

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS SOBRE O
DESEMPENHO, RENDIMENTO, QUALIDADE E
MORFOMETRIA DO MÚSCULO PEITORAL (*Pectoralis major*)
DE FRANGOS DE CORTE**

Carla Heloisa de Faria Domingues

Zootecnista

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS SOBRE O
DESEMPENHO, RENDIMENTO, QUALIDADE E
MORFOMETRIA DO MÚSCULO PEITORAL (*Pectoralis major*)
DE FRANGOS DE CORTE**

Carla Heloisa de Faria Domingues

Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

Coorientadora: Dra. Karina Ferreira Duarte

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

2015

D671l Domingues, Carla Heloisa de Faria
Lisina e metionina+cistina digestíveis sobre o desempenho, rendimento, qualidade e morfometria do músculo peitoral (*Pectoralis Major*) de frangos de corte / Carla Heloisa de Faria Domingues. – – Jaboticabal, 2015
vi, 59 p. ; il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015
Orientador: Otto Mack Junqueira
Coorientadora: Karina Ferreira Duarte
Banca examinadora: Silvana Martines Baraldi Artoni, Lizandra Amoroso, Edivaldo Antônio Garcia, Lúcio Francelino Araújo
Bibliografia

1. Aminoácidos. 2. Filé de peito. 3. Frequência de fibras. I. Título.
II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

CARLA HELOISA DE FARIA DOMINGUES – nascida em 02 de fevereiro de 1985, na cidade de Jacarezinho - PR, filha de Carlos Alberto Domingues e Mara Heloisa Emydgio de Faria Domingues, concluiu o ensino fundamental em 1999 e o ensino médio em 2002 na Escola Estadual “João XXIII”, na cidade de Americana - SP. Graduiu-se em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp - Câmpus de Jaboticabal em dezembro de 2008. Em março de 2009, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Produção Animal e subárea Nutrição de Monogástricos, pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp - Câmpus de Jaboticabal, obtendo o título de mestre em fevereiro de 2011, no mês de março do mesmo ano, iniciou o curso de Doutorado na mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Otto Mack Junqueira.

“Os únicos limites que existem são aqueles nos quais você acredita”

Casa dos Espíritos

DEDICO

Em especial á minha mãe Mara, que é o meu maior exemplo de força, garra, perseverança, amor, carinho e compreensão. Meu amor e admiração por você são incondicionais, tenho imenso orgulho de ser sua filha.

Ao meu querido orientador Otto Mack Junqueira que considero como um segundo pai, por estar sempre presente em minha vida, pela orientação, amizade, confiança e ensinamentos, que me fazem crescer a cada dia, como profissional e como pessoa.

Á minha irmã Thalita por sempre estar ao meu lado. Amo você!

Ao meu irmão Nego (in memorian) que foi retirado de nossas vidas de uma maneira brutal, mas que se faz presente tão intensamente como antes. Rezo para que você siga sempre o caminho da luz. Amo você!

Ao meu namorado Diego que é uma das pessoas mais especiais na minha vida, pelo carinho, amor, apoio, compreensão, paciência e companheirismo. Amo você!

Á Daniela (Pega-Leve) e Elaine (Tocha) pela amizade sincera, carinho, lealdade e ajuda nessa etapa tão importante da minha vida. Considero vocês como irmãs, minha segunda família e meu porto seguro quando estou longe de casa. A convivência com vocês me faz ser uma pessoa melhor a cada dia!

Á Sarah, por desde a graduação estar ao meu lado me passando conhecimento e me ajudando, pela amizade, apoio e principalmente pela preocupação que sempre teve comigo.

OFEREÇO

Ao meu pai Carlos, por todo apoio e carinho de sempre.

A toda a equipe: Dianita, Rafael (Passivo), Rodrigo (Bago), Thays (Black), Henrique (Akidauanus), Josiane (Isposta/Love), Rhaony (Zé Mayer), Rafael (Xupeta), Gabriele (Tsunami), Ítalo (Pézão), Douglas (Uatarréu), Karina e Juan, por toda ajuda durante a condução dos experimentos, pelas risadas, puxões de orelha e amizade conquistada ao longo desse tempo em que trabalhamos juntos.

Aos funcionários do setor de Avicultura e da Fábrica de ração da Unesp – Jaboticabal, pela ajuda nos experimentos, carinho e amizade.

Ao Dr. Shai Barbut e á University of Guelph, Canadá, pela oportunidade de realizar o meu estágio sanduíche e pelos grandes ensinamentos que obtive durante os oito meses que estive por lá.

Á todos aqueles que direta ou indiretamente que me ajudaram e contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal durante esse período.

AGRADECIMENTOS

Agradeço á toda a minha família pelo apoio, confiança e amor. Sei que posso contar com vocês sempre e esse apoio é muito importante para mim. Amo vocês!

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de doutorado (proc. nº 2011/00918-2) concedida.

Á banca de qualificação, Professoras Silvana Martines Baraldi Artoni, Lizandra Amoroso e Inês Andretta e Dra. Sarah Sgavioli, pelas valiosas correções visando á melhora desta tese.

Á banca de defesa, Professoras Silvana Martines Baraldi Artoni e Lizandra Amoroso, Professores Edivaldo Antônio Garcia e Lúcio Francelino Araújo, pelas valiosas colaborações visando á melhora da tese.

Á Patrícia, Jade e ao Renan pela amizade e apoio principalmente nesses últimos semestres do doutorado.

Á Maria Fernanda (Gretchen), Fernanda (Bixete) e Diana pela parceria e amizade de sempre.

Á minha fiel companheira Nalú (minha Pitbull), pelo amor incondicional, pela amizade, lealdade e por fazer meus dias mais especiais e leves com sua presença.

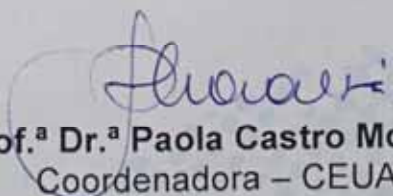
Muito obrigada á todos!

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 014969/14 do trabalho de pesquisa intitulado **"Avaliação de dietas com diferentes relações de lisina e de metionina + cistina digestíveis sobre o rendimento, a qualidade e a morfologia do músculo peitoral (*Pectoralis major*) de frangos de corte"**, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Otto Mack Junqueira está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 03 de setembro de 2014.

Jaboticabal, 03 de setembro de 2014.



Prof.ª Dr.ª Paola Castro Moraes
Coordenadora – CEUA

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
 CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	 1
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO DA LITERATURA.....	2
Conceito da proteína ideal na formulação de rações para	2
frangos de corte.....	
Importância da lisina e da metionina+cistina na nutrição animal	4
Crescimento e metabolismo muscular de frangos de	5
corte.....	
Importância da lisina e da metionina+cistina no crescimento	7
muscular.....	
Nutrição x qualidade da carne.....	8
Aspectos de qualidade de carne para frangos de corte.....	9
Carne pálida, flácida e exsudativa ou PSE.....	11
III. REFERÊNCIAS.....	13
 CAPÍTULO 2 - LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS	 19
INFLUENCIAM OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE CARNE E A	
FREQUÊNCIA DE FIBRAS DO MÚSCULO <i>PECTORALIS MAJOR</i> DE	
FRANGOS DE CORTE AOS 21 DIAS DE IDADE	
RESUMO.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4. CONCLUSÕES.....	34
5. AGRADECIMENTOS.....	35
6. REFERÊNCIAS.....	35
 CAPÍTULO 3 - LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS	 39
INFLUENCIAM A MORFOMETRIA DAS FIBRAS DO MÚSCULO	
<i>PECTORALIS MAJOR</i> E OS PARÂMETROS DE RENDIMENTO DE	
CARÇA DE FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE	
RESUMO.....	39
1. INTRODUÇÃO.....	40
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4. CONCLUSÕES.....	55
5. AGRADECIMENTOS.....	56
6. REFERÊNCIAS.....	56

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 - LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS INFLUENCIAM OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE CARNE E A FREQUÊNCIA DE FIBRAS DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* DE FRANGOS DE CORTE AOS 21 DIAS DE IDADE

Tabela 1. Composição percentual e valor calculado das rações experimentais na fase de 1 a 21 dias de idade.....	22
Tabela 2. Desempenho das aves em função de diferentes níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis durante o período de 1 a 21 dias de idade.....	26
Tabela 3. Rendimento de carcaça e suas partes avaliadas durante o abate de frangos de corte aos 21 dias de idade.....	28
Tabela 4. Biometria muscular do peito de frangos de corte avaliada aos 21 dias de idade.....	30
Tabela 5. Qualidade de carne do peito de frangos de corte aos 21 dias de idade.....	31
Tabela 6 - Morfometria das fibras musculares do peito de frangos de corte aos 21 dias de idade.....	34

CAPÍTULO 3 - LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS INFLUENCIAM A MORFOMETRIA DAS FIBRAS DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* E OS PARÂMETROS DE RENDIMENTO DE CARCAÇA DE FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE

Tabela 1. Composição percentual e valor calculado das rações experimentais na fase de 22 a 42 dias de idade.....	43
Tabela 2. Desempenho das aves em função de diferentes níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis durante o período de 22 a 42 dias de idade.....	46
Tabela 3. Rendimento de carcaça e suas partes avaliadas durante o abate de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	48
Tabela 4: Biometria muscular do peito de frangos de corte avaliada aos 42 dias de idade.....	50
Tabela 5. Qualidade de carne do peito de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	51

Tabela 6. Morfometria das fibras musculares do peito de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	53
Tabela 7. Desdobramento da interação do número de fibras do músculo Pectoralis major de frangos de corte aos 42 dias de idade.....	54

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 - LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS INFLUENCIAM OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE CARNE E A FREQUÊNCIA DE FIBRAS DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* DE FRANGOS DE CORTE AOS 21 DIAS DE IDADE

- Figura 1. Fotografia do músculo *Pectoralis major*, destacando a região da *Pars sternobrachialis*, da qual as amostras foram retiradas para análise..... 24
- Figura 2. Fotomicrografia de secções histológicas transversais do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte aos 21 dias de idade. (coloração HE). Fibra muscular (área destacada), núcleos basofílicos em posição periférica (seta fina), vaso sanguíneo (seta branca)..... 25
- Figura 3. Variação da luminosidade em função dos níveis de metionina+cistina digestíveis da dieta..... 33
- Figura 4. Variação da força de cisalhamento em função dos níveis de metionina+cistina digestíveis da dieta..... 33

CAPÍTULO 3 - LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS INFLUENCIAM A MORFOMETRIA DAS FIBRAS DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* E OS PARÂMETROS DE RENDIMENTO DE CARCAÇA DE FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE

- Figura 1. Fotografia do músculo *Pectoralis major*, destacando a região da *Pars sternobrachialis*, da qual as amostras foram retiradas para análise..... 45
- Figura 2. Fotomicrografia de cortes secções histológicas transversais do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte aos 42 dias de idade. (coloração HE). Fibra muscular (área destacada), núcleos basofílicos em posição periférica (seta fina)..... 45
- Figura 3. Variação do número de fibras em função dos níveis de metionina+cistina digestível da dieta aos 42 dias de idade, para o nível de lisina digestível de 1,100%..... 54
- Figura 4. Variação do número de fibras em função dos níveis de metionina+cistina digestível da dieta aos 42 dias de idade, para o nível de lisina digestível de 1,210%..... 55

**TÍTULO: LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS SOBRE O DESEMPENHO,
RENDIMENTO, QUALIDADE E MORFOMETRIA DO MÚSCULO PEITORAL
(*Pectoralis major*) DE FRANGOS DE CORTE**

RESUMO - Foram conduzidos dois experimentos, um durante a fase inicial (1 a 21 dias de idade) e um durante a fase de crescimento (22 a 42 dias de idade), com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis de lisina e de metionina+cistina digestíveis sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e suas partes, biometria do filé de peito, morfometria das fibras musculares e qualidade do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte. Utilizou-se um total de 4800 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb® 500, em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x5, com oito repetições de 30 aves cada, para cada experimento. Os tratamentos consistiram de 2 níveis de lisina digestível (fase inicial: 1,253 e 1,378%; fase de crescimento: 1,100 e 1,210%) x 5 níveis de metionina+cistina digestíveis (fase inicial: 0,812; 0,857; 0,902; 0,947; 0,992%; fase de crescimento: 0,724; 0,764; 0,804; 0,844; 0,884%). Para o experimento conduzido durante a fase inicial, conclui-se que, a utilização de diferentes níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis na dieta influenciou os resultados de qualidade e morfometria de fibras do músculo *Pectoralis major*. Com relação ao desempenho e rendimento de carcaça, os menores níveis de lisina (1,253%) e metionina+cistina (0,812%) digestíveis atenderam as exigências das aves de 1 a 21 dias de idade. No experimento conduzido durante a fase de crescimento conclui-se que diferentes níveis de lisina e metionina+cistina influenciam a morfometria das fibras do músculo *Pectoralis major*. Com relação ao desempenho, qualidade e rendimento de carcaça, os menores níveis utilizados de lisina (1,100%) e metionina+cistina (0,724%) digestíveis atenderam as exigências das aves, entretanto para o rendimento de coxa e sobrecoxa o nível de 1,210% de lisina digestível promoveu o melhor resultado em frangos de corte aos 42 dias de idade.

