040	0,040	0,040
Fitase <sup>§</sup>	0,025	0,025	0,025	0,025
Inerte (caulim)	0,500	0,500	0,500	0,500
	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Nutricional calculada</b>				
EM, kcal/kg	3050	3200	3050	3200
Proteína bruta, %	18,30	19,2	18,3	19,2
Extrato Etéreo, %	3,500	6,601	3,500	6,601
Lisina dig., %	0,95	1,250	0,95	1,250
Arginina dig, %	0,703	0,925	0,733	0,925
Met.+Cis. dig., %	0,700	0,700	0,700	0,700
Cálcio, %	0,400	0,400	0,400	0,400
Fósforo disp., %	0,200	0,200	0,200	0,200
Sódio, %	3050	3200	3050	3200

1423 <sup>†</sup>Suplementando por kg de ração: Vit. A - 8250 UI; Vit. D3 - 2090 UI; Vit E - 31 UI; Vit  
1424 B1 - 2,20 mg; Vit B2 - 5,50 mg; Vit B6 - 3,08 mg; Vit B12 - 0,013 mg; Ácido nicotínico-  
1425 33,0 mg; Ác. Pantotênico - 11,0 mg; Vit. K3 - 1,65 mg; Ác. Fólico - 0,770 mg; Biotina -  
1426 0,077 mg; Colina Cl (60%) – 1,0 g.

1427 <sup>‡</sup>Suplementando por kg de ração: Selênio - 0,330 mg; Manganês -77 mg; Ferro -55 mg;  
1428 Zinco - 71,5 mg; Cobre - 11 mg; Iodo - 1,10 mg, Bo - 42 mg.

1429 <sup>§</sup>Comercialmente denominada Genophos®, com atividade de 10.000FTU/g contribuindo  
1430 com 0,13%Ca e 0,15%P.  
1431

1432 Tabela 3. Desempenho produtivo, rendimentos de cortes, qualidade de carne e composição centesimal de carne de frangos de corte.

Parâmetros	Fontes de lisina (FL)		Pidolato de cálcio (PC)		Densidade nutricional (DN)		SEM	p-valor						
	Lisina HCl	Lisina SO <sub>4</sub>	Presença	Ausência	Alta	Baixa		FL	PC	DN	FLxPC	FLxDN	PCxDN	FLxPCxDN
Desempenho produtivo 1 a 21 dias														
CR (kg)	1,377	1,381	1,38	1,378	1,369b	1,390 a	0,01	0,64	0,82	0,02	0,3	0,99	0,81	0,07
GP (kg)	1,036	1,039	1,037	1,038	1,073 <sup>a</sup>	1,003b	0,01	0,78	0,93	0	0,76	0,71	0,92	0,15
CA (kg/kg)	1,331	1,331	1,332	1,331	1,276b	1,387a	0,02	0,97	0,91	0	0,69	0,64	0,74	0,67
Desempenho produtivo 1 a 42 dias														
CR (kg)	5,389	5,278	5,368	5,298	5,179b	5,487a	0,04	0,043	0,2	0	0,008	0,78	0,1	0,02
GP (kg)	3,203	3,179	3,178	3,204	3,295 <sup>a</sup>	3,087b	0,02	0,37	0,33	0	0,58	0,28	0,67	0,1
CA (kg/kg)	1,72	1,65	1,71	1,66	1,61b	1,77a	0,01	0,13	0,27	0	0,42	0,7	0,31	0,34
Rendimento de carcaça e cortes														
RC (%)	72,24	71,81	71,76	72,29	71,94	72	0,2	0,16	0,08	0,59	0,58	0,35	0,96	0,91
RP (%)	38,95	38,42	38,49	38,87	38,47	38,95	0,37	0,33	0,48	0,44	0,47	0,31	0,28	0,99
RCS (%)	28,82	28,7	28,88	28,65	28,99	28,53	0,26	0,74	0,53	0,22	0,25	0,06	0,79	0,64
RA (%)	10,95	10,74	10,74	10,59	10,55	10,78	0,12	0,37	0,38	0,18	0,07	0,33	0,22	0,97
GA (%)	1,72	1,68	1,61	1,79	1,82	1,68	0,09	0,77	0,15	0,77	0,11	0,49	0,34	0,15
Qualidade de Carne														
pH	5,91	5,85	5,88	5,88	5,89	5,87	0,01	0,02	0,88	0,32	0,45	0,16	0,56	0,34
PPG(%)	7,58	6,89	6,95	7,52	7,35	7,12	0,33	0,16	0,24	0,63	0,85	0,28	0,71	0,99
PPC(%)	26,54	23,99	25,01	25,52	24,36	26,18	0,96	0,06	0,71	0,19	0,84	0,17	0,79	0,76
FC	1,44	1,53	1,45	1,52	1,42	1,55	0,06	0,38	0,48	0,21	0,94	0,71	0,68	0,54
L*	57,89	56,23	56,63	57,48	55,02b	59,09a	1,08	0,27	0,57	0,01	0,3	0,47	0,1	0,37
a*	6,04	6,44	5,88	6,6	6,14	6,34	0,25	0,24	0,04	0,56	0,15	0,87	0,02	0,99
b*	8,05	8,34	8,52	7,86	7,79	8,59	0,32	0,5	0,12	0,06	0,22	0,23	0	0,63
Composição Centesimal														
Matéria seca (%)	29,95	30,2	30,09	30,06	30,09	30,06	0,13	0,19	0,86	0,85	0,34	0,77	0,26	0,17
Proteína Bruta (%)	23,79b	24,27a	24,16	23,89	23,86	24,2	0,12	0,01	0,14	0,06	0,46	0,79	0,69	0,76
Gordura (%)	3,23	3,03	3,01	3,25	3,27	2,99	0,15	0,34	0,27	0,2	0,97	0,57	0,45	0,34
Colágeno (%)	0,53	0,5	0,49	0,54	0,53	0,49	0,01	0,22	0,06	0,16	0,91	0,77	0,29	0,76
Matéria mineral (%)	2,93	2,9	2,92	2,91	2,96	2,86	0,03	0,63	0,96	0,06	0,52	0,7	0,68	0,93

1434 Tabela 4. Desdobramento da interação fatorial entre pidolato de cálcio e fontes de lisina  
1435 para o consumo de ração de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Fatores		Fonte de Lisina	
		Lisina HCL	Lisina SO <sub>4</sub>
Pidolato de Cálcio	Presença	5,760a	5,460b
	Ausência	5,508	5,589

1436 <sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste  
1437 Tukey.