Palavras-chave: aminoácidos, filé de peito, número de fibras, pH

**TITLE: DIGESTIBLE LYSINE AND METHIONINE+CYSTINE LEVELS ON
PERFORMANCE, CARCASS YIELD, MEAT QUALITY AND MORPHOMETRY OF
PECTORAL MUSCLE (*Pectoralis major*) OF BROILERS**

ABSTRACT – Two experiments were conducted to evaluate different levels of digestible lysine and methionine+cystine on growth performance, carcass yield, morphometry of breast fillet and muscle fibers and meat quality of pectoral muscle (*Pectoralis major*) of broilers at 1 to 21 (first experiment) and 22 to 42 (second experiment) days of age. A total of 4,800 one-day-old male Cobb® 500 chicks were used, distributed in a completely randomized design with ten treatments (factorial arrangement 2x5) and eight replicates of 30 birds each. Treatments had two digestible lysine levels (experiment 1: 1.253 and 1.378%; experiment 2: 1.100 and 1.210%) x five digestible methionine+cystine levels (experiment 1: 0.812, 0.857, 0.902, 0.947 and 0.992%; experiment 2: 0.724; 0.764; 0.804; 0.844; 0.884%). For the experiment conducted during initial phase, it is concluded that the use of different levels of digestible lysine and methionine+cystine in diet had influenced on meat quality and morphology of *Pectoralis major* muscle fibers. Regarding the performance and carcass yield, lower levels of digestible lysine (1.253%) and methionine+cystine (0.812%) achieved bird's requirements at 1 to 21 days old. For the experiment conducted during the growth phase, it is concluded that different digestible lysine and methionine+cystine levels had influenced the morphology of *Pectoralis major* muscle fibers. Regarding the performance, meat quality and carcass yield, lower digestible lysine (1.100%) and methionine+cystine (0.724%) levels achieved bird's requirements. However, for better thighs and drumsticks yield the digestible lysine level of 1.210% showed best results for broilers at 42 days of age.

Keywords: aminoacids, breast fillet, muscle fiber number, pH

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

I. INTRODUÇÃO

As recomendações nutricionais para as dietas de frangos de corte são elaboradas para maximizar o crescimento da ave durante o período de criação. Entretanto, as exigências de aminoácidos podem variar de acordo com o objetivo final de produção. Desta forma, estudos são realizados visando melhorar o desempenho, rendimento de carcaça e de partes nobres das aves, através da manipulação nutricional.

A interação entre nutrição e qualidade da carne está se desenvolvendo rapidamente como um novo campo de pesquisa. Porém, poucos são os estudos encontrados que avaliaram os efeitos da utilização de níveis de aminoácidos na dieta sobre os parâmetros de qualidade de carne e morfometria das fibras musculares do peito das aves, visto que fatores externos podem influenciar no desenvolvimento das mesmas (GONZALEZ; SARTORI, 2008).

Com o surgimento da produção de aminoácidos sintéticos, as dietas passaram a ser formuladas com menor percentual protéico e com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades das aves. Segundo Pesti et al. (1999), o conteúdo de proteína na dieta, a relação energia:proteína, os níveis de lisina, de metionina e de metionina+cistina, afetam tanto o desempenho como a qualidade da carcaça de frangos de corte. Além disso, entre os vários fatores que podem afetar a composição dos tipos de fibras na musculatura esquelética das aves, como o tamanho e a frequência, estão a nutrição e a temperatura ambiente (DAUNCEY; GILMOUR, 1996).

A metionina e a lisina são consideradas o primeiro e o segundo aminoácidos limitantes para as aves, respectivamente, e mesmo o requerimento desses aminoácidos essenciais sendo bem documentado na literatura (NRC, 1994; ROSTAGNO et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2011), na prática ainda são encontradas dificuldades para definir a exigência ideal para os diferentes aspectos produtivos de frangos de corte. Essa dificuldade se deve, em partes, a não

linearidade das respostas de crescimento a alterações nas concentrações de aminoácidos da dieta (PHILLIPS, 1981; MERCER, 1982), às interações entre aminoácidos, classificadas como desequilíbrio, antagonismo ou toxicidade (D'MELLO, 1994), às interações de aminoácidos com certos nutrientes ou fatores antinutritivos (AUSTIC, 1986) e variações no metabolismo, devido às condições ambientais ou potenciais genéticos (BOORMAN; BURGESS, 1986).

Dentro do contexto exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos dos níveis de lisina e de metionina+cistina digestíveis sobre o desempenho, o rendimento, a qualidade e a morfometria das fibras do músculo peitoral (*Pectoralis major*) de frangos de corte durante as fases de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade.

II. REVISÃO DA LITERATURA

Conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte

O conceito de proteína ideal foi primeiramente definido por Mitchell (1964), como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento. A partir deste conceito foi avaliada a síntese de proteína dos diferentes tecidos, e também, a mudança de proporção dos aminoácidos, de acordo com o crescimento animal.

Segundo Baker (2008), a formulação de rações com base na proteína ideal é capaz de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição protéica com máxima eficiência. Este conceito é uma ferramenta de redução do custo da ração, a partir da flexibilização do nível protéico mínimo e da melhor utilização de ingredientes alternativos. O melhor conhecimento dos requerimentos nutricionais dos aminoácidos individualmente, permite uma formulação mais precisa, oferecendo a possibilidade de substituir parcialmente o requerimento do nível mínimo protéico por níveis mínimos de aminoácidos, gerando redução dos custos e da emissão de poluentes no ambiente (DUARTE et al. 2012).

Para se utilizar o conceito de proteína ideal deve-se selecionar um aminoácido como referência e basear as exigências dos outros aminoácidos como

uma proporção desse aminoácido referência. Segundo Rocha (2009), a lisina é utilizada como aminoácido de referência, pois é um aminoácido essencial e possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal. A análise laboratorial para a determinação dos níveis de lisina nos ingredientes, rações e tecidos é precisa e o conhecimento da sua exigência para todas as fases de produção animal encontra-se disponível. Além disso, a suplementação da lisina é economicamente viável nas dietas de aves e suínos e encontra-se disponível em forma cristalina para ser utilizada nas rações dos animais.

As proporções de aminoácidos devem ser expressas em termos digestíveis ao invés de totais, principalmente quando são incluídos outros ingredientes além do milho e da soja, devido às diferenças na digestibilidade dos ingredientes alternativos e/ou subprodutos de origem animal.

A formulação de rações baseando-se em aminoácidos digestíveis tem sido utilizada pelos nutricionistas, principalmente, pela necessidade de otimizar o uso de matérias primas de alto custo (SAKOMURA et al., 2007). O impacto positivo das formulações de rações com base no conceito de aminoácidos digestíveis foi observado por Rostagno et al. (1995), que ao fornecerem dietas formuladas com alimentos alternativos (sorgo, farelo de arroz, farinha de vísceras e penas) e com base em aminoácidos digestíveis para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade, observaram efeitos satisfatórios.

De acordo com Dale (1992), na formulação de rações baseadas nos valores de aminoácidos totais, as possibilidades de erros são grandes, pois considera-se que os aminoácidos sintéticos e os presentes no alimento possuem os mesmos valores relativos, menosprezando o valor da fonte sintética a qual geralmente possui disponibilidade ao redor de 100%, enquanto que nas fontes naturais a disponibilidade é inferior. Além disso, a disponibilidade de aminoácidos, por exemplo, no farelo de soja em relação aos ingredientes que podem substituí-lo como fonte protéica, não é considerada, de forma que a substituição compromete o aporte de aminoácidos necessários ao desempenho da ave, principalmente quando a substituição é feita por farinha de penas, cuja disponibilidade de aminoácidos é comprovadamente inferior.

Segundo Chung e Baker (1992) o maior benefício da aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de rações é a simplificação do processo, visto que estabelecida a exigência de lisina, as exigências para os demais aminoácidos são facilmente calculadas.

Importância da lisina e da metionina+cistina na nutrição animal

No Brasil, as dietas formuladas para aves são basicamente compostas à base de milho e farelo de soja como fontes de energia e proteína, respectivamente. Porém esses dois ingredientes são deficientes em alguns aminoácidos essenciais, como a metionina e a lisina, sendo necessária a suplementação através de aminoácidos sintéticos para que as aves possam expressar ao máximo o seu potencial genético durante a fase produtiva.

De uma maneira geral, todos os aminoácidos possuem diversas funções metabólicas, sendo sua principal função de promover o crescimento. Para frangos de corte a metionina e a lisina são considerados o primeiro e o segundo aminoácidos limitantes, respectivamente (LANA et al., 2005a).

A metionina é um aminoácido essencial para todas as espécies de animais superiores (NRC, 2012). Merece destaque, pois, além de ser fundamental para o crescimento de aves, suínos e peixes, é o mais importante doador do radical metil no organismo, sendo exigida para a biossíntese de muitas substâncias importantes envolvidas no crescimento, como creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina (Baker, 1991). Uma dieta deficiente em metionina reduz o ganho de peso, a eficiência alimentar e o teor de proteína na carcaça, além de estimular o consumo de ração, contribuindo com energia adicional e, conseqüentemente, ocasionando acréscimo na deposição de gordura corporal (Summers et al., 1992; Moran, 1994).

Juntamente com a cistina, a metionina+cistina compõem os aminoácidos sulfurados, que são denominados dessa forma, por possuírem enxofre em sua estrutura química, o que nenhum dos demais 20 aminoácidos envolvidos na formação de proteína animal possui (NELSON; COX, 2009). A cisteína é sintetizada a partir da metionina e por ser muito instável em soluções pode facilmente ser oxidada em seu dímero, a cistina (LEWIS, 2003). A exigência de metionina+cistina

pode sofrer alterações dependendo dos parâmetros que serão avaliados, sendo maior a sua exigência para conversão alimentar e rendimento de peito, comparado com ganho de peso (SCHUTTE; PACK, 1995).

Considerada um aminoácido fisiologicamente essencial para manutenção, crescimento e produção de suínos e aves, a lisina tem como principal função a síntese de proteína muscular. Ela é considerada essencial porque é sintetizada pelo organismo em pequenas quantidades, que não atendem à necessidade do animal, o que torna necessária a ingestão de proteína intacta do alimento ou de fontes sintéticas como a L-lisina HCl (ROCHA et al., 2009).

Segundo Labadan et al. (2001), o aumento do nível dietético de lisina melhora o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça. Tesseraud et al. (1996, 2001) demonstraram que a deficiência de lisina reduz especificamente o crescimento do músculo *Pectoralis major*. Além disso, segundo Kidd e Fancher (2001), se o nível de lisina não for suficiente para atender as exigências da ave durante a fase inicial, o rendimento de carcaça e o de peito serão afetados, mesmo que a dieta contenha o nível ideal desse aminoácido para a fase de crescimento.

Holsheimer e Ruesink (1993), em estudo avaliando níveis de lisina (0,97; 1,06; 1,10; 1,10; 1,15; 1,20; 1,30%) no período inicial de criação para frangos de corte, observaram alto rendimento de peito aos 49 dias de idade quando as aves foram alimentadas com um nível mais alto de lisina na dieta inicial (0-14 dias), independente do nível dietético de lisina no período seguinte, o que mostra a incapacidade da ave compensar uma deficiência precoce nas fases posteriores.

Crescimento e metabolismo muscular de frangos de corte

Segundo Gonzales e Sartori (2008), o crescimento animal está na dependência de mecanismos de expressão gênica, através dos quais ocorre a síntese de proteínas que são fundamentais para o desenvolvimento dos diferentes tecidos. O aumento da proteína corporal ocorre em um período limitado, ou seja, quando o animal ainda é jovem e com o passar da idade, a deposição protéica cai mais marcadamente do que a deposição de gordura, a qual fica mais acentuada no animal mais velho. Uma vez que, a maior quantidade de proteína no corpo do animal

é observada nos músculos, o crescimento depende particularmente do desenvolvimento muscular.

Nas aves, o processo final de maturação do músculo após a eclosão consiste no aumento de tamanho das miofibras, envolvendo alongamento (aumento no comprimento dos miofilamentos), aumento do tamanho das miofibrilas por fibra e aumento do diâmetro das miofibrilas (GONZALES; SARTORI, 2008). Esse processo é denominado hipertrofia, pois ocorre aumento no conteúdo de proteína sem que ocorra aumento significativo nas fibras musculares.

O frango de corte apresenta maior número de células musculares do que as aves poedeiras. O tamanho da fibra muscular do frango de corte é o resultado da maior taxa de deposição protéica pós-eclosão que pode ser determinada pelo aumento do número de núcleos da célula (célula satélite), resultando em maior atividade metabólica. O número de fibras musculares parece ser determinado antes do nascimento pelo número de mioblastos formados no primeiro estágio de desenvolvimento do tecido muscular, portanto é função das células satélites proporcionarem o aumento do número de núcleos da miofibra através de atividade mitótica. As células satélites desempenham, portanto, papel importante no processo de hipertrofia das fibras musculares em crescimento, que são os resultados da deposição de proteína muscular adicional e da incorporação de mais núcleos na fibra muscular (GONZALES; SARTORI, 2008).

As aves apresentam músculos compostos por diferentes tipos de fibras, por exemplo: peito - *Pectoralis major* (fibras tipo IIB – glicolíticas de contração rápida), asas - *Latissimus dorsi* (fibras tipo I – oxidativas de contração lenta) e pernas - *Sartorius* (fibras tipo I e IIB - oxidativas e glicolíticas) (LECLERQ, 1998). Entre esses músculos, destacam-se o vermelho, constituído predominantemente por fibras oxidativas, e o branco, formado predominantemente por fibras glicolíticas (BANKS, 1992).

As fibras do tipo I são pequenas com numerosas mitocôndrias e pigmento mioglobina em abundância, o que lhes confere a cor vermelha. As fibras do tipo II são células musculares grandes que possuem pequena quantidade de mioglobina e de mitocôndrias, as fibras IIB são facilmente fatigáveis, com grande acúmulo de ácido láctico. As fibras aeróbias, por estarem associadas ao processo contínuo de

produção e consumo de energia, têm elevada troca de metabólitos e oxigênio, tendo pequena área. Já as fibras anaeróbias, com reduzida taxa de trocas metabólicas e de oxigênio, apresentam maior área e, portanto, maior processo de hipertrofia (BANKS, 1992).

Para o entendimento do desenvolvimento muscular, é fundamental estudar os mecanismos que regulam o número, o tipo e o tamanho das fibras musculares, relacionados a vários fatores que interferem no desenvolvimento muscular nos períodos pré e pós-natal (DAUNCEY; GILMOUR, 1996). Dentre eles podemos citar os fatores intrínsecos (genética, fatores reguladores de crescimento, ativadores de transcrição, status endócrino, proteinases musculares e inervação), ambientais (dieta e temperatura ambiente), a atividade motora, os agentes repartidores de nutrientes, a idade, o sexo, as doenças, o tipo de músculo e a localização das fibras no músculo (GONZALES; SARTORI, 2008). O melhoramento genético do frango de corte para maior massa muscular reduziu a capacidade oxidativa da musculatura, resultando em músculos mais anaeróbios (LUBRITZ, 1997).