1438 Tabela 5. Desdobramento da interação fatorial entre o aditivo pidolato de cálcio e planos de  
1439 alimentação para a conversão alimentar de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Fatores		Pidolato de Cálcio	
		Presença	Ausência
Plano de Alimentação	Alto	1,68a	1,61b
	Baixo	1,85	1,85

1440 <sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo  
1441 teste Tukey.



1442 Tabela 6. Desdobramento da interação fatorial para o parâmetro a\* referente à  
 1443 qualidade de carne de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Fatores		Pidolato de Cálcio	
		Presença	Ausência
Plano de alimentação	Alto	6,12	6,17
	Baixo	7,09a	5,59b

1444 <sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo  
 1445 teste Tukey.  
 1446

1447 Tabela 7. Desdobramento da interação fatorial para o parâmetro b\* referente à  
 1448 qualidade de carne de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Fatores		Pidolato de Cálcio	
		Presença	Ausência
Plano de alimentação	Alto	7,35	8,06
	Baixo	9,52a	7,66b

1449 <sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo  
 1450 teste Tukey.

1451 Tabela 8. Dietas experimentais e ocorrência das miopatias

Tratamento	Fonte de Lisina	Pidolato de Cálcio	Plano de Alimentação	% Ocorrência de <i>WS</i>	Score <i>WS</i>	% Ocorrência de <i>WB</i>	Score <i>WB</i>
1	Lisina HCL	Ausente	Baixo	49,37 ab	1,25	53,37 ab	1,25
2	Lisina HCL	Presente	Baixo	63,16 a	1,58	49,87 ab	1,08
3	Lisina HCL	Ausente	Alto	49,37 ab	1,25	48,12 ab	1,08
4	Lisina HCL	Presente	Alto	53,04 ab	1,33	54,00 ab	1,25
5	Lisina SO <sub>4</sub>	Ausente	Baixo	49,37 ab	1,25	47,12 ab	1,00
6	Lisina SO <sub>4</sub>	Presente	Baixo	35,85 b	0,92	42,62 ab	0,91
7	Lisina SO <sub>4</sub>	Ausente	Alto	45,50ab	1,18	58,37 a	1,33
8	Lisina SO <sub>4</sub>	Presente	Alto	38,55 b	1,00	34,00 b	0,66
Valor de P				0,12		0,13	

1452 Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste

1453 Kruskal-Wallis.

1454  
1455  
1456  
1457  
1458  
1459  
1460  
1461  
1462  
1463  
1464  
1465  
1466  
1467  
1468  
1469  
1470  
1471  
1472  
1473  
1474  
1475  
1476  
1477  
1478  
1479  
1480  
1481  
1482  
1483  
1484  
1485

### **ARTIGO 3**

#### **Planos nutricionais e seus efeitos sobre o perfil sanguíneo de frangos de corte de alto desempenho**

Artigo redigido nas normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira-PAB

1486 **Planos nutricionais e seus efeitos sobre o perfil sanguíneo de frangos de corte de alto**  
1487 **desempenho**

1488

1489 **ALISSON HÉLIO SAMPAIO CLEMENTE<sup>(1)</sup>, ANTÔNIO GILBERTO**  
1490 **BERTECHINI<sup>(1)</sup>**

1491 <sup>1</sup>Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Lavras (UFLA)

1492 Caixa Postal 3037 – 37200-200 – Lavras, MG – Brazil

1493 Email: [clementezootecnista@gmail.com](mailto:clementezootecnista@gmail.com), [bertechini@dzo.ufla.br](mailto:bertechini@dzo.ufla.br)

1494

1495

1496 Resumo- O objetivo neste estudo foi avaliar o efeito de fontes de lisina, densidades  
1497 nutricionais e pidolato de cálcio em rações para frangos de corte sobre os parâmetros  
1498 bioquímicos sanguíneos e atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) no músculo em  
1499 frangos de corte nas fases de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias de idade. Um total de 1440 pintos  
1500 machos Cobb-500 de um dia provenientes de incubatório comercial foram distribuídos em  
1501 delineamento experimental inteiramente casualizado em 48 parcelas contendo 30 aves cada,  
1502 onde receberam oito tratamentos experimentais no esquema fatorial 2 x 2 x 2 (densidades  
1503 nutricionais x fontes de lisina x presença e ausência de PidolinPCa®), totalizando 6 repetições  
1504 por tratamento. As aves das parcelas experimentais foram criadas no sistema de piso com  
1505 cama de maravalha nova com espessura de 8 cm. As parcelas experimentais (2 x 1,5m) foram  
1506 equipadas por comedouros do tipo tubular e bebedouros do tipo pendular. Aos 21 dias de  
1507 idade foi feita a coleta de sangue e aos 42 dias foram feitas a coleta de sangue para avaliação  
1508 dos constituintes glicose, ácido úrico, ureia, triglicerídeos e colesterol e coleta de amostra do  
1509 músculo peitoral das aves para mensuração da atividade da enzima superóxido dismutase. Os  
1510 dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F a 5% de significância. Na  
1511 fase de 1 a 21 dias houve efeito ( $P < 0,05$ ) para concentração sanguínea de glicose, ácido úrico  
1512 e colesterol em relação aos planos de alimentação. A alta densidade nutricional aumentou a  
1513 concentração de ácido úrico e colesterol e a baixa densidade aumentou a concentração de  
1514 glicose. Aos 42 dias houve efeito ( $P < 0,05$ ) para a concentração de ureia em relação às fontes  
1515 de lisina, aumentando a concentração de ureia ao utilizar de lisina HCl nas dietas. O uso de  
1516 lisina HCl aumentou a concentração ureia e os plano baixo de alimentação reduziu a  
1517 concentração de ácido úrico e colesterol no sangue das aves.

1518 **Palavras-chave:** Aditivos. Lisina. Metabolitos.