Importância da lisina e da metionina+cistina no crescimento muscular

O músculo esquelético é constituído por fibras estriadas e apresenta função fisiológica de gerar movimento na ave, assim como são importantes ao crescimento atuando como fonte de aminoácidos para os outros tecidos. Sua variada composição quanto aos tipos de fibras possibilita adaptação a diferentes ambientes ou realidades de seleção, e pode refletir também na variação da qualidade da carne (BARBUT, 2001).

Durante a fase inicial de criação, ocorre maior taxa de degradação proteica (GONZALES; SARTORI, 2008), portanto, o fornecimento do nível adequado de lisina é fundamental, pois, níveis marginais de lisina podem proporcionar maior heterogeneidade do lote comprometendo o seu resultado final de desempenho e rendimento (BEN SCHUTTE, 1999). Kidd e Fancher (2001) pesquisaram a necessidade de lisina na fase inicial (1-18 dias) e os efeitos subsequentes no período de crescimento, e recomendaram 1,22% de lisina total na fase estudada, para ótimo crescimento e qualidade de carcaça. Na fase de crescimento dos

frangos, ocorre maior desenvolvimento dos tecidos musculares e menor desenvolvimento corporal. Os órgãos digestivos das aves são gradualmente reduzidos proporcionalmente ao corpo, ocorrendo maior crescimento das partes comestíveis incluindo peito e pernas (GONZALES; SARTORI, 2008).

Tanto a falta como o excesso de aminoácidos causam desequilíbrios que limitam o crescimento de tecido magro, aumentando a quantidade de gorduras. A energia também pode ser oriunda da desaminação de proteínas, dessa forma, o fornecimento de proteína bruta em excesso ou de pouca digestibilidade, sem equilíbrio ideal de aminoácidos, resultará em maior potencial para deposição de gordura (LEESON et al., 1996).

A proteína muscular tem elevado nível de lisina, e o rendimento de carne do peito aumentou comparado ao rendimento de carne total da carcaça nas novas linhagens, visto que, a carne de peito representa 30% do total da carne da carcaça e 50% da carne comestível da carcaça (SUMMERS et al., 1988). A deficiência de lisina afeta o crescimento muscular e consequentemente, o rendimento de carcaça dos frangos de corte, independente da linhagem. Sendo o músculo peitoral o mais afetado quando há deficiência de lisina comparado aos demais músculos (TESSERAUD et al., 1999, 2001).

Os níveis de lisina e metionina+cistina sintética na dieta podem ser aumentados facilmente pela manipulação dos níveis nutricionais, porém deve-se ficar atento para não comprometer o equilíbrio ideal entre os aminoácidos, prejudicando as respostas produtivas das aves. Entretanto, a possibilidade de ocorrer esse desequilíbrio é menor quando as rações são formuladas mantendo-se o equilíbrio entre os aminoácidos essenciais em comparação à formulação com base nos valores de proteína bruta (HURWITZ et al., 1998).

Nutrição x qualidade da carne

A interação entre nutrição e qualidade tecnológica da carne está se desenvolvendo rapidamente no campo de pesquisa. O termo qualidade de carne é utilizado para descrever as propriedades e percepções da carne, sendo um conceito bastante amplo e complexo. Inclui aspectos inter-relacionados, que envolvem todas

as etapas da cadeia agro-industrial, desde o nascimento do animal até o preparo para o consumo da carne *in natura* e de produtos cárneos processados. Dentre os vários fatores interferem no resultado final da qualidade da carne (linhagem, idade, sexo, transporte, temperatura ambiental, tempo de jejum, estresse pré abate, etc...), está a nutrição que utilizada de forma correta auxilia na melhora dessas características (LYON et al., 2004).

Em frangos de crescimento rápido, as fibras musculares têm diâmetro maior, maiores proporções de fibras glicolíticas (peito) e menor potencial proteolítico nos músculos (GONZALES; SARTORI, 2008). Nestas aves, após o abate, o rigor mortis desenvolve-se mais rápido, resultando em uma cor mais pálida e menor capacidade de retenção de água (DRANSFIELD; SOSNICKI, 1999).

Tesseraud et al. (2001) demonstraram que a adição de lisina aumenta o pH final e a capacidade de retenção de água da carne de peito. Berri et al. (2004) estudaram o efeito da lisina sobre o rendimento e a qualidade de peito de frangos de corte dos 21 aos 42 dias de idade e observaram que independente das condições de alojamento, o nível dietético de lisina aumentou o rendimento de peito e diminuiu a perda de água. Portanto, atender ao requerimento de lisina das aves desde a fase inicial até a terminação, além de ser fundamental para ganho de peso e conversão alimentar ótimos, pode ser ainda mais importante para rendimento de carcaça e produção de cortes nobres, principalmente de peito, podendo também influenciar a qualidade final da carne.

Aspectos de qualidade de carne para frangos de corte

Coloração e textura são os dois principais fatores determinantes da qualidade da carne, assim como também são as duas características mais importantes de avaliação visual e sensorial realizadas pelo consumidor, respectivamente (DEATHERAGE, 1963). Características de pH, capacidade de retenção de água, perda de água por cozimento e sabor, também são levados em consideração ao avaliar-se o produto. Segundo Allen et al. (1998), a coloração da carne de frangos *in natura* é importante, pois os consumidores associam a cor com produtos frescos e de boa qualidade, influenciando assim na decisão final de compra. De acordo com

Olivo et al. (2001), a cor observada na superfície das carnes é o resultado da absorção seletiva da luz pela mioglobina e por outros importantes componentes, como as fibras musculares e suas proteínas, sendo também influenciada pela quantidade de líquido livre presente na carne. Os parâmetros utilizados na avaliação da cor da carne baseiam-se no sistema colorimétrico denominado CIELab, sigla composta pelas iniciais da comissão que estabeleceu o sistema (The Commission Internationale de L'Eclairage, em 1976) e suas escalas de cor (luminosidade, representada por L*, teor de vermelho, representado por a* e teor de amarelo, representado por b*).

A textura é outro fator bastante importante na percepção do consumidor quanto à qualidade da carne (BRESSAN; BERAQUET, 2002) e é determinada pela força de cisalhamento, que está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular e, portanto, à capacidade de retenção de água da carne. Dessa forma, quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne (ANADÓN, 2002).

Segundo Shimokomaki et al. (2006), o valor inicial do pH em condições normais para o músculo de frangos é de aproximadamente 7,0. Com a instalação do *rigor mortis* o pH cai para aproximadamente 5,8. Em filés de frangos, o pH pode variar entre os extremos de 5,5 a 6,3. Esta variação ocorre devido às diferenças nas práticas de manejo pré-abate, fisiologia e bioquímica da carne.

A queda do pH da carne ocorre devido ao processo bioquímico sob ação de várias enzimas. O teor de glicogênio presente no músculo no momento do abate é o principal componente para a glicólise *post mortem*, que se realiza pela via metabólica anaeróbia acumulando ácido lático e resultando no declínio do pH muscular. Essa redução de pH é necessária para a manutenção da carne no processo de conversão do músculo em carne (BARBUT et al., 2001).

A capacidade de retenção de água é um termo originalmente usado para descrever a capacidade do músculo e dos produtos cárneos em manter a água ligada a si (FENNEMA, 1990). A água no músculo é retida em sua maior parte intracelularmente e também entre as miofibrilas (OFFER; KNIGHT, 1988). Esse parâmetro está entre as propriedades funcionais mais importantes da carne

(ANADÓN, 2002), pois influencia seu aspecto, sua palatabilidade e está diretamente relacionada às perdas de água antes e durante o cozimento (BRESSAN, 2004).

Carne pálida, flácida e exsudativa ou PSE

Um dos maiores problemas enfrentados pela indústria processadora, resultante de más condições de manejo *ante mortem* e alterações metabólicas no processo *post mortem*, provocando aceleração ou retardamento no processo de *rigor mortis*, são as carnes DFD - *Dark, Firm, Dry* (escuro, duro e seco) e as PSE - *Pale, Soft, Exudative* (pálido, mole e exsudativo). Entretanto, a carne PSE é a que causa maior impacto na economia, pois torna-se imprópria para o processamento de produtos industriais e consumo *in natura*, comprometendo a qualidade e rendimento da mesma (BARBUT, 1997).

Segundo Ferket e Foegeding (1994), fatores nutricionais podem ter influência sobre o metabolismo muscular pós-morte, e conseqüentemente, sobre a qualidade da carne. Em particular, a incidência e severidade da carne PSE pode ser reduzida por manipulação dietética de certos aminoácidos, vitaminas e minerais.

De acordo com Le Bihan-Duval et al. (2003), os mecanismos fundamentais deste fenômeno ainda não foram bem elucidados em frangos. A carne PSE apresenta as propriedades funcionais comprometidas face à rápida glicólise *post mortem*, a qual acelera a queda de pH muscular enquanto a temperatura da carcaça ainda está alta (FERNANDEZ et al., 2002) levando à desnaturação de proteínas musculares (MOLETTE et al., 2003). Segundo Dransfield e Sosnicki (1999), com relação à temperatura da carcaça durante o declínio de pH, um aumento de 10°C aumenta a desnaturação de proteínas musculares em 20 vezes.

Segundo Anadón (2002), a dispersão de luz da superfície muscular é diretamente proporcional à sua quantidade de desnaturação protéica, o que, segundo Lawrie (1991) e Le Bihan-Duval et al. (2003), interfere na aparência física da carne, influenciando a quantidade de luz que lhe é refletida. De acordo com Barbut et al. (1997), quanto maior o grau de desnaturação protéica, menos luz é transmitida através das fibras e mais luz acaba sendo dispersa, o que leva à palidez

da carne. Offer e Knight (1988), relataram que o pH também influencia a capacidade de retenção de água da carne, pois o declínio de pH *post mortem* altera a composição celular e extracelular das fibras musculares, resultando em redução de grupos reativos disponíveis para reter água nas proteínas.

A ocorrência de PSE está relacionada com acúmulo excessivo de líquido nos produtos embalados, devido à sua menor capacidade de retenção de água, o que diminui a aceitação do produto pelo consumidor (FLETCHER, 1999). O comprometimento das propriedades funcionais da carne PSE pode resultar em produtos industrializados de pouco rendimento (LARA et al., 2002), devido à liberação de exsudato, que interfere na padronização durante a industrialização (BARBUT, 1997). Desta forma, segundo Fernandez et al. (2002), o rendimento após o processamento da carne é altamente relacionado com a velocidade da queda de pH *post mortem*, de modo que a diferença de uma unidade a menos no pH aferido aos 20 minutos *post mortem* corresponde cerca de 2% a menos no rendimento após o processamento da carne.

A capacidade de retenção de água da carne, por sua vez, exerce grande influência na maciez da carne e como na carne PSE a capacidade de retenção de água é menor, menor é a quantidade de água no músculo e menor a maciez da carne (ANADÓN, 2002). De acordo com Dransfield e Sosnicki (1999), a carne PSE possui também menor potencial proteolítico *post mortem*, o que contribui para a diminuição da maciez da carne. Segundo estes autores, o rápido declínio de pH, a altas temperaturas da carcaça, inativa o sistema calpaína e reduz o amaciamento *post mortem* da carne.

O fenômeno PSE, portanto, é prognosticado pela combinação de análises de pH, cor e capacidade de retenção de água nos músculos do peito (SWATLAND, 1995). Segundo Lara et al. (2002), o fenômeno PSE em frangos pode ser detectado pela combinação dos valores de pH (abaixo de 5,8) e cor (valor L* acima de 52,0) aferidos em 24 horas após o abate. Fatores como estresse (OLIVO, 2001), tipo de atordoamento (SAMS, 1999) e temperatura de resfriamento (DUNN et al., 1995) podem desencadear a condição PSE em aves.

Nos últimos anos, ocorreram modificações na comercialização da carne de aves, aumentando a exportação e o consumo interno de partes desossadas. Com

isso, o rendimento de cortes nobres, como peito e pernas, tornou-se importante para a indústria. O peito é utilizado na elaboração de vários produtos pós-processados e, por isso, é natural que as integrações estejam preocupadas com sua qualidade e rendimento.

Skinner et al., (1991) afirmaram que a quantidade de carne produzida pode ser aumentada dependendo dos níveis de nutrientes da dieta, principalmente lisina e metionina. Lubritz (1997) verificou que o comprimento, espessura, largura e peso de filés de peito podem ser afetados pela linhagem, sexo e idade das aves.

III. REFERÊNCIAS

ALLEN, C. D.; FLETCHER, D. L.; NORTHCUTT, J. K.; RUSSELL, S. M. The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life. **Poultry Science**. v.77, p.361–366, 1998.

ANADÓN, H. L. S. **Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers**. 171 f. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 2002.

AUSTIC, R. E. **Biochemical description of nutritional effects**. Pages 59-77 in: Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research, British Poultry Science, p.59-77, 1986.

BAKER, D.H. Advances in protein-amino acid nutrition of poultry. **Amino Acids**. doi:10.1007/s00726-008-0198-3, 2008.

BAKER, D. H.; Odle J.; Frank, M. A.; Wieland, T. M. 1991. Bioavailability of copper in cupric oxide, cuprous oxide, and in a copper-lysine complex. **Poultry Science**, v.70, p.177, 1991.

BANKS, W. J. Tecido muscular. In: **Histologia veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, p.215-236, 1992.

BARBUT, S. Problem of pale soft exsudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 38, p. 355-358, 1997.

BARBUT, S. Poultry products processing: **An industry guide** (1st ed.). Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2001.

BEN SCHUTTE, J. Short communication. **Feed Mix**, v.7, n. 3, 1999.

BERRI, C. Breeding and quality of poultry. In: **Poultry meat processing and quality** (ed. GC Mead). 2004. Woodhead Publishing Limited, Cambridge UK. p. 21–37.

BOORMAN K. N.; BURGESS A. D., 1986. **Responses to amino acids**. Pages 99-123 in: Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research, British Poultry Science Symposium. (Fisher C.; K. N. Boorman, Eds.), Butterworths, London, p.99-123.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N.J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.5, p.1049-1059, 2002.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Tratamentos de pré-resfriamento e resfriamento sobre a qualidade de carne de peito de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 230-235, 2004.