## 1519 **INTRODUÇÃO**

1520

1521           A carne de frangos de corte tem sido mais consumida pelos brasileiros com aumento  
1522 da demanda por qualidade e quantidade. O aumento na taxa de crescimento das aves, e,  
1523 consequentemente, do rendimento de peito tem sido melhorados por meio dos programas  
1524 nutricionais e melhoramento genético das aves. A utilização de elevadas densidades  
1525 nutricionais, baseando-se em níveis energéticos, proteína bruta e aminoácidos, visa o  
1526 atendimento das exigências das aves potencializando o desempenho produtivo. Para que  
1527 sejam alcançados tais índices zootécnicos pelas aves, torna-se necessário que todas as  
1528 exigências nutricionais sejam atendidas para manutenção do funcionamento de órgãos e  
1529 posteriormente desenvolvimento muscular da ave. O fluxo sanguíneo pode fornecer  
1530 informações importantes sobre a condição nutricional das aves e posteriormente seu  
1531 desempenho produtivo por meio da concentração de indicadores bioquímicos no sangue. Os  
1532 indicadores bioquímicos são substâncias cuja determinação em amostras de tecidos ou fluidos  
1533 de animais, permitem estabelecer o grau de adequação metabólica ou de homeostase em um  
1534 processo bioquímico do organismo de um ou mais animais (WITTWER, 2000). Após a  
1535 absorção dos nutrientes, estes caem na corrente sanguínea sendo destinados ao fígado pelo  
1536 sistema porta hepático. A concentração de glicose e ácidos graxos variam de acordo com a  
1537 dieta e quando encontram-se em concentrações elevadas podem proporcionar distúrbios ao  
1538 fígado das aves prejudicando o desempenho produtivo. Em função do melhoramento genético  
1539 proporcionar elevada capacidade produtiva ao frango de corte, tem-se trabalhado cada vez  
1540 mais com dietas com elevada concentração de aminoácidos e energia metabolizável de forma  
1541 a proporcionar alto desempenho pelas aves. Entre os aminoácidos, a lisina destaca-se sendo  
1542 um aminoácido considerado essencial para as aves devido a sua relação com o aumento da  
1543 massa muscular estando diretamente relacionada ao processo de hipertrofia das fibras  
1544 musculares. De acordo com Vieira et al., (2017), após a eclosão, o pintinho já possui um  
1545 número pré-definido de fibras que posteriormente por meio dos nutrientes da dieta,  
1546 principalmente aminoácidos como a lisina, favorecem o crescimento das fibras, processo  
1547 conhecido como hipertrofia. Esse aminoácido é classificado como cetogênico, sendo oxidado  
1548 a acetil-CoA pela  $\beta$ -oxidação (LEHNINGER et al. 2006). Já o contrário ocorre com arginina  
1549 que é classificado como glicogênico, em função dos produtos resultantes da sua oxidação ser  
1550 utilizados como intermediários do ciclo de Krebs (LEHNINGER et al. 2006).

1551 A utilização de aditivos na nutrição de frangos de corte também se apresenta como  
1552 alternativa na redução das miopatias e entre estes encontra-se o pidolato de cálcio que é uma  
1553 molécula considerada precursora de prolina e arginina no organismo, podendo ser benéfica ao  
1554 organismo, em função da arginina após catabolizada pela oxido nítrico sintetase, gerar a  
1555 molécula oxido nítrico (NO). De acordo com Barbosa et al (2006), o óxido nítrico (NO) é um  
1556 radical pouco reativo, essencial para a vasorregulação e neurotransmissão, formado pelas  
1557 enzimas NO sintase (NOS). Em excesso, essa molécula pode inibir a citocromo oxidase,  
1558 levando ao aumento de fluidez de elétrons e formação de superóxido, podendo reagir com  $O_2^-$   
1559 formando peroxinitrito ( $ONOO^-$ ). A geração dessa in vivo pode levar à oxidação e nitração de  
1560 lipídios, DNA e proteínas. A ocorrência de *WB* e *WS* no peito das aves, em função dos danos  
1561 a integridade das membranas podem provocar estresse oxidativo. O estresse oxidativo,  
1562 segundo Halliwell (2001) é definido como a situação na qual a formação de espécies reativas  
1563 excede significativamente a capacidade de defesa antioxidante e de reparo do organismo, em  
1564 função disso, há aumento de danos a biomoléculas (DNA, lipídios, proteínas) e, quando não  
1565 reparados, comprometem o funcionamento da célula levando-a à morte por apoptose ou  
1566 necrose.

1567 Dessa forma, com a presente pesquisa objetivou-se avaliar o efeito de densidades  
1568 nutricionais, fontes de lisina e do aditivo pidolato de cálcio sobre os parâmetros bioquímicos  
1569 sanguíneos e estresse oxidativo muscular em frangos de corte.

1570

## 1571 **2MATERIAL E MÉTODOS**

1572

1573 Todos os procedimentos realizados foram aprovados pelo comitê de ética no uso de  
1574 animais (CEUA) sob nº 027/2019 pela Universidade Federal de Lavras. O experimento foi  
1575 realizado em Lavras, MG, Brasil, localizada em 21°14'43"S 44°59'59"W.

1576

### 1577 **2.1 Animais e delineamento experimental**

1578

1579 Foram utilizados 1440 pintos machos Cobb-500 de um dia provenientes de incubatório  
1580 comercial, vacinadas contra a doença de Marek e Gumboro (vetorizada). Os ovos foram  
1581 provenientes de matrizes Cobb-500 de 40 a 46 semanas de idade. Os pintos foram distribuídos  
1582 em delineamento experimental inteiramente casualizado em 48 parcelas contendo 30 aves

1583 cada, onde receberam oito tratamentos experimentais no esquema fatorial 2 x 2 x 2  
1584 (densidades nutricionais x fontes de lisina x presença e ausência de PidolinPCa®), totalizando  
1585 6 repetições por tratamento. As aves das parcelas experimentais foram criadas no sistema de  
1586 piso com cama de maravalha nova com espessura de 8 cm. As parcelas experimentais (2 x  
1587 1,5m) foram equipadas por comedouros do tipo tubular e bebedouros do tipo pendular. O  
1588 aquecimento do ambiente na fase inicial ocorreu por meio de fornalha aquecedora com  
1589 controle automático de temperatura até o 14º dia de idade das aves. Para o controle térmico do  
1590 ambiente, o galpão era equipado com ventiladores, forro no interior e cortinas externas.

1591 Alimentação e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o período experimental.  
1592 O programa de luz foi de 24L:0E de 1 a 14 dias e 16L:8E de 15 a 42 dias. A temperatura  
1593 média do ambiente na primeira semana foi de 32,1±1,3°C e umidade 67% ± 1,0 segunda  
1594 semana 28,0 ±1,4°C e umidade 70% ± 1,0 e a partir de 14 dias foi de 25,8±1,3 e a média de  
1595 umidade relativa do ar foi 62% ±1,0.

1596

## 1597 **2.2 Dietas experimentais**

1598

1599 As rações foram compostas de milho e farelo de soja sendo formuladas mantendo a  
1600 relação aminoácidos/energia em cada fase do estudo, seguindo as recomendações nutricionais  
1601 de Rostagno et al., (2017). As composições nutricionais das rações experimentais estão  
1602 apresentadas nas tabelas um e dois para as fases de 1 a 21 dias e 22 a 42 dias,  
1603 respectivamente. O aditivo pidolato de cálcio foi utilizado nas dietas apenas na fase de 1 a 21  
1604 dias.

1605

1606

1607

1608

1609

1610

1611

1612

1613

1614



1615

1616

1617

Tabela 1. Composição das dietas experimentais de 1 a 21 dias de idade das aves

Ingredientes (%)	Fontes de Lisina							
	L- Lisina HCL				Lisina Sulfato SO <sub>4</sub>			
PidolinPCa®, %	0,0	0,030	0,0	0,030	0,0	0,030	0,0	0,030
Milho 7,88%	65,909	65,909	57,762	57,762	65,909	65,909	57,762	57,762
Farelo soja 45,0%	30,300	30,300	34,974	34,974	30,300	30,300	34,974	34,974
Óleo de soja	0,407	0,407	3,053	3,053	0,407	0,407	3,053	3,053
Fosfato bicálcico	1,027	1,027	0,988	0,988	1,027	1,027	0,988	0,988
Sal	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456	0,456
Calcário	0,743	0,743	0,959	0,959	0,743	0,743	0,959	0,959
DL-metionina-99%	0,206	0,206	0,393	0,393	0,206	0,206	0,393	0,393
L-Lisina-HCl-78%	0,117	0,117	0,360	0,360	0,0	0,0	0,0	0,0
L-Lisina-SO <sub>4</sub> -70%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,130	0,130	0,401	0,401
L-Treonina-98%	0,005	0,005	0,144	0,144	0,005	0,005	0,144	0,144
L-Valina-98%	0,005	0,005	0,086	0,086	0,005	0,005	0,086	0,086
Suplemento Vitaminas <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Minerais <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Salinomicina,12%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Colina-Cl, 60%	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Bacitracina	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Fitase <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte	0,500	0,470	0,500	0,470	0,500	0,470	0,500	0,470
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Nutricional Calculada</b>								
EM kcal/kg	2900	2900	3050	3050	2900	2900	3050	3050
Proteína bruta, %	19,3	19,3	21,0	21,0	19,3	19,3	21,0	21,0
Extrato Etéreo, %	4,422	4,422	6,122	6,122	4,422	4,422	6,122	6,122
Lisina dig., %	1,000	1,000	1,300	1,300	1,000	1,000	1,300	1,300
Met.+Cis. dig., %	0,811	0,811	0,962	0,962	0,811	0,811	0,962	0,962
Cálcio, %	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Fósforo disp., %	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430	0,430
Sódio, %	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200

1618

1619

1620

1621

1622

1623

1624

1625

1626

1627

Tabela 2. Composição nutricional das dietas experimentais de 22 a 42 dias de idade das aves

Ingredientes (%)	Fontes de Lisina			
	Lisina- HCL		Lisina SO <sub>4</sub>	
Milho 7,88%	68,266	60,581	68,266	60,581
Farelo soja 45,0%	27,314	30,668	27,314	30,668
Óleo de soja	1,120	4,987	1,120	4,987
Fosfato bicálcico	0,895	0,879	0,895	0,879
Sal	0,456	0,456	0,456	0,456
Calcário	0,787	0,783	0,787	0,783
DL-metionina-99%	0,190	0,398	0,190	0,398
L-Lisina-HCl-78%	0,141	0,433	0	0
L-Lisina-SO <sub>4</sub> -78%	0	0	0,157	0,482
L-Treonina-98%	0,005	0,005	0,005	0,172
L-Valina-98%	0,005	0,005	0,005	0,169
Suplemento Vitaminas <sup>†</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Minerais <sup>‡</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Salinomicina,12%	0,050	0,050	0,050	0,050
Colina-Cl, 60%	0,040	0,040	0,040	0,040
Fitase <sup>§</sup>	0,025	0,025	0,025	0,025
Inerte (caulim)	0,500	0,500	0,500	0,500
	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Nutricional calculada				
EM kcal/kg	3050	3200	3050	3200
Proteína bruta, %	18,30	19,2	18,3	19,2
Extrato Etéreo, %	3,500	6,601	3,500	6,601
Lisina dig., %	0,95	1,250	0,95	1,250
Arginina dig, %	0,703	0,925	0,733	0,925
Met.+Cis. dig., %	0,700	0,700	0,700	0,700
Cálcio, %	0,400	0,400	0,400	0,400
Fósforo disp., %	0,200	0,200	0,200	0,200
Sódio, %	3050	3200	3050	3200

1628

1629

1630

1631

1632

1633

1634

1635

1636

1637

<sup>†</sup>Suplementando por kg de ração: Vit. A - 8250 UI; Vit. D3 - 2090 UI; Vit E - 31 UI; Vit B1 - 2,20 mg; Vit B2 - 5,50 mg; Vit B6 - 3,08 mg; Vit B12 - 0,013 mg; Ácido nicotínico- 33,0 mg; Ác. Pantotênico - 11,0 mg; Vit. K3 - 1,65 mg; Ác. Fólico - 0,770 mg; Biotina - 0,077 mg; Colina Cl (60%) – 1,0 g.

<sup>‡</sup>Suplementando por kg de ração: Selênio - 0,330 mg; Manganês - 77 mg; Ferro - 55 mg; Zinco - 71,5 mg; Cobre - 11 mg; Iodo - 1,10 mg; Bo - 42 mg.