CHUNG, T. K.; BAKER, D. H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3102-3111, 1992.

DALE, N. Formulación de dietas sobre la base de disponibilidad de aminoácidos. **Avicultura Profesional**, Santiago de Chile, v. 9, n. 3, p. 120-122, 1992.

DAUNCEY, M.J.; GILMOUR, R.S. Regulatory factors in the control of muscle development. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 55, p. 543-559, 1996.

DEATHERAGE, F.E. **The effects of water and inorganic salts on tenderness**. In: Proceedings Meat Tenderness Symposium, Campbell Soup Co. 1963. Camden NJ, p.45–68.

DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, Savoy, v. 78, p. 743-746, 1999.

DUARTE, K. F.; JUNQUEIRA, O. M.; FILARDI, R. S.; SIQUEIRA, J. C.; GARCIA, E. A., LAURENTIZ, A.C. **Exigências em treonina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.41, n.1, p.72-79, 2012

DUNN, A. A; KILPATRICK, D. J.; GAULT, N. F. Contribution of “rigor shortening” and “cold shortening” to variability in the texture of pectoralis major muscle from commercially processed broilers. **British Poultry Science**, Roslin, v. 36, n. 4, p. 401-413, 1995.

D'MELLO, J. P. F. **Amino acids in farm animal nutrition**. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, 1994.

FENNEMA, O. R. Comparative water holding properties of various muscle food. **Journal of Muscle Foods**, Urbana, n.1, p. 363-381, 1990.

FERKET, P. R.; FOEGEDING E. A. **How nutrition and management influence PSE in poultry meat**. In: Proceedings from BASF Technical Symposium, Multi-State Poultry Feeding and Nutrition Conference, Indianapolis, IN. 1994. p. 64-78.

FERNANDEZ, X.; SANTÉ, V.; BAEZA, E.; LEBIHAN-DUVAL, E.; BERRI, C.; RÉMIGNON, H.; BABILÉ, R.; LE POTTIER, G.; ASTRUC, T. Effects of the rate of muscle *post mortem* pH fall on the technological quality of turkey meat. **British Poultry Science**, Roslin, v. 43, p. 245-252, 2002.

FLETCHER, D. L. Broiler breast meat color variation, pH and texture. **Poultry Science**, Savoy, v. 78, p. 1323-1327, 1999.

GONZALES, E. e SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (2ª Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p. 279-297.

HURWITZ, S.; SKLAN, D.; TALPAZ, H.; PLAVNIK, I. The effect of dietary protein on the lysine and arginine requirements of growing chickens. **Poultry Science**, v.77, p.689-696, 1998.

HOLSHEIMER, J. P.; RUESINK, E. W. Effect on performance, carcass composition, yield, and financial return of dietary energy and lysine levels in starter and finisher diets fed to broilers. **Poultry Science**, v.72, p.806–815, 1993.

KIDD, M.; FANCHER, B.I. Lysine needs of starting chicks and subsequent effect during the growing period. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p. 385-393, 2001.

LABADAN, M. JR.; HSU, K.; AUSTIC, R. Lysine and arginine requirements of broiler chickens at two-to three-week intervals to eight weeks of age. **Poultry Science**, v.80, p.599–606, 2001.

LANA, S.R.V.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ALBINO, L.F.T; VAZ, R.G.M.V.; RESENDE, W.O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.5, p.1614-1623, 2005a.

LARA, J. A. F.; NINOV, N ; BONASSI, C. A. ; LEDUR M.C.; NEPOMUCENO, A. L ;

SHIMOKOMAKI, M. Estresse Térmico e Incidência de Carne PSE em Frangos. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Campinas, p. 15, 2002.

LEESON S, CASTON L, SUMMERS JD. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, v.75, n.4, p.529-535, 1996.

LAWRIE, R. A. **Meat science**. New York : Pergamon, p.293, 1991.

LE BIHAN-DUVAL, E.; MILLET, N.; REMIGNON, H. Broiler meat quality: effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. **Poultry Science**, Savoy, v.78, p.822-826, 2003.

LECLERQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Champaing, v.77, p.118 – 123, 1998.

LEWIS, M.R.; ROSE, S. P.; MACKENZIE, A. M.; TUCKER, L. A. Effects of dietary inclusion of plant extracts on the growth performance of male broiler chickens. **British Poultry Science**, v.44, n.1, p.43-44, 2003.

LUBRITZ, S.L. A statistical model for white meat yield in broiler. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, n.3, p.253-259, 1997.

LYON, B.G.; SMITH, D. P; LYON, C. E; SAVAGE, E. M. Effects of diet and feed withdrawal on the sensory descriptive and instrumental profiles of broiler breast fillets. **Poultry Science**, v.83, p.275-281, 2004.

MERCER, L. P. **The quantitative nutrient-response relationship**. Journal of Nutrition, v.11, p.2560-2566, 1982.

MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964.

MOLETTE, C.; RÉMIGNON, H.; BABILE, R. Effect of rate of pH fall on turkey breast meat quality. **British Poultry Science**, Roslin, v. 44, n. 5, p. 787-788, 2003.

MORAN, E. T.; JR., BILGILI, S. F. Processing losses, carcass quality, and meat yield of broiler chickens as influenced by dietary lysine. **Poultry Science**. v.69, p.702-709, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1994. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC.

NRC (National Research Council) 2012. **Nutrient Requirements of Swine**. Eleventh Revised Edition. National Academic Press, Washington, D.C. 20418 USA.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger: principles of biochemistry**. 5^a ed. New York: H. W. Freeman e Company, 2009.

OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat. Part 1: General principles and water uptake in meat processing. In: LAWRIE, R. A. **Developments in meat science**. London : Elsevier, 1988. p.63-171.

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

PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; CERVANTES, H.M. et al. Studies on semduramicin and nutritional responses: 2. Methionine levels. **Poultry Science**, v.78, p.1170-76, 1999.

PHILLIPS, R. D. **Linear and nonlinear models for measuring protein nutritional quality**. Journal of Nutrition, v.111, p.1058-1066, 1981.

ROCHA, T.; GOMES, P. C.; DONZEL, J. L. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 38, n. 9, p.1726-1731, 2009.

ROSTAGNO, H. S.; PUPA, J. M. R.; PACK, M. J. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acid. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 4, p. 293-299, 1995.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2^a ed. UFV/DZO, 186p, 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, L. S. T.; EUCLIDES, R. F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3^a. Ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 120 p, 2011.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H .S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p, 2007.

SAMS, A. R. Meat quality during processing. **Poultry Science**, Savoy, v.78, p.798-803, 1999.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R. **Suplementação de vitamina e melhora a qualidade de carnes e derivados.** In: SHIMOKOMAKI, M. et al. (Ed.). Atualidades em ciência e tecnologia de carnes. São Paulo: Varela, 2006. cap. 11, p.115-121.

SCHUTTE J. B. ; PACK M. Effects of dietary sulphur containing amino acids on performance and breast meat deposition of broiler chicks during the growing and finishing phases. **British Poultry Science**, v.36, p.747–762, 1995.

SKINNER, J.T.; IZALT, A.L.; WALDROUP, P.W. Effects of dietary amino acid levels on performance and carcass composition of broilers 42 to 49 days of age. **Poultry Science**, v.70, p.1223-1230, 1991.

SUMMERS, J.D.; LEESON, S.; SPRATT, D. Yield and composition of edible meat from male broilers as influenced by dietary protein level and amino acid supplementation. **Canadian Journal of Animal Science**, v.68, p.241-248, 1988.

SUMMERS, J. D. Will poultry science curricula meet projected needs of poultry and associated industries? **Poultry Science**. v.71, p.1316–1318, 1992.

SWATLAND, H. J. **On line evaluation of meat.** Lancaster : Technomic, 1995, p.343.

TESSERAUD, S.; MAAA, N.; PERESSON, R.; CHAGNEAU, A. M. 1996. Relative responses of protein turnover in three different skeletal muscles to dietary lysine deficiency in chicks. **British Poultry Science**, v.37, p.641–650, 1996.

TESSERAUD, S.; LE BIHAN-DUVAL E.; PERESSON, R; MICHEL, J.; CHAGNEAU, A. M. Response of chick lines selected on carcass quality to dietary lysine supply: live performance and muscle development. **Poultry Science**, v.78, p.80–84, 1999.

TESSERAUD, S.; TEMIN, S.; LÊ BIHAN-DUVAL, E; CHAGNEAU, A. M. Increased responsiveness to dietary lysine deficiency of pectoralis major muscle protein turnover in broilers selected on breast development. **Journal of Animal Science**, v.79, n.4, p.927-933, 2001.

CAPÍTULO 2 - LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS INFLUENCIAM OS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE CARNE E A FREQUÊNCIA DE FIBRAS DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* DE FRANGOS DE CORTE AOS 21 DIAS DE IDADE

RESUMO – Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar níveis de lisina e de metionina+cistina digestíveis sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e suas partes, biometria do filé de peito, morfometria das fibras musculares e qualidade do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. Foram utilizados 2.400 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb® 500, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, com oito repetições de 30 aves cada. Os tratamentos consistiram em 2 níveis de lisina digestível (1,253 e 1,378%) x 5 níveis de metionina+cistina digestíveis (0,812; 0,857; 0,902; 0,947; 0,992%). Não houve efeito para os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e biometria do filé de peito das aves. Para a qualidade de carne, observou-se menor intensidade de teor de vermelho no músculo peitoral das aves que receberam ração contendo 1,253% de lisina digestível. Houve efeito quadrático entre os níveis de metionina+cistina digestíveis para luminosidade ($L=280,54x^2-520,82x+291,39$; $R^2=0,93$), no qual o melhor nível calculado foi de 0,928%. Para a análise de morfometria das fibras, o uso do nível de lisina digestível de 1,378% resultou em maior frequência de fibras para o músculo *Pectoralis major*. A utilização de níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis na dieta influenciaram a qualidade de carne e morfometria de fibras musculares do músculo *Pectoralis major*. Para os parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça, os menores níveis de lisina (1,253%) e metionina+cistina (0,812%) digestíveis atenderam as exigências das aves de 1 a 21 dias de idade.

Palavras chave: aminoácidos, aves, comprimento de fibra, filé de peito

1. Introdução

As aves possuem diferentes respostas aos níveis de inclusão de aminoácidos nas dietas. Após o surgimento da forma sintética dos aminoácidos, houve maior facilidade para elaborar experimentos de dose e resposta. Nesse contexto, as dietas passaram a ser formuladas com base no conceito da proteína ideal, ou seja, com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades das aves.

A lisina é considerada um aminoácido essencial para manutenção, crescimento e produção de suínos e aves e tem como principal função a síntese de proteína muscular (ROCHA et al., 2009). A metionina também é considerada um aminoácido essencial, sendo o primeiro aminoácido limitante para as aves, e, juntamente com a cistina compõe os aminoácidos sulfurados que desempenham papéis fundamentais para o desenvolvimento muscular e de penas de frangos de corte, assim como de vários outros processos metabólicos (GONZALES; SARTORI, 2008). Entretanto, é difícil definir as exigências ideais de aminoácidos para as aves, pois estas são influenciadas por diversos fatores como linhagem, sexo, idade, densidade populacional, teor de proteína e energia das rações, condição ambiental e estado sanitário do lote (BAKER; HAN, 1994; COSTA et al., 2001; ISHIBASHI; YONEMOCHI, 2002).

Estudos têm relatado efeitos da utilização de diferentes níveis de aminoácidos na dieta sobre o desempenho e o rendimento de carcaça das aves, concluindo que durante a fase inicial de desenvolvimento a ave necessita de um maior aporte de aminoácidos essenciais (ROSTAGNO et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2011; HAESE et al., 2012). Porém, poucos são os estudos que avaliam o efeito da utilização de níveis de aminoácidos na dieta sobre os parâmetros de morfometria das fibras musculares do peito das aves, visto que há relatos de que, além da genética, fatores externos podem influenciar na hipertrofia muscular (GONZALES; SARTORI, 2008).

Diante do contexto exposto, o objetivo do presente estudo foi de avaliar níveis de lisina e de metionina+cistina digestíveis sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e suas partes, biometria de filé de peito, morfometria das fibras musculares e qualidade do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

2. Material e métodos

Os procedimentos utilizados no presente estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais–CEUA (protocolo nº 014969/14), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal.

Foram utilizados 2.400 pintos de corte machos de um dia de idade, da linhagem “Cobb 500”, alojados em um galpão de alvenaria com 80 parcelas. O aquecimento inicial foi realizado por meio de lâmpadas infravermelho de 250 watts, com temperatura ambiente entre 28 e 32°C, durante as duas primeiras semanas de vida. Os pintos foram vacinados contra as doenças de Marek, Gumboro e Bouda no incubatório, seguindo-se a vacinação no 5º dia contra a doença de Gumboro e no 8º dia contra a doença de Newcastle.

A cama utilizada foi de maravalha e a quantidade colocada em cada boxe foi de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada. O programa de luz adotado foi de 24 horas e as aves receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental.

No primeiro dia de idade, os pintos foram pesados e selecionados seguindo-se o critério do peso médio de cada boxe e distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 (2 níveis de lisina digestível x 5 níveis de metionina+cistina digestíveis), cada um com oito repetições de 30 aves cada.

Na formulação das rações experimentais, foram consideradas as recomendações nutricionais segundo Rostagno et al. (2011) para a fase de 1 a 21 dias de idade exceto para os níveis de lisina e de metionina+cistina.

Os tratamentos consistiram no fornecimento de dieta basal contendo o nível de lisina digestível preconizado por Rostagno et al. (2011) de 1,253% e outro 10% acima do valor recomendado, sendo de 1,378%. Para a metionina+cistina digestíveis calcularam-se dois níveis acima e dois níveis abaixo (5 e 10%) do recomendado por Rostagno et al. (2011) de 0,902%, resultando em 0,812; 0,857; 0,902; 0,947 e 0,992%, respectivamente (Tabela 1). Os níveis de treonina, triptofano, valina, isoleucina e arginina digestíveis utilizados foram os mesmos preconizados por Rostagno et al. (2011).

Tabela 1. Composição percentual e valor calculado das rações experimentais na fase de 1 a 21 dias de idade.