<sup>§</sup>Comercialmente denominada Genophos®, com atividade de 10.000FTU/g contribuindo com 0,13%Ca e 0,15%P

1638 No início do experimento uma ave por unidade experimental foi selecionada de acordo  
1639 com o peso médio ( $\pm 5\%$ ) da parcela e aos 21 e aos 42 dias de idade das aves foi realizada a  
1640 coleta sangue. Por meio da utilização de seringas inseridas diretamente da veia ulnar, foram  
1641 coletados 3 ml de sangue de cada ave em tempo inferior a 2 minutos utilizando tubos a vácuo,  
1642 homogeneizado por 30 segundos e foram mantidos com EDTA refrigerado (2 e 8°C). O  
1643 material coletado foi encaminhado para laboratório comercial para as realização das análises  
1644 bioquímicas dos níveis de glicose (kit Beckman Coulter glucose<sup>®</sup> via método oxidase)  
1645 colesterol (kit Beckman Coulter ldl-cholesterol<sup>®</sup> via método enzimático trinder), triglicerídeos  
1646 (kit Beckman Coulter triglyceride<sup>®</sup> via método enzimático trinder), ureia (kit Beckman  
1647 Coulter urea<sup>®</sup> via método enzimático ultravioleta) e ácido úrico (kit Beckman uric acid<sup>®</sup> via  
1648 método enzimático trinder) por meio do analisador bioquímico (equipamento Beckman  
1649 Coulter AU480<sup>®</sup>, EUA).

1650 Aos 42 dias de idade foi retirada uma amostra da região cranial do *Pectoralis major* de  
1651 duas aves por parcela (96 no total) para análise de atividade da enzima superóxido dismutase  
1652 (SOD) e concentração de ureia e creatinina. O material coletado foi armazenado em freezer (-  
1653 20 °C) e, posteriormente, 200 mg por amostra foi macerado em nitrogênio líquido, dissolvido  
1654 em solução extratora e centrifugado por 25 minutos a 10.000 rpm para obtenção do extrato  
1655 (SUN et al., 1988).

1656 A mensuração da atividade da SOD foi realizada por meio da metodologia utilizada  
1657 para tecidos vegetais (SUN et al., 1988) com adaptação para tecidos musculares sendo  
1658 baseada na capacidade da enzima em inibir a fotorredução do azul de nitrotetrazólio (NBT)  
1659 (Giannopolitis e Ries, 1977) em um meio de reação contendo fosfato de potássio 100 mM (pH  
1660 7,8), metionina 14 mM, EDTA 0,1  $\mu$ M, NBT 75  $\mu$ M e riboflavina 2  $\mu$ M. As leituras foram  
1661 realizadas a 560 nm (Multiskan Sky Datamed<sup>®</sup>, São Paulo) sendo uma unidade da SOD  
1662 correspondente à quantidade de enzima capaz de inibir em 50% a fotorredução do NBT nas  
1663 condições de ensaio. Todas as análises laboratoriais descritas acima foram realizadas no  
1664 Laboratório Santa Cecília, Lavras, Minas Gerais, e Laboratório de enzimologia do  
1665 Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras.

1666

### 1667 **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

1668

1669 Não foram observados efeitos dos tratamentos estudados ( $P>0,05$ ) para a concentração  
1670 de ureia e triglicerídeos no sangue das aves aos 21 dias de idade. Apesar da utilização 3,0% de  
1671 óleo nas dietas alto plano de alimentação, na fase inicial não houve diferença para a  
1672 concentração de triglicerídeos na presente pesquisa. Em pesquisa conduzida por Raber et al  
1673 (2008), avaliando a inclusão de níveis de óleo em dietas para frangos de corte, encontram  
1674 valores superiores de triglicerídeos ao utilizar 4,0% de óleo nas dietas durante todo o período  
1675 de criação. Os resultados não corroboram com os observados na presente pesquisa em que  
1676 foram utilizados 3,0% e 4,9% de óleo nas dietas com alta densidade nutricional nas fases  
1677 inicial e final respectivamente. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) das fontes de lisina e do pidolato de  
1678 cálcio sobre os parâmetros sanguíneos das aves aos 21 dias de idade. Já a utilização de dietas  
1679 com baixa densidade nutricional aumentou a concentração de glicose no sangue. Esse valor  
1680 pode estar relacionado à maior concentração de amido (+5%) nas dietas em função da  
1681 quantidade de milho.

1682 Segundo Yari et al. (2014), os constituintes bioquímicos do sangue refletem as  
1683 respostas fisiológicas decorrentes de fatores internos (idade e sexo) e externos (alimentação e  
1684 ambiente) e podem fornecer informações do metabolismo e da saúde dos animais. Ainda  
1685 segundo os mesmos autores, o consumo de ração e composição das dietas afetam os  
1686 parâmetros sanguíneos, enzimáticos e metabólicos. Os resultados observados para a  
1687 concentração de glicose corroboram com os relatos de Yari et al (2014) em função da  
1688 concentração de amido nas dietas com baixo plano de alimentação.

1689 As concentrações de ácido úrico e colesterol foram influenciados ( $P<0,05$ ) pelas  
1690 densidades nutricionais, as quais foram aumentadas com a utilização da alta densidade  
1691 nutricional. O valor obtido para a concentração de colesterol está diretamente relacionado ao  
1692 aumento na concentração de lipoproteínas em função da utilização de óleo para aumentar os  
1693 níveis de energia metabolizável das dietas. Os resultados observados no presente trabalho  
1694 estão de acordo com os resultados de Raber et al. (2008), que observaram maior concentração  
1695 de colesterol no sangue de aves que receberam dietas contendo 4,0% de óleo no período de 1  
1696 a 42 dias.

1697

1698

1699

1700

1701

1702

1703

1704

Tabela 3. Parâmetros bioquímicos do sangue de frangos de corte aos 21 dias de idade.

Fatores		Glicose (mg/dL)	Ácido Úrico* (mg/dL)	Ureia (mg/dL)	Triglicerídeos (mg/dL)	Colesterol* (mg/dL)
Fonte de Lisina (FL)	Lisina HCl	268	5,75	3,25	121,45	140,62
	Lisina SO4	264	6,02	3,46	130,25	143,91
Valor P		0,22	0,57	0,38	0,25	0,36
Pidolato de Cálcio (PC)	Presença	263	5,95	3,37	129,79	143,7
	Ausência	269	5,82	3,34	121,91	140,83
Valor P		0,07	0,78	0,89	0,30	0,43
Densidades nutricionais (DN)	Alto	261b	6,50a	3,46	121,95	147,29a
	Baixo	271a	5,27b	3,25	129,75	137,25b
Valor P		0,03	0,01	0,42	0,30	0,008
<b>Interação Fatorial</b>						
FL X PC		0,77	0,20	0,89	0,41	0,89
FL X DN		0,56	0,79	0,42	0,32	0,10
PC X DN		0,07	0,76	0,84	0,29	0,32
FL X PC X DN		0,08	0,36	0,63	0,07	0,81
CV (%)		4,05	27,99	25,41	20,81	8,81

1705 \*significativo a 5% pelo teste F.

1706

1707

1708

1709

1710

1711

1712

1713

1714

1715

1716

1717

1718

1719

1720

1721

A concentração de ácido úrico no sangue foi superior nas aves que foram alimentadas com alto plano de alimentação. A alteração na concentração desse metabolito pode ser influenciada pela idade, com valores maiores nos animais mais jovens e função da dieta, sendo maiores nas rações com maiores teores proteicos ou ainda em alterações fisiológicas ou metabólicas (HOCHLEITHNER, 1994; ALONSO-ALVAREZ, 2005; CAPITELLI; CROSTA, 2013). O excesso de nutrientes, principalmente aminoácidos na dieta, podem aumentar tanto a síntese proteica quanto o catabolismo das bases nitrogenadas purinas e pirimidinas componentes do ácido desoxirribonucleico (DNA) resultando no aumento da concentração de ácido úrico no sangue (CAMPBELL. 2000).

Na tabela 4 são apresentados os resultados de parâmetros bioquímico sanguíneo de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Não houve influência ( $P>0,05$ ) dos fatores nutricionais sobre a concentração de glicose, ácido úrico, triglicerídeos e colesterol. A concentração de ureia foi influenciada ( $P<0,05$ ) pelas fontes de lisina utilizadas, observando-se aumento nos valores desse metabolito ao utilizar a fonte de lisina HCl nas dietas. O aminoácido lisina após ingerido e

1722 utilizado pelas aves para deposição muscular pode seguir duas rotas metabólicas sendo a via  
1723 das sacaropina e do ácidopiecolico (LEHNINGER et al. 2006).

1724           Pela via da sacaropina, o esqueleto de carbono por meio de diversas reações químicas  
1725 se transforma em  $\beta$ -hidroxibutirato sendo utilizado como fonte de energia por meio de  $\beta$ -  
1726 oxidação. Já pela via do ácido piecolico, por meio da ação da enzima deamina-oxidase  
1727 ocorre deaminação formando amônia ( $\text{NH}_3$ ), e, conseqüentemente, originando o ácido  
1728 piecolico, podendo este ser convertido a  $\alpha$ -aminoadipatosemi-aldeido que é destinado à  
1729 produção de energia via  $\beta$ -oxidação (LEHNINGER et al. 2006).

1730 Tabela 4. Parâmetros bioquímicos no sangue e atividade específica da enzima superóxido dismutase (SOD) nos filés  
 1731 de peito de frangos de corte aos 42 dias de idade.

		<b>Glicose (mg/dL)</b>	<b>Ácido Úrico (mg/dL)</b>	<b>Ureia* (mg/dL)</b>	<b>Triglicerídeos (mg/dL)</b>	<b>Colesterol (mg/dL)</b>	<b>SOD (%)</b>
Fonte de Lisina (FL)	Lisina HCL	253	4,69	4,69a	93,23	111,23	15,41
	Lisina SO4	260	5,36	3,69b	98,92	117,53	16,16
Valor P		0,11	0,23	0,034	0,57	0,15	0,66
Pidolato de Cálcio (PC)	Presença	255	4,89	4,16	91,28	117,66	14,75
	Ausência	258	5,14	4,21	101,66	111,57	16,82
Valor P		0,54	0,65	0,91	0,31	0,16	0,23
Densidade Nutricional (DN)	Alta	254	5,45	4,3	91,61	115,07	15,03
	Baixa	259	4,6	4,07	100,53	113,69	16,54
Valor P		0,27	0,13	0,60	0,38	0,74	0,38
<b>Interação Fatorial</b>							
FL X PC		0,51	0,93	0,99	0,60	0,72	0,99
FL X DN		0,06	0,99	0,18	0,14	0,02	0,06
PC X DN		0,36	0,32	0,63	0,01	0,06	0,69
FL X PC X DN		0,10	0,99	0,20	0,52	0,99	0,60
CV (%)		4,63	27,78	26,57	26,73	9,46	

1732 \*significativo a 5% pelo teste F. ns: não significativo

1733

1734

1735

1736

1737

1738

1739

1740

1741

1742

1743

1744

1745

1746

1747

1748

1749

Após o catabolismo dos aminoácidos no organismo, há aumento na concentração de amônia, e, por ser tóxica ao organismo, é condensada ao glutamato por meio da glutamina sintase formando a glutamina sendo essa a principal forma de transporte de amônia no organismo. Posteriormente, no fígado, a glutamina é metabolizada originando o glutamato que pode ser utilizado como fonte de energia e a amônia que pode ser utilizada na síntese de novos aminoácidos ou excretada na forma de ureia. As aves, ao contrário dos mamíferos, não possuem a enzima carbamoiil fosfato sintetase necessitando assim de converter a ureia em ácido úrico para posterior excreção pelos rins (CHAMPE. 2006). A utilização de pidolato de cálcio na dieta, por ser percussor de arginina, auxiliaria na redução da concentração de ureia resultante do metabolismo da lisina, não sendo verificada influência do pidolato de cálcio sobre a concentração da ureia no sangue no presente trabalho.

Na tabela 5, está apresentado desdobramento da interação entre o pidolato de cálcio e os planos de alimentação sobre a concentração de triglicerídeos.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre o pidolato de cálcio e planos de alimentação para a concentração de triglicerídeos no sangue de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Fatores	Pidolato de Cálcio		
	Presença	Ausência	
Densidade Nutricional	Alta	82,5	99,42
	Baixa	120,83a	83,50b

1750

1751

1752

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.

1753

1754

1755

1756

1757

1758

1759

1760

1761

A presença do pidolato de cálcio associado ao baixo plano de alimentação, em resposta a baixa concentração de energia nas dietas, reduz a ação da enzima ácido graxo sintase. Em resposta a redução na atividade dessa enzima, há diminuição da deposição de gordura favorecendo o aumento dos triglicerídeos no sangue sendo utilizados como fonte de energia pelo organismo. De acordo com Murray et al. (2014), as taxas de síntese de ácido graxos se elevam nas aves devido ao excesso de oxidação dos nutrientes, gerando excesso de energia. Após a produção das moléculas de ácidos graxos estas podem se ligar a moléculas de glicerol (oriunda dos carboidratos) e formar os triglicerídeos, processo esse conhecido como lipogênese.