Ingredientes (%)	1,253% lisina					1,378% lisina				
	metionina+cistina (%)					metionina+cistina (%)				
	0,812	0,857	0,902	0,947	0,992	0,812	0,857	0,902	0,947	0,992
Milho grão	57,34	57,24	57,16	57,07	57,00	57,02	56,93	56,84	56,75	56,66
Far. de soja (45%)	35,99	36,00	36,01	36,02	36,01	36,03	36,04	36,05	36,06	36,08
Óleo de soja	2,72	2,76	2,79	2,82	2,86	2,84	2,87	2,90	2,93	2,96
Fosfato bicál.	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Calcário	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Sal comum	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Supl. vit.+min.*	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL- Metionina	0,23	0,28	0,32	0,37	0,41	0,23	0,28	0,32	0,37	0,41
L- Lisina HCL	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,43	0,43	0,44	0,44	0,44
L- Treonina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Valina	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valor Calculado (%)										
EM (kcal/kg)	3.020	3.020	3.020	3.020	3.020	3.020	3.020	3.020	3.020	3.020
Proteína bruta	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33
Cálcio	0,867	0,867	0,867	0,867	0,867	0,867	0,867	0,867	0,867	0,867
Fósforo disp.	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
Lisina dig.	1,253	1,253	1,253	1,253	1,253	1,378	1,378	1,378	1,378	1,378
Metionina dig.	0,520	0,568	0,610	0,654	0,700	0,520	0,568	0,610	0,654	0,700
Met.+cist. dig.	0,812	0,857	0,902	0,947	0,992	0,812	0,857	0,902	0,947	0,992
Treonina dig.	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814
Valina dig.	0,965	0,965	0,965	0,965	0,965	0,965	0,965	0,965	0,965	0,965

* Enriquecido por quilograma de ração: Vit A 8000 UI, Vit. D 1500 UI, Vit E 20 mg, Vit. K 0,5 mg, Vit. B¹ 2 mg, Vit B² 3,6 mg, Vit. B¹² 20 mcg, pantotenato de cálcio 10 mg, ácido fólico 0,5 mg, promotor de crescimento 50 mg, niacina 100 mg, cobre 75 mg, iodo 1,25 mg, selênio 0,25 mg, manganês 120 mg, zinco 100 mg, ferro 50 mg.

As aves foram pesadas com um dia de idade e no final do período experimental (21 dias) para determinação do ganho de peso, pela diferença entre as pesagens. Da mesma forma, o consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras das rações nos comedouros, corrigido pela mortalidade. Posteriormente, foi calculada a conversão alimentar pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves, corrigida pela mortalidade diária.

Ao final do período experimental (21 dias de idade), foram selecionadas duas aves por parcela com peso corporal entre -10 e +10% do peso médio da respectiva parcela. As aves selecionadas foram submetidas a um período de jejum de 8 horas, insensibilizadas através do uso de CO₂ e sacrificadas por sangria da veia jugular, depenadas, evisceradas e, após pesagem da carcaça, foram divididas em partes para avaliação do rendimento de carcaça (desconsiderando cabeça, pescoço e pés), peito, filé do peito, coxa+sobrecoxa, asas e dorso. Para a avaliação da biometria do músculo *Pectoralis major*, foram utilizados oito filés de peito por tratamento sendo realizadas medidas de comprimento e de largura com o auxílio de régua, e espessura com o auxílio de um paquímetro, segundo metodologia descrita por Mendes et al. (1993).

Para os parâmetros de qualidade de carne utilizaram-se oito peitos por tratamento e foram avaliados o pH, coloração, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento. O pH da carne foi obtido 24 horas *post mortem* através de eletrodo de penetração. As análises de coloração foram determinadas através do aparelho Minolta Chrome Meter, adotando o sistema CIELAB, que avalia os parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo).

Para a determinação da perda de peso por cozimento e da força de cisalhamento foi utilizado o músculo peitoral, desossado, esquerdo da ave. As amostras para a análise de perda de peso foram embaladas em sacos plásticos e levadas a banho maria a 85°C por 30 minutos. Em seguida, foram retiradas dos sacos plásticos para a eliminação da água e resfriamento, pesadas e os seus pesos comparados com o peso inicial, determinando assim a porcentagem de perdas durante o cozimento (CASON et al., 1997).

Estas mesmas amostras foram utilizadas para determinação da força de cisalhamento, após atingirem a temperatura ambiente, foram cortadas em tiras de, aproximadamente, 1,5 cm de largura, sendo colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Texture Analyser TA-XT2i, acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler, o qual mediu a força de cisalhamento da amostra em kgf/cm² (LYON et al., 1998).

Para a análise morfométrica da fibra muscular amostras de 3 cm² do músculo *Pectoralis major* de 8 aves por tratamento foram retiradas da região *Pars*

sternobrachialis (Figura 1) sendo imediatamente fixadas em Bouin por 24 horas à temperatura ambiente. Após as 24 horas, as amostras foram lavadas em água para a retirada do excesso de fixador, mantidas em etanol 70% e, posteriormente desidratadas em série crescente de etanol diafanizadas em xilose e infiltradas com parafina em histosec. Foram realizados quatro cortes histológicos transversais semisseriados ($6\mu\text{m}$) por músculo por ave, corados com Hematoxilina Eosina (Tolosa et al., 2003) e em seguida, foram novamente desidratados e diafanizados para montagem final com Entellan (Figura 2). Os dados de perímetro e frequência de fibras por área ($893\mu\text{m}^2$) foram obtidos utilizando o sistema de análise de imagens (Leica Q win V3) conectado ao microscópio Leica- DM 2500. O perímetro das fibras foi obtido pela mensuração de 150 fibras por ave e a frequência de fibras foi obtido pela contagem em cinco campos microscópicos por ave.

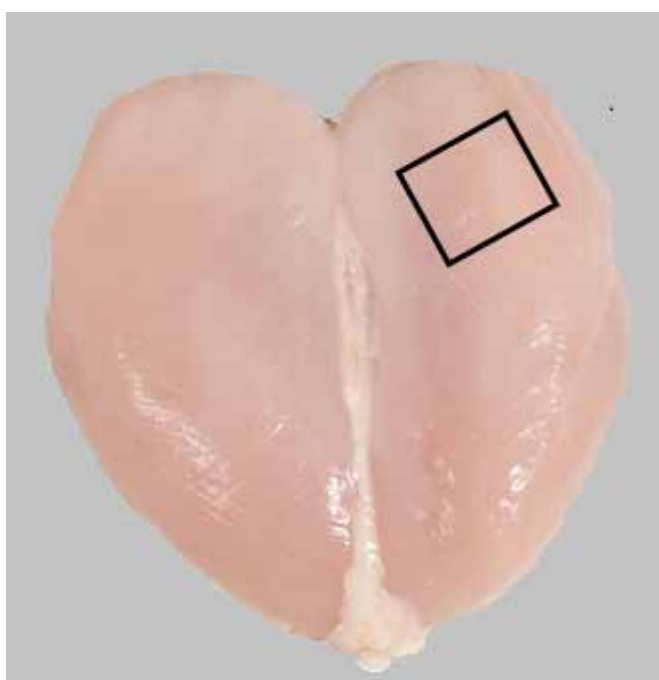


Figura 1. Fotografia do músculo *Pectoralis major*, destacando a região da *Pars sternobrachialis*, da qual as amostras foram retiradas para análise.

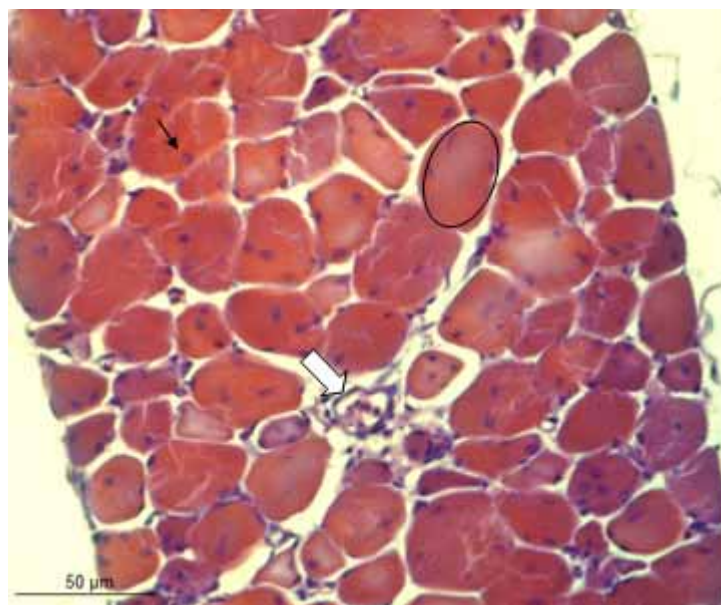


Figura 2. Fotomicrografia de secções histológicas transversais do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte aos 21 dias de idade. (coloração HE). Fibra muscular (área destacada), núcleos basofílicos em posição periférica (seta fina), vaso sanguíneo (seta branca).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do programa Statistical Analysis System (SAS, 2002) e em caso de significância (5% de probabilidade) foram realizadas análises de regressão linear e polinomial (quadrática e cúbica) com a finalidade de verificar efeitos quanto aos níveis utilizados.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho das aves para a fase de 1 a 21 dias de idade não apresentaram efeitos ($P > 0,05$) em função dos níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho das aves em função de níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis durante o período de 1 a 21 dias de idade.

Tratamentos (%)	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar (g/g)
met+cis			
0,812	786±0,04	1190±0,04	1,51±0,04
0,857	798±0,02	1217±0,03	1,52±0,06
0,902	805±0,02	1210±0,04	1,50±0,05
0,947	804±0,02	1201±0,05	1,49±0,05
0,992	800±0,04	1189±0,05	1,48±0,04
lisina			
1,253	805±0,03	1204±0,04	1,49±0,05
1,378	792±0,03	1120±0,05	1,50±0,04
Probabilidades para análise de variância			
met+cis	0,4566	0,2413	0,0685
lisina	0,1289	0,3656	0,4135
Interação	0,8043	0,6860	0,3986
CV (%)	3,23	3,71	3,12

Para a conversão alimentar, aves alimentadas com dieta contendo 0,992% de metionina+cistina digestíveis apresentaram o melhor índice de conversão alimentar ($P=0,0685$), sendo o pior índice observado para as aves alimentadas com dieta contendo 0,857% de metionina+cistina digestíveis. Shutte e Pack (1995) reportaram que a exigência de metionina+cistina pode sofrer alterações dependendo dos parâmetros que são avaliados, sendo maior a sua exigência para conversão alimentar e rendimento de peito, quando comparado com ganho de peso. Ainda segundo os mesmo autores quando há deficiência de metionina na ração, os frangos tendem a aumentar o consumo para manter o crescimento normal, sugerindo, assim, que a metionina pode regular o consumo de alimento, porém esse fato não foi observado no presente estudo.

Com relação ao ganho de peso e ao consumo de ração não houve efeito entre os tratamentos em estudo, indicando que a dieta contendo os níveis de 1,253% de lisina e 0,812% de metionina+cistina digestíveis foi satisfatória para atender as exigências das aves de 1 a 21 dias nesta avaliação. Esses resultados discordam de Barbosa et, al. (2002), que ao avaliarem as exigências de lisina (0,90;

1,09 e 1,30%) e de aminoácidos sulfurados digestíveis (0,70; 0,84 e 1,01%) para frangos de corte machos de 1 a 21 dias, não encontraram efeito para os níveis de metionina+cistina, porém ao avaliarem os níveis de lisina, assim como a interação entre os níveis de lisina e metionina + cistina digestíveis, concluíram que as exigências para ganho de peso e conversão alimentar foram de 1,09 e 0,84%, respectivamente.

Haese et al. (2012), em estudo avaliando níveis de lisina digestível para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade (1–7 dias: 1,20; 1,25; 1,30; 1,35 e 1,40%; 8–21 dias: 1,05; 1,10; 1,15; 1,20 e 1,25%) não observaram diferença entre os níveis de lisina digestível para o consumo de ração, porém foi observado efeito quadrático para o ganho de peso e conversão alimentar, no qual estimaram-se os níveis de 1,30 e 1,29% de lisina digestível, para as fases de 1-7 e 8-21 dias, respectivamente.

Atencio et al. (2004), em experimento com o objetivo de avaliar as exigências de metionina+cistina digestíveis (0,731; 0,777; 0,824; 0,870; 0,916%) para frangos de corte de 1 a 20 dias, não observaram efeito entre os níveis para consumo de ração, em contrapartida, discordando dos resultados encontrados no presente estudo os autores observaram efeito linear para ganho de peso, indicando que o peso das aves aumentou com o incremento dos níveis de metionina+cistina digestíveis na dieta. Os autores também verificaram efeito quadrático para a variável de conversão alimentar, e o valor de exigência estimado pelo modelo quadrático foi de 0,876%.

De acordo com Lana et al. (2005) essa variação de resultados observada na literatura se deve ao fato de que a exigência de aminoácidos pelas aves pode variar de acordo com diversos fatores, tais como: linhagem, sexo, temperatura, desafio sanitário, teor de proteína da ração, energia metabolizável e ingredientes utilizados na formulação das dietas.

Aos 21 dias de idade das aves, foram avaliados os parâmetros de rendimento de carcaça e suas partes. Não foram observados efeitos ($P>0,05$) entre os níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis no presente estudo (Tabela 3).

Tabela 3. Rendimento de carcaça e suas partes avaliadas durante o abate de frangos de corte aos 21 dias de idade.