1762 Por outro lado, as taxas de catabolismo (oxidação) de ácidos graxos elevam-se para  
 1763 atender a demanda energética das aves, devido à falta de nutriente, condição de estresse entre  
 1764 outras, e, para tais condições, os ácidos graxos são oxidados para a geração de energia  
 1765 (KLASING, 1998). Os resultados observados no presente trabalho estão de acordo com a  
 1766 explicação de Murray et al (2014), em função da digestão do amido que encontra-se em maior  
 1767 concentração na dieta de baixa densidade nutricional aumentando a oxidação da glicose  
 1768 resultando em excesso de energia.

1769 Na tabela 6, encontra-se o resultado do desdobramento da interação entre a fonte de  
 1770 lisina e os planos de alimentação para a concentração de colesterol no sangue das aves aos 42  
 1771 dias.

1772

1773 Tabela 6. Desdobramento da interação fatorial entre as fontes de lisina e planos de  
 1774 alimentação para a concentração de colesterol no sangue de frangos de corte aos  
 1775 42 dias de idade.

Fatores		Fonte de Lisina	
		HCl	SO <sub>4</sub>
Densidade Nutricional	Alta	117,33	113,14
	Baixa	106,00b	122,66a

1776 <sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey  
 1777 Fonte:

1778

1779 A utilização da fonte de lisina SO<sub>4</sub> associada ao a baixa densidade nutricional  
 1780 proporcionou redução na concentração de colesterol quando comparada a fonte lisina HCl.  
 1781 Estes resultados são relacionados ao valor energético reduzido na dieta de baixa densidade  
 1782 nutricional associado lisina SO<sub>4</sub> apresentar em sua composição e carboidratos que favorecem  
 1783 a síntese de colesterol. Além disso, o aminoácido lisina é considerado cetogênico em função  
 1784 da geração de energia via  $\beta$ -oxidação gerando a molécula acetilcoenzima-A, favorecendo,  
 1785 indiretamente, o aumento na concentração de colesterol no sangue.

1786 A concentração de SOD no músculo não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelas dietas. A  
 1787 função principal dessa enzima está relacionada à catalisação do íon  $O_2$  em  $H_2O_2$  que é uma  
 1788 espécie menos reativa (FELLENBERG & SPEISKY, 2006). O aumento na taxa metabólica  
 1789 dos nutrientes destinados ao crescimento das aves promove aumento da concentração de  
 1790 radicais livres nocivos à integridade das membranas. Segundo Sihvo et al., (2013), frangos de  
 1791 corte de linhagens modernas estão mais predispostos ao estresse oxidativo em função do  
 1792 resultado de seleção genética para alta taxa de crescimento.

1793 O alto plano de alimentação em comparação ao baixo plano proporcionou aumento de  
 1794 200 gramas no peso médio e não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para o peso do peito  
 1795 das aves submetidas aos diferentes fatores nutricionais, sendo assim correlacionado os valores  
 1796 observados para a atividade da SOD no presente trabalho. Segundo Estévez (2015), o estresse  
 1797 por calor tem sido amplamente associado ao aumento do estresse oxidativo celular e redução  
 1798 do desempenho das aves necessitando de controle de temperatura dos ambientes de criação.  
 1799 Na presente pesquisa, as condições de temperatura e umidade foram controladas e adequadas  
 1800 de forma a garantir o conforto térmico das aves seguindo as recomendações do manual de  
 1801 criação.

1802 A concentração de ureia no músculo não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelos fatores  
 1803 nutricionais utilizados na presente pesquisa. O aumento na deposição muscular das aves faz  
 1804 com que o metabolismo de aminoácidos seja aumentado resultando em maior concentração de  
 1805 ureia circulante no sangue e no músculo. A utilização de pidolato de cálcio aliado à arginina  
 1806 presente nos ingredientes vegetais proporcionou manutenção dos valores da concentração de  
 1807 ureia no sangue e o músculo.

1808

1809 Tabela 8. Desdobramento da interação fatorial entre o pidolato de cálcio e planos de  
 1810 alimentação para a concentração de creatinina no músculo peitoral de frangos de  
 1811 corte aos 42 dias de idade.

Fatores	Pidolato de Cálcio		
	Presença	Ausência	
Plano de Alimentação	Alto	0,876	0,856
	Baixo	1,140a	0,785b

1812 Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste Tukey.  
 1813

1814 A presença do pidolato de cálcio associada ao baixo plano de alimentação aumentou a  
 1815 concentração de creatinina no músculo das aves. O plano baixo de alimentação, em razão da

1816 redução dos valores energético e aminoácidos, associado ao aditivo pidolato, sendo precursor  
1817 de arginina, podem ter aumentado o metabolismo energético favorecendo a formação indireta  
1818 de creatina, conseqüentemente, aumentando a quantidade de creatinina circulante.

1819 Em pesquisa realizada por Ale Saheb Fosoul et al (2018), ao utilizarem 1,8 kg/ton de  
1820 ácido guanidinoacético, precursor de arginina, em dietas para frangos de corte no período e 1  
1821 a 42 dias, verificaram aumento na concentração de creatinina no sangue das aves. Segundo  
1822 Meloche et al (2018), as concentrações plasmáticas elevadas de creatina quinase estão  
1823 associadas à presença de miopatia e, portanto, podem ter utilidade para a detecção in vivo de  
1824 miopatias peitorais. A creatina por meio da ação da creatina fosfoquinase é convertida em  
1825 fosfato de creatina, molécula utilizada como fonte de energia rápida para o músculo na forma  
1826 de fosfato de creatina. Após a utilização da creatina fosfato pelo músculo, ocorre  
1827 desfosforilação gerando a creatinina e aumentando sua concentração no sangue e no músculo  
1828 (WYSS AND KADDURAHDAOUK, 2000), sendo a concentração desse metabolito um  
1829 indicativo de ocorrência de *WB* e *WS* no peito das aves.

1830

#### 1831 **4CONCLUSÃO**

1832

1833 O plano baixo de alimentação aumentou a concentração de glicose, reduziu a  
1834 concentração de ácido úrico e colesterol no sangue das aves no período de 1 a 21 dias.

1835 O uso de lisina HCl aumentou a concentração de ureia no sangue das aves aos 42 dias  
1836 sem efeito nos demais parâmetros bioquímicos e metabólitos musculares.

1837 O aditivo pidolato de cálcio nas dietas aumenta a concentração de creatinina no  
1838 músculo do peito podendo ser relacionado às miopatias *WB* e *WS* em frangos de corte.

1839

#### 1840 **AGRADECIMENTOS**

1841

1842 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo  
1843 fornecimento da bolsa de estudo. À Uniquímica<sup>®</sup> Comércio e Indústria Uniquímica e empresa  
1844 Dietaxion<sup>®</sup> pelo auxílio financeiro na realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1845

1846

1847 ALE SAHEB FOSOUL, S. S. GHEISARI, A. A; KHOSRAVINIA, H. Performance and  
1848 physiological responses of broiler chickens to supplemental guanidinoacetic acid in arginine-  
1849 deficient diets, **British Poultry Science**, 60:2, 161-168. 2019

1850

1851 ALONSO-ALVAREZ, C. Age-dependent changes in plasma biochemistry of yellow-legged  
1852 gulls (*Larus cachinnans*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular &**  
1853 **Integrative Physiology**, Oxford, v. 140, n.4, p. 512–518, 2005.

1854

1855 BARBOSA, L.F; MEDEIROS, M.H.G.; AUGUSTO, O. Danos oxidativos e  
1856 neurodegeneração: o que aprendemos com animais transgênicos e nocautes? **Quim Nova** 29:  
1857 1352- 1360. 2006

1858

1859 BAUERMEISTER, L.J.; MOREY, A.U.; MORAN, E.T.; SINGH, M.; OWENS, C.M.;  
1860 MCKEE, S.R. Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size.  
1861 **Poultry Sci** 88:33. 2009

1862

1863 CAMPBELL, M.K. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

1864

1865 CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative  
1866 retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected  
1867 psittacine species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v.  
1868 16, n. 1, p. 71–120, 2013.

1869

1870 CHAMPE, P.C. **Bioquímica ilustrada**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

1871 ESTÉVEZ, M. Oxidative damage to poultry: from farm to fork, **Poultry Science**, Volume 94,  
1872 Issue 6, Pages 1368–1378. 2015

1873

1874 FELLEBERG, M. A.; SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress  
1875 and its meat oxidative stability. **World's Poultry Science Journal**. v.62, 2006.

1876

1877 GIANNOPOLITIS, C.N.; RIES, S.K. Superoxide dismutases. I. Occurrence in higher plants.  
1878 **Plant Physiology**, v.59, p.309-314, 1977.

1879

1880 HOCHLEITHNER, M. Biochemistries In: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON  
1881 L. R. **Avian medicine: principles and application**. Lake Worth: Wingers Publishing, p. 176-  
1882 198. 1994

1883

1884 HALLIWELL, B.; **Drugs Aging**, 18, 685. 2001

1885

1886 JUNQUEIRA, L. C., CARNEIRO, J. **Tecido Muscular. Histologia Básica: Texto & Atlas**.  
1887 12th Ed. Rio De Janeiro: Guanabara Koogan, 149-175, 2013

1888

1889 KLASING, K. C. **Comparative avian nutrition**. Cambridge: CABI International, 1998.

1890

- 1891 KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; CLARK, F.D.; MCKEE, S.R.; MEULLENET, J.F.;  
1892 EMMERT, J.L.; OWENS, C.M. Effect of white striping on the histological and meat quality  
1893 characteristics of broiler fillets. **PoultSci** 88:136-137. 2009  
1894
- 1895 KUTTAPPAN, V.A.; HUFF, G.R.; HUFF, W.E.; HARGIS, B.M.; APPLE, J.K.; COON, C.;  
1896 OWENS, C.M. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with  
1897 normal and severe degrees of white striping in breast fillets. **PoultSci** 92:339-345.2013  
1898
- 1899 MELOCHE, K J; Fancher, B I; Emmerson, D A; Bilgili, S F; Dozier, W A. Effects of  
1900 quantitative nutrient allocation on myopathies of the *Pectoralis major* muscles in broiler  
1901 chickens at 32, 43, and 50 days of age, **Poultry Science**, Volume 97, Issue 5, Pages 1786–  
1902 1793. 2018  
1903
- 1904 MURRAY, K. et al. **Harper's Illustrated Biochemistry**. 29. ed. New York: McGraw-Hill,  
1905 2014.  
1906
- 1907 LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**.  
1908 4.ed. São Paulo: Sarvier, 2006.  
1909
- 1910 RABER, M.R et al. Desempenho, metabolismo e níveis plasmáticos de colesterol e  
1911 triglicerídeos em frangos de corte alimentados com óleo ácido e óleo de soja. **Cienc. Rural**,  
1912 Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1730-1736, 2008.  
1913
- 1914 ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA,  
1915 N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.V.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA,  
1916 R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição**  
1917 **de alimentos e exigências nutricionais**. 4a edição. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia,  
1918 Universidade Federal de Viçosa, 488p. 2017  
1919
- 1920 SUN, Y. I.; OBERLEY, Larry W.; LI, Ying. A simple method for clinical assay of  
1921 superoxide dismutase. *Clinicalchemistry*, v. 34, n. 3, p. 497-500, 1988.  
1922
- 1923 VIEIRA, B. S., LIMA, A. L. F., WEBER, A., SOARES, C. E. S. DAHLKE F., Crescimento  
1924 Muscular. In: **Fisiologia Das Aves Comerciais**. 2. Ed. Jaboticabal: Funep, p. 532-593, 2017.  
1925
- 1926 WITTWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais  
1927 em gado de leite. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O; OSPINA, H.; RIBEIRO,  
1928 L.A.O. (Eds). *Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*.  
1929 Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000b.  
1930
- 1931 WYSS, M. & KADDURAH-DAOUK, R. Creatine and creatinine metabolism. **Physiological**  
1932 **Reviews**, 80: 1107-1213, 2000.  
1933
- 1934 ZIMERMANN, F.C.; FALLAVENA, L.C.B.; SALLE, C.T.P.; MORAES, H.L.; SONCINI,  
1935 R.A.; BARRETA, M.H. et al. Downgrading of heavy broiler chicken carcasses due to  
1936 myodegeneration of the anterior latissimus dorsi: pathologic and epidemiologic studies.  
1937 **Avian Diseases** ;(56):418-421. 2012  
1938

- 1939 YARI, P.; YAGHOBFAR, A.; AGHDAMSHAHRYAR, H.; EBRAHIM-NEZHAD Y. &  
1940 MIRZAIE-GOUDARZI, S Productive and serum biological responses of broiler chicks to use  
1941 of different patterns of diet formulation. **Int. J. Plant Anim. Environ. Sci.** 4(3):459