Tratamentos	Rendimento (%)					
	Carcaça	Coxa e Sobrecoxa	Peito	Filé de peito	Asa	Dorso
met+cis (%)						
0,812	68,17±1,84	30,19±0,85	35,89±1,38	28,08±3,57	11,50±0,46	22,50±1,03
0,857	67,75±1,21	30,05±0,52	36,58±0,85	27,01±3,51	11,35±0,30	21,94±0,98
0,902	67,57±1,11	30,54±0,68	36,25±1,11	26,46±2,79	11,65±0,32	21,59±1,06
0,947	67,78±1,18	30,17±0,78	36,12±0,91	26,75±3,03	11,48±0,44	21,74±0,78
0,992	68,21±0,36	29,64±0,69	36,51±0,56	27,85±3,00	11,44±0,31	22,30±0,49
lisina (%)						
1,253	67,84±1,20	30,16±0,74	36,46±0,99	27,03±2,88	11,44±0,36	21,78±0,85
1,378	67,95±1,24	30,07±0,75	36,09±0,98	27,42±3,40	11,54±0,38	22,25±0,95
Probabilidades para análise de variância						
met+cis	0,7333	0,1043	0,5178	0,7732	0,4667	0,1309
lisina	0,7655	0,6013	0,1961	0,6777	0,3206	0,0677
Interação	0,7033	0,2864	0,3477	0,8292	0,0960	0,5055
CV (%)	1,87	2,35	2,72	12,20	3,11	3,98

Observa-se que mesmo para os tratamentos cujas aves receberam os menores níveis de metionina+cistina digestíveis (0,812 e 0,857%), o equilíbrio para as necessidades nutricionais das aves foi mantido, não havendo prejuízos nos resultados de rendimento de carcaça e suas partes. Para o rendimento de dorso, aves alimentadas com dieta contendo 1,378% de lisina digestível apresentaram melhor rendimento ($P=0,0677$) quando comparadas àquelas que foram alimentadas com dieta contendo 1,253% de lisina digestível.

Acar et al. (1991) relataram que a lisina é um dos principais constituintes das proteínas musculares, participando diretamente da síntese protéica e consequentemente do crescimento muscular. Segundo Moran e Bilgili (1990) o aumento dos níveis de lisina acima do recomendado está relacionado com aumento do rendimento da carcaça, especialmente do músculo peitoral, porém esses resultados não foram observados no presente estudo.

Lima et al. (2008), em estudo avaliando níveis de energia (3.000; 3.100 e 3.200 kcal/kg), de lisina (1,10 e 1,46%) e de metionina+cistina (0,72 e 0,77%) digestíveis na dieta de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, também não observaram diferença entre os níveis de aminoácidos para o rendimento de carcaça e de coxa e sobrecoxa, porém observaram maior rendimento de peito nas aves que receberam os níveis mais altos de lisina e metionina+cistina digestíveis. Entretanto, Kidd et al. (2005) não observaram influência dos níveis de aminoácidos sobre o rendimento de peito das aves.

Os achados deste estudo diferem dos relatados por Franco et al. (2012), que em experimento avaliando níveis de lisina digestível (1,143 e 1,267%) para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, observaram maiores rendimentos de peito e filé de peito para aves alimentadas com dieta contendo 1,143% de lisina digestível.

Diante dos resultados, nota-se que o nível dos aminoácidos sulfurados recomendado por Rostagno et al. (2011) está superestimado e que a dieta contendo o nível de 1,253% de lisina e 0,812% de metionina+cistina digestíveis foi satisfatória para o rendimento de carcaça e suas partes para frangos de corte aos 21 dias de idade.

Não houve diferença ($P>0,05$) quanto aos parâmetros de comprimento, largura e espessura do músculo *Pectoralis major* entre os níveis de aminoácidos utilizados, portanto, com os menores níveis de inclusão de lisina e metionina+cistina digestíveis as aves conseguem expressar o máximo do seu potencial genético para essa avaliação. Segundo Lubritz (1997), a linhagem, o sexo e a idade influenciam o comprimento, largura e espessura do músculo peitoral. Segundo o mesmo autor, o aumento na massa muscular peitoral da ave se deve, principalmente, pelo aumento na espessura do músculo *Pectoralis major*. Dessa forma, o incremento da massa muscular ocorre pela hipertrofia das fibras musculares (BERRI et al. 2007).

Tabela 4. Biometria muscular do peito de frangos de corte avaliada aos 21 dias de idade.

Tratamentos (%)	Comprimento (cm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
met+cis			
0,812	11,74±0,38	52,85±3,85	20,15±3,23
0,857	11,84±0,54	53,06±4,37	18,62±2,89
0,902	12,08±0,57	53,31±4,32	19,42±2,58
0,947	11,60±0,62	51,74±1,69	19,41±3,23
0,992	11,86±0,72	53,30±2,90	19,91±2,70
lisina			
1,253	11,86±0,62	53,66±3,78	18,87±2,99
1,378	11,86±0,72	52,38±2,90	20,15±2,63
Probabilidades para análise de variância			
met+cis	0,4356	0,6267	0,8275
lisina	0,5860	0,1929	0,1351
Interação	0,1711	0,1251	0,7655
CV (%)	4,79	6,43	15,21

Pavan et al. (2003), ao conduzirem um experimento para avaliar o efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre o rendimento e a qualidade da carne de peito de frangos de corte também não observaram efeitos ($P < 0,05$) para comprimento de peito entre os níveis de lisina estudados (1,00; 1,06 e 1,12% de lisina digestível).

Com relação aos parâmetros de qualidade de carne foram observados efeitos ($P < 0,05$) para luminosidade e teor de vermelho entre os níveis de metionina+cistina digestíveis e, para força de cisalhamento entre os níveis de lisina digestível (Tabela 5).

Tabela 5. Qualidade de carne do peito de frangos de corte aos 21 dias de idade.

Tratamentos (%)	L*	a*	b*	Perda por cozimento (%)	Força de Cisalhamento (kgf/cm ²)	pH
met+cis						
0,812	53,22±2,76	3,11±1,12	3,37±1,30	24,37±2,37	3,59±1,15	6,01±0,14
0,857	51,58 ±2,36	3,63±0,68	3,95±1,10	24,20±3,42	3,80±1,53	6,03±0,15
0,902	49,55±1,97	2,95±0,89	4,08±1,74	24,43±3,49	3,29±1,39	6,02±0,12
0,947	49,54±3,43	3,18±1,64	3,17±1,19	23,65±3,01	2,40±1,18	6,12±0,14
0,992	50,96±2,94	2,93±1,17	3,65±1,52	24,36±3,75	2,13±0,22	5,98±0,10
Lisina						
1,253	50,64±3,13	2,75±1,04	3,55±1,40	23,80±3,12	2,76±1,25	6,03±0,16
1,378	51,34±2,84	3,56±1,10	3,75±1,38	24,60±3,13	3,38±1,35	6,04±0,10
Probabilidade para análise de variância						
met+cis	0,0314	0,5822	0,5953	0,9838	0,0180	0,2203
Lisina	0,3381	0,0094	0,5969	0,4003	0,0633	0,7646
Interação	0,7876	0,1642	0,7286	0,6740	0,7559	0,4060
Regressão	Quadrático	-	-	-	Linear	-
CV (%)	5,55	33,34	39,42	13,70	38,87	2,25

Significativo ao nível de 5% de probabilidade. L= luminosidade; a*= teor de vermelho; b*= teor de amarelo.

Em frangos, a coloração da pele e do músculo pode variar em função da dieta, do tipo e teores de xantofilas e do fator genético (Oda et al., 2003). Nos resultados obtidos no presente estudo, houve efeito ($P < 0,05$) entre os níveis de lisina digestível utilizados sobre a coloração da carne, na qual as aves que receberam ração contendo 1,378% de lisina digestível apresentaram maior teor de vermelho (a^*) do que as que receberam ração contendo 1,253% de lisina digestível. Segundo Ramos e Gomide (2007), o principal pigmento associado à cor é a mioglobina e sua concentração na carne varia de acordo com diversos fatores, sendo a nutrição um deles.

Para a luminosidade houve efeito quadrático entre os níveis de metionina+cistina digestíveis ($L = 280,54x^2 - 520,82x + 291,39$) ($R^2 = 0,94$), no qual através da equação apresentada, foi estimado o nível de 0,928% para obter-se o menor valor de luminosidade (Figura 3).

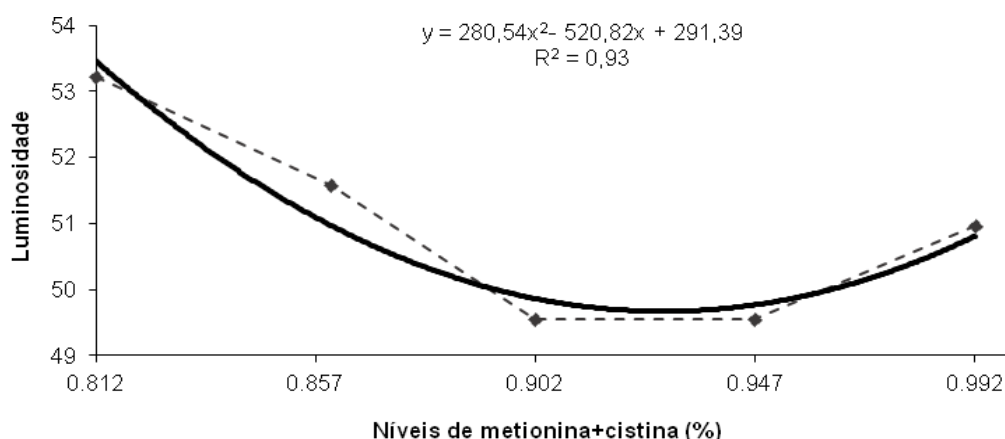


Figura 3. Variação da luminosidade em função dos níveis de metionina+cistina digestíveis da dieta.

Normalmente a luminosidade (L^*) está associada com a quantidade de água no tecido e com a evolução das reações bioquímicas *post mortem*. Quanto maior o valor de L^* mais clara é a carne e, quanto menor o valor de L^* , mais vermelha é a carne. De acordo com Mendes (2001), o intervalo de 46,4 a 49,7 para o valor de L^* , pode ser considerado normal para cor de peito de frango. Entretanto, Soares et al. (2009), propôs o seguinte critério para classificação da luminosidade da carne de peito de frangos: $L^* \geq 53$ para PSE, $L \leq 44$ para DFD e $44 < L^* < 53$ para normal. As médias para o valor de L^* observadas no presente estudo ficaram entre 49,54 e 53,22, indicando uma tendência à carne PSE, de acordo com o autor.

A maciez da carne foi medida através da força de cisalhamento. Houve melhora na maciez ($P < 0,05$) de forma linear ($FC = -9,7403x + 11,786$) ($R^2 = 0,88$) conforme foram aumentados os níveis de metionina+cistina digestíveis da ração (Figura 4). Aves alimentadas com dieta contendo 1,378% de lisina digestível apresentaram maior valor de força de cisalhamento ($P = 0,0633$) quando comparadas àquelas alimentadas com dieta contendo 1,253% lisina digestível.

Na literatura há discordância em relação aos valores limites de força de cisalhamento para considerar a carne de peito de frango como macia. Liu (2004) utilizou como referência o valor de 7,5 kgf/g, enquanto Simpson e Goodwin (1974), de 8,0 kgf/g como limite, acima do qual a carne seria considerada dura. Nas condições experimentais utilizadas no presente estudo, os valores de força de

cisalhamento entre 2,11 e 3,06 kgf/g estão dentro da faixa de variação que se considera a carne macia.

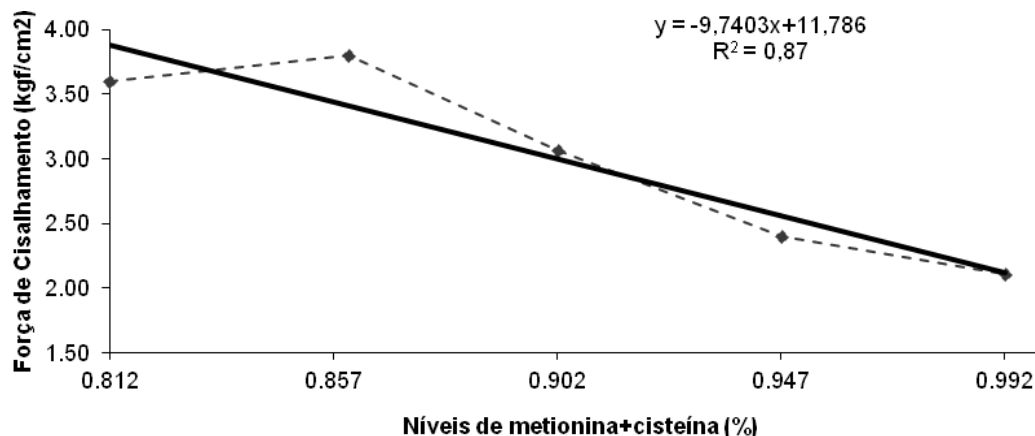


Figura 4. Variação da força de cisalhamento em função dos níveis de metionina+cistina digestíveis da dieta.

Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) para as variáveis de perda por cozimento e pH. A literatura cita valores semelhantes aos encontrados no presente estudo para pH (JONES; GREY, 1989; SAMS; MILLS, 1993) e perda por cozimento da carne de peito de frangos de corte (BRESSAN, 2002; MENDES, 2011). Estes resultados indicam, que os níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis testados, possivelmente não alteraram os níveis de glicogênio para exercer diferença significativa entre as medidas de pH, o que consequentemente proporcionou o mesmo resultado nas perdas por cozimento.

Para a análise de morfometria das fibras do músculo *Pectoralis major* houve efeito ($P < 0,05$) entre os níveis de lisina e de metionina+cistina para a frequência de fibras musculares, porém para os níveis de metionina+cistina digestíveis não houve efeito ($P > 0,05$) para nenhuma das regressões polinomiais analisadas. Já para os níveis de lisina digestível, as aves que receberam dieta contendo 1,378% apresentaram maior frequência de fibras quando comparadas aquelas que receberam dieta contendo 1,253%.

Tabela 6 – Morfometria das fibras musculares do peito de frangos de corte aos 21 dias de idade.

Tratamentos (%)	Perímetro de fibra (μm)	Frequência de fibras (n° de fibras/ μm^2)
met+cis		
0,812	143,78 $\pm$ 12,09	20,80 $\pm$ 4,63
0,857	155,97 $\pm$ 9,78	23,90 $\pm$ 6,53
0,902	150,37 $\pm$ 6,26	21,80 $\pm$ 5,92
0,947	151,37 $\pm$ 13,33	25,11 $\pm$ 3,40
0,992	152,66 $\pm$ 8,66	23,50 $\pm$ 4,35
Lisina		
1,253	153,01 $\pm$ 10,50	19,48 $\pm$ 3,75
1,378	148,64 $\pm$ 10,64	26,63 $\pm$ 3,66
Probabilidade para análise de variância		
met+cis	0,1087	0,0392
Lisina	0,1214	<.0001
Interação	0,1127	0,1429
CV (%)	6,47	14,53

Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Gonzáles e Sartori (2008), o aumento da deposição da proteína corporal, ocorre em um período limitado do desenvolvimento, ou seja, no animal jovem. Portanto, a utilização de um maior nível de lisina (1,378%) promoveu aumento da frequência das fibras musculares, provavelmente pelo fato de que durante a fase inicial de criação ocorre maior taxa relativa de síntese protéica.

5. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que, a utilização de diferentes níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis na dieta influencia os resultados dos parâmetros de qualidade de carne e morfometria de fibras musculares do músculo *Pectoralis major*. Para os parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça, os menores níveis de lisina (1,253%) e metionina+cistina (0,812%) digestíveis atenderam as exigências das aves de 1 a 21 dias de idade.

4. Agradecimentos

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Processo nº: 2011/00918-2.

5. Referências

ACAR, N.; MORAN, JR; BILGILI, S. F. Live performance and carcass yield of male broilers from two commercial strain crosses receiving rations containing lysine below and above the established requirement between six and eight weeks of age. **Poultry Science**, v.70, p.315-321, 1991.

ATENCIO, A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; VIEITES, F. M. Exigências de metionina + cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, 2004.

BAKER D. H.; HAN, Y.M. Ideal amino-acid profile for chicks during the first 3 weeks post hatching, **Poultry Science**, Champaign, v.73, n.9, p. 1441 – 1447, 1994.

BARBOSA, M. J. P.; JUNQUEIRA, O. M.; ANDREOTTI, M. O.; CANCHERINI, L. C. Níveis de lisina + metionina para frangos de corte na fase inicial. **Acta Scientiarum**, v.24, n.4, p.1007-1013, 2002.

BERRI, C.; BIHAN-DUVAN, L.; DEBUT, M.; SANTÉ-LHOUTELLIER, V.; BAÉZA, E.; GIGAUD, V.; JÉGO, Y.; DUCLOS, M. J. Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of Pectoralis major muscle and breast meat quality of broiler chickens. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2005-2011, 2007.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.5, p.1049-1059, 2002.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C; TOLEDO, R. S. Níveis dietéticos de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1490-497, 2001.

CASON, J.A.; LYON, C.E.; PAPA, C.M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, v. 76, p. 725-787, 1997.

FRANCO, J. R. G.; MURAKAMI, A. E.; DUARTE, C. R. A.; FERNANDES, J. E. M.; GARCIA, E. R. M.; MOURA, I. Intervalo para o alojamento e níveis de lisina, em dietas baseadas no conceito de proteína ideal, sobre o desenvolvimento muscular e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Ciência Rural**, v.42, n.9, p.1655-1661, 2012.

GONZALES, E.; SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (2^a Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p. 279-297.

HAESE, D.; KILL, J. L.; HADDADE, I. R.; SARAIVA, A.; VITÓRIA, E. L.; PUPPO, D. D.; SOUZA, E. O. Exigência de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos mantendo as relações metionina + cistina e treonina digestível na proteína ideal. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, 2012.

ISHIBASHI, T.; YONEMOCHI, C. Possibility of amino acid nutrition in broiler. **Animal Science Journal**, v.73, p.155-165, 2002.

JONES, J.M.; GREY, T.C. Influence of processing on product quality and yield. **Processing of Poultry**, p.127-130, 1989.

KIDD, M. T.; CORZO, A.; HOEHLER, D.; MILLER, E. R.; DOZIER, W. A. Broiler responsiveness (Ross x 708) to diets varying in amino acid density. **Poultry Science**, v.84, p.1389-1396, 2005.

LANA, S. R. V.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; VIEIRA, V.; REZENDE, W. O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1624-1632, 2005.

LIMA, L. M. B.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; MICHELL, B. C.; FERREIRA, C. F. Efeitos dos níveis de energia, lisina e metionina + cistina sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, 2008.

LIU Y. Principal component analysis of physical, color, and sensory characteristics of chicken breasts deboned at two, four, six, and twenty-four hours post-mortem. **Poultry Science**, v.83, n.1, p.101-108, 2004

LYON, C. E.; LYON, B. G.; DICKENS, J. A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.

LUBRITZ SL. A statistical model for white meat yield in broiler. **Journal of Applied Poultry Research**. v.6, p.253-59, 1997.

MENDES A. A.; MOREIRA, J.; GARCIA, R. G.; NAAS, I. A.; ROÇA, R. O. Avaliação do rendimento e qualidade da carne de peito em frangos de corte criados com diferentes densidades e níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p. 38, 2001.

MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; GONZALES, E. Efeito de linhagem e idade de abate sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.3, p.466-472, 1993.

MENDES, A. A., KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.352-357, 2011

MORAN, E.T.; BILGILI, S.F. Processing losses, carcass quality, and meat yields of broiler chickens receiving diets marginally deficient to adequate in lysine prior to marketing. **Poultry Science**, v.69, p.702-710, 1990.

ODA, S. H. I.; SCHNEIDER, J.; SOARES, A. L.; BARBOSA, D. M. L.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Detecção de cor em filés de peito de frango. **Revista Nacional da carne**, n. 321, p. 30-34, 2003.

PAVAN, A. C.; MENDES, A. A.; OLIVEIRA, E. G.; DENADAI, J. C.; GARCIA, R. G.; TAKITA, T. S. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1732-1736, 2003.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da Qualidade de Carnes: fundamentos e metodologias**, Viçosa: Ed. UFV, 2007. 599 p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2ª ed. UFV/DZO, 2005, 186p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, L. S. T.; EUCLIDES, R. F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª. Ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011, 120 p.

ROCHA, T. C.; GOMES, P. C.; DONZELLE, J. L.; BARRETO, S. L. T.; MELLO, H. H. C.; BRUMANO, G. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período

de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1726-1731, 2009.

SAMS, A. R.; MILLS, K. A. The effect of feed withdrawal duration on the responsiveness of broiler pectoralis to rigor mortis acceleration. **Poultry Science**, v.72, n.9, p.1789-1796, 1993.

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**, Release 6.12. Cary. NC. USA, 2002.

SIMPSON, M. D.; GOODWIN T. L. Comparison between shear values and test panel scores for predicting tenderness of broilers. **Poultry Science**, v.53, n.6, p.2042-2046, 1974.

SOARES A. L.; MARCHI D. F.; MATSUSHITA M.; GUARNIERI P. D.; DROVAL A. A.; IDA E. I.; SHIMOKOMAKI M. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, n6, p.1513-1518, 2009.

SCHUTTE J. B. ; PACK M. Effects of dietary sulphur containing amino acids on performance and breast meat deposition of broiler chicks during the growing and finishing phases. **British Poultry Science**, v.36, p.747–762, 1995.

TOLOSA E. M. C. ; RODRIGUES C. J. ; BEHMER O. A ; FREITAS NETO A. G. Manual de técnicas para histologia normal e patológica. 2ª ed. Manole, São Paulo, p.331, 2003.

CAPITULO 3 - LISINA E METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS INFLUENCIAM A MORFOMETRIA DAS FIBRAS DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* E OS PARÂMETROS DE RENDIMENTO DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE AOS 42 DIAS DE IDADE

RESUMO – Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar níveis de lisina e de metionina+cistina digestíveis sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e suas partes, biometria do filé de peito, morfometria das fibras musculares e qualidade do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Foram utilizados 2.400 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb® 500, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, com oito repetições de 30 aves cada. Os tratamentos consistiram de 2 níveis de lisina digestível (1,100 e 1,210%) x 5 níveis de metionina+cistina digestíveis (0,724; 0,764; 0,804; 0,844; 0,884%). Para o rendimento de carcaça foi observado maior porcentagem para o nível de lisina digestível de 1,100%, já para o rendimento de coxa e sobrecoxa, a maior porcentagem foi observada quando o nível de 1,210% de lisina digestível foi utilizado na dieta. Para morfometria das fibras musculares, o nível de 1,100% de lisina digestível resultou no maior perímetro de fibra muscular e, juntamente com o nível de metionina+cistina de 0,992% também resultou em maior frequência de fibras para o músculo *Pectoralis major*. De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, conclui-se que, diferentes níveis de lisina e metionina+cistina influenciam os parâmetros de morfometria das fibras do músculo *Pectoralis major*. Com relação ao desempenho, qualidade de carne e rendimento de carcaça, os menores níveis utilizados de lisina (1,100%) e metionina+cistina (0,724%) digestíveis atendem as exigências das aves, entretanto para o rendimento de coxa e sobrecoxa o nível de 1,210% digestíveis promoveu o melhor resultado em frangos de corte aos 42 dias de idade.

Palavras chave: aminoácidos, aves, comprimento de fibra, filé de peito

1. Introdução

Ao longo de décadas, o consumo de carne pela população cresce de maneira significativa e o Brasil vem ganhando destaque devido a sua elevada capacidade de produção animal, assim como pela qualidade dos produtos cárneos produzidos. Atualmente, no setor avícola, o Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial de carne de frango, é o segundo maior consumidor e também o maior exportador do setor (UBA, 2014).

A responsabilidade do sucesso alcançado pela avicultura no país se deve significativamente aos avanços obtidos dentro da área da nutrição. Muitos estudos têm surgido objetivando melhorar os parâmetros zootécnicos e especialmente de carne de peito das aves, manipulando-se os níveis nutricionais das dietas para frangos de corte, a fim de adequar as suas exigências para a obtenção de maiores rendimentos. Com o surgimento da produção de aminoácidos sintéticos, as dietas passaram a ser formuladas com menor nível protéico e com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades da ave.

Sabe-se que o metabolismo da proteína é consideravelmente regulado pelos aminoácidos, influenciando no desenvolvimento tecidual. A lisina possui como principal função a síntese protéica, atuando no crescimento muscular e a composição de carcaça (TESSERAUD et. al., 2011), já a metionina+cistina é considerada o primeiro aminoácido limitante para aves e ocupa lugar de destaque entre os aminoácidos por participar do desenvolvimento muscular e também por ser precursora de moléculas essenciais (GONZALES; SARTORI, 2008). Entretanto a exigência de aminoácidos requeridos pelas aves varia em função de diversos fatores, dificultando estabelecer níveis ideais para as mesmas.

Recentemente, além dos parâmetros de desempenho e rendimento de carcaça, os parâmetros de qualidade da carne tornaram-se economicamente importantes, devido às exigências vindas do consumidor, assim como no padrão de escolhas dos produtos (BARBUT et al., 2008). Além disso, estudos sobre a morfometria das fibras musculares também vêm ganhando destaque a fim de serem elucidadas as possíveis interações que ocorrem durante o desenvolvimento muscular que posteriormente venham afetar os diferentes aspectos produtivos da criação de frangos de corte.

Diante do contexto exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar níveis de lisina e de metionina+cistina digestíveis da dieta sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e suas partes, biometria de filé de peito, morfometria das fibras musculares e qualidade do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

2. Material e Métodos

Os procedimentos utilizados no presente estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA (protocolo nº 014969/14), da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Jaboticabal.

Foram utilizados 2.400 pintos de corte machos de um dia de idade, da linhagem “Cobb 500”, alojados em um galpão de alvenaria com 80 parcelas. O aquecimento inicial foi realizado por meio de lâmpadas de infravermelho de 250 watts, com temperatura ambiente entre 28 e 32°C, durante as duas primeiras semanas de vida. Os pintos foram vacinados contra as doenças de Marek, Gumboro e Bouba no incubatório, seguindo-se a vacinação no 5º e 21º dias contra a doença de Gumboro e no 8º dia contra a doença de Newcastle.

A cama utilizada foi de maravalha e a quantidade colocada em cada boxe foi de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada. O programa de luz adotado foi de 24 horas e as aves receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental.

Durante a fase inicial de criação (1 a 21 dias de idade) as aves receberam a mesma ração basal estabelecida por Rostagno et al. (2011). Aos 22 dias de idade, foram pesadas e selecionadas seguindo-se o critério do peso médio de cada boxe e distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5 (2 níveis de lisina digestível x 5 níveis de metionina+cistina digestíveis) cada um com oito repetições de 30 aves cada.

Na formulação das rações experimentais, foram consideradas as recomendações nutricionais segundo Rostagno et al. (2011) para a fase de 22 a 42 dias de idade exceto para lisina e metionina+cistina.

Os tratamentos consistiram no fornecimento de dieta basal contendo um nível

de lisina digestível preconizado por Rostagno et al. (2011) de 1,100% e outro 10% acima do valor recomendado, sendo de 1,210%. Para a metionina+cistina digestíveis calcularam-se dois níveis abaixo e dois acima (5 e 10%) do recomendado por Rostagno et al. (2011) de 0,804%, resultando em 0,724; 0,764; 0,804; 0,844 e 0,884% (Tabela 1). Os níveis de treonina, triptofano, valina, isoleucina e arginina digestíveis utilizados foram os mesmos preconizados por Rostagno et al. (2011).

As aves foram pesadas com 22 dias de idade e no final do período experimental (42 dias) para determinação do ganho de peso, pela diferença entre as pesagens. Da mesma forma, o consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras das rações nos comedouros, corrigido pela mortalidade. Posteriormente, foi calculada a conversão alimentar pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves, corrigida pela mortalidade diária.

Ao final do período experimental (42 dias de idade), foram selecionadas duas aves por parcela com peso corporal entre -10 e +10% do peso médio da respectiva parcela. As aves selecionadas foram submetidas a um período de jejum de 8 horas, insensibilizadas através do uso de CO₂ e sacrificadas por sangria da veia jugular, depenadas, evisceradas e, após pesagem da carcaça, foram divididas em partes para avaliação do rendimento de carcaça (desconsiderando cabeça, pescoço e pés), peito, filé do peito, coxa+sobrecoxa, asas e dorso. Para a avaliação da biometria do músculo, *Pectoralis major*, foram utilizados oito filés de peito por tratamento sendo realizadas medidas de comprimento e de largura com o auxílio de uma régua, e espessura com o auxílio de um paquímetro, segundo metodologia descrita por Mendes et al. (1993).

Tabela 1. Composição percentual e valor calculado das rações experimentais na fase de 22 a 42 dias de idade.

Ingredientes	1,100% lisina					1,210% lisina				
	metionina+cistina (%)					metionina+cistina (%)				
	0,724	0,764	0,804	0,844	0,884	0,724	0,764	0,804	0,844	0,884
Milho grão	62,36	62,29	62,21	62,21	62,04	62,09	62,01	61,93	61,85	61,76
Farelo de soja	30,62	30,63	30,64	30,63	30,66	30,66	30,67	30,68	30,69	30,70
(45%)										
Óleo de soja	3,65	3,67	3,70	3,67	3,76	3,74	3,77	3,80	3,83	3,86
Fosfato bicálc.	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
Calcário	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Sal comum	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Supl. vit.+min.*	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL – Metionina	0,18	0,22	0,26	0,30	0,35	0,18	0,22	0,26	0,30	0,35
L – Lisina HCL	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
L – Treonina	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valor calculado (%)										
EM (kcal/kg)	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150	3.150
Proteína bruta	19,35	19,35	19,35	19,34	19,34	19,34	19,34	19,34	19,34	19,34
Cálcio	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Fósforo disp.	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
Sódio	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Lisina dig.	1,100	1,100	1,100	1,100	1,100	1,210	1,210	1,210	1,210	1,210
Met.dig.	0,452	0,492	0,532	0,573	0,614	0,452	0,492	0,535	0,575	0,615
Met.+cist.dig.	0,724	0,764	0,804	0,844	0,884	0,724	0,764	0,804	0,844	0,884
Treon. dig.	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710	0,710

* Enriquecido por quilograma de ração: Vit A 8000 UI, Vit. D 1500 UI, Vit E 20 mg, Vit. K 0,5 mg, Vit. B¹ 2 mg, Vit B² 3,6 mg, Vit. B¹² 20 mcg, pantotenato de cálcio 10 mg, ácido fólico 0,5 mg, promotor de crescimento 50 mg, niacina 100 mg, cobre 75 mg, iodo 1,25 mg, selênio 0,25 mg, manganês 120 mg, zinco 100 mg, ferro 50 mg.

Para os parâmetros de qualidade de carne utilizaram-se oito peitos por tratamento e foram avaliados o pH, coloração, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento. O pH da carne foi obtido 24 horas *post mortem* através de eletrodo de penetração. As análises de coloração foram determinadas através do aparelho Minolta Chrome Meter, adotando o sistema CIELAB, que avalia os parâmetros L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo).

Para a determinação da perda de peso por cozimento e da força de cisalhamento foi utilizado o músculo peitoral desossado esquerdo da ave. As amostras para a análise de perda de peso foram embaladas em sacos plásticos e levadas a banho maria a 85°C por 30 minutos. Em seguida, foram retiradas dos sacos plásticos para a eliminação da água e resfriamento, pesadas e os seus pesos comparados com o peso inicial, determinando assim a porcentagem de perdas durante o cozimento (CASON et al., 1997).

Estas mesmas amostras foram utilizadas para determinação da força de cisalhamento, após atingirem a temperatura ambiente, foram cortadas em tiras de, aproximadamente, 1,5 cm de largura, sendo colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Texture Analyser TA-XT2i, acoplado ao dispositivo Warner-Bratzler, o qual mediu a força de cisalhamento da amostra em kgf/cm² (LYON et al., 1998).

Para a análise morfométrica da fibra muscular amostras de 3 cm² do músculo *Pectoralis major* de 8 aves por tratamento foram retiradas da região *Pars sternobrachialis* (Figura 1) sendo imediatamente fixadas em Bouin por 24 horas à temperatura ambiente. Após as 24 horas, as amostras foram lavadas em água para a retirada do excesso de fixador, mantidas em etanol 70% e, posteriormente, desidratadas em série crescente de etanol diafanizadas em xilose e infiltradas com parafina em histosec. Foram realizados quatro cortes histológicos transversais semisseriados (6µm) por músculo por ave, corados com Hematoxilina Eosina (Tolosa et al., 2003) e em seguida, foram novamente desidratados e diafanizados para montagem final com Entellan (Figura 2). Os dados de perímetro e frequência de fibras por área (893 µm²) foram obtidos utilizando o sistema de análise de imagens (Leica Q win V3) conectado ao microscópio Leica- DM 2500. O perímetro das fibras foi obtido pela mensuração de 150 fibras por ave e a frequência de fibras foi obtido pela contagem em cinco campos microscópicos por ave.

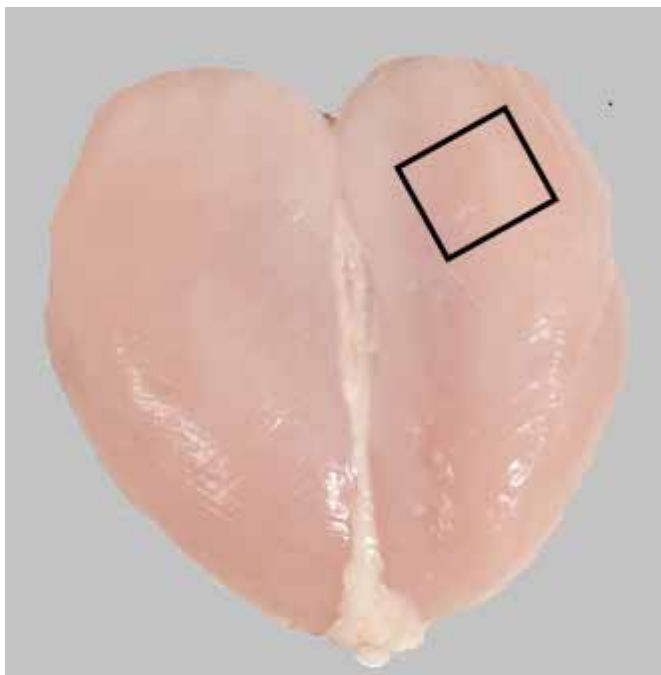


Figura 1. Fotografia do músculo *Pectoralis major*, destacando a região da *pars sternobrachialis*, da qual as amostras foram retiradas para análise.

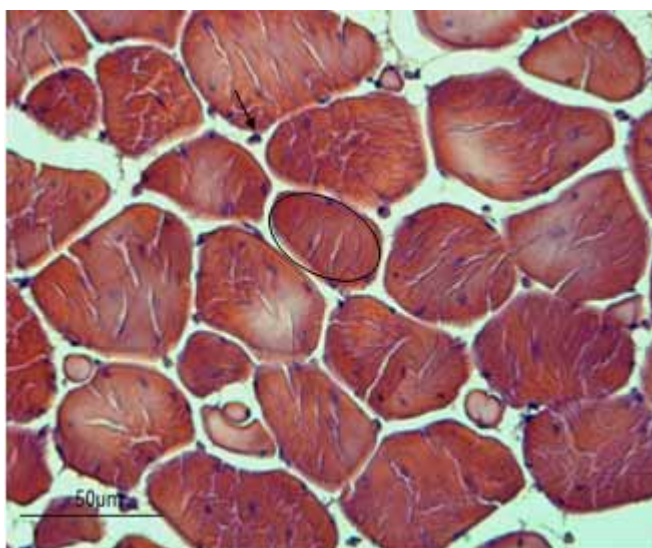


Figura 2. Fotomicrografia de cortes secções histológicas transversais do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte aos 42 dias de idade. (coloração HE). Fibra muscular (área destacada), núcleos basofílicos em posição periférica (seta fina).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do programa Statistical Analysis System (SAS, 2002) e em caso de significância (5% de probabilidade) foram realizadas análises de regressão linear e polinomial (quadrática e cúbica) com a finalidade de verificar efeitos quanto aos níveis utilizados.

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para os parâmetros de desempenho das aves durante a fase de 22 a 42 dias de idade não apresentaram efeitos ($P>0,05$) em função dos níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho das aves em função dos níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis durante o período de 22 a 42 dias de idade.

Tratamentos (%)	Ganho de peso (g)	Consumo de ração (g)	Conversão alimentar (g/g)
met+cis			
0,724	1713±0,09	3160±0,15	1,84±0,04
0,764	1718±0,04	3171±0,08	1,85±0,02
0,804	1723±0,05	3210±0,11	1,86±0,02
0,844	1689±0,07	3128±0,09	1,85±0,04
0,884	1689±0,05	3120±0,07	1,84±0,03
Lisina			
1,100	1695±0,07	3147±0,12	1,85±0,03
1,210	1718±0,06	3168±0,09	1,86±0,03
Probabilidades para análise de variância			
met+cis	0,6540	0,3430	0,3837
Lisina	0,2285	0,4735	0,5310
Interação	0,4845	0,3988	0,1573
CV (%)	3,83	3,34	1,18

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram com os relatos de Mendes et al. (1997) e Valerio et al. (2003), que avaliando níveis de lisina digestível (0,775; 0,835; 0,895; 0,955% e 1,00; 1,100; 1,200%, respectivamente) para frangos

de corte de 22 a 42 dias não observaram efeitos sobre os parâmetros de desempenho das aves. Já Conhalato et al. (1999), observaram efeito para os parâmetros de desempenhos das aves ao utilizar diferentes níveis de lisina digestível (0,800; 0,860; 0,910; 0,970 e 1,020%) na dieta e estimaram as exigências para máximo ganho de peso e melhor conversão alimentar de 1,020 e 0,980% , respectivamente.

Em contrapartida, os resultados de ganho de peso obtidos neste estudo divergem dos observados por Jensen et al. (1989), Albino et al. (1999) e Rodrigueiro et al. (2000) que constataram efeito entre os níveis de metionina+cistina da ração sobre o ganho de peso de frangos de corte dos 22 aos 42 dias e destacaram que as melhores respostas foram obtidas com níveis de metionina+cistina superiores a 0,75%. De acordo com Lana et al. (2005) essa variação de resultados observada na literatura se deve ao fato de que, a exigência de aminoácidos pelas aves pode variar de acordo com diversos fatores, tais como: linhagem, sexo, temperatura, desafio sanitário, teor de proteína da ração, energia metabolizável e ingredientes utilizados na formulação das dietas.

Diante dos resultados, nota-se que o nível dos aminoácidos sulfurados recomendado por Rostagno et al. (2011) está superestimado e que a dieta contendo o nível de 1,100% de lisina e 0,724% de metionina+cistina digestíveis foi satisfatória para os parâmetros de desempenho avaliados.

Ao final do período de 22 a 42 dias de idade foram avaliados os parâmetros de rendimento de carcaça e suas partes. Houve efeito ($P<0,05$) entre os níveis de lisina para o rendimento de carcaça e rendimento de coxa e sobrecoxa (Tabela 3).

Tabela 3. Rendimento de carcaça e suas partes avaliadas durante o abate de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Tratamentos	Rendimento (%)					
	Carcaça	Coxa e Sobrecoxa	Peito	Filé de Peito	Asa	Dorso
met + cis (%)						
0,724	74,21±1,61	29,07±0,44	38,78±0,78	33,16±2,55	10,43±0,39	21,19±1,64
0,764	73,43±1,94	28,94±0,81	39,47±1,46	32,31±3,82	10,54±0,27	20,89±1,46
0,804	73,16±2,49	28,64±0,54	39,54±1,01	32,63±2,31	10,56±0,49	21,59±1,34
0,844	73,97±1,83	28,83±0,84	39,61±0,87	31,12±2,25	10,59±0,35	20,97±1,15
0,884	73,93±1,20	28,70±1,11	39,51±1,21	32,21±3,50	10,61±0,29	21,11±1,00
lisina (%)						
1,100	74,27±1,76	28,54±0,76	39,65±1,27	33,08±2,02	10,55±0,35	21,41±1,42
1,210	73,21±1,77	29,13±0,67	39,12±0,84	31,44±3,28	10,58±0,37	20,89±1,15
Probabilidade para análise de variância						
met+cis	0,6937	0,6892	0,4317	0,6416	0,9865	0,7953
lisina	0,0465	0,0080	0,0939	0,0620	0,8272	0,1688
Interação	0,5323	0,7785	0,7018	0,1175	0,5880	0,3917
CV (%)	2,46	2,60	2,77	9,10	3,59	6,24

Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Não foram observados efeitos ($P>0,05$) para entre os níveis de metionina+cistina digestíveis sobre os parâmetros de rendimento avaliados. As aves que receberam ração contendo 1,100% de lisina digestível apresentaram melhores resultados de rendimento de carcaça do que as aves que receberam ração com o nível de 1,210%. Já para o parâmetro de rendimento de coxa e sobrecoxa foi observado melhor resultado para as aves que receberam 1,210% de lisina digestível na ração, sugerindo que para expressão máxima do potencial genético dessa variável, a ave necessita de maior aporte de lisina durante a fase de 22 a 42 dias de idade.

De acordo com Zuprizal e Changneau (1992), durante a fase de crescimento, as aves desenvolvem mais os tecidos musculares e têm menor desenvolvimento corporal. Ainda segundo os mesmos autores, os órgãos digestíveis das aves são gradualmente reduzidos proporcionalmente ao corpo, ocorrendo maior crescimento das partes comestíveis, incluindo peito e pernas.

Para o parâmetro de rendimento de filé de peito, as aves alimentadas com ração contendo 1,100% de lisina digestível apresentaram maior rendimento ($P=0,0620$) do que aquelas alimentadas com ração contendo 1,210%. De acordo com Acar et al. (1991), à medida que o crescimento aproxima-se da maturidade de tamanho corporal, a proporção de crescimento de peito aumenta em relação às demais partes. Nesta fase, aumentos das concentrações de lisina favorecem a síntese protéica levando ao maior rendimento de peito, tendo em vista que este é um aminoácido de alta proporção na proteína animal, porém esse efeito não foi observado no presente estudo.

Esses resultados discordam dos relatados por Valério et al. (2003), que ao conduzirem experimento para determinar a exigência de lisina digestível de frangos de corte machos dos 22 aos 42 dias de idade não observaram efeito entre os níveis de lisina digestível (0,775; 0,835; 0,895; 0,955%) para o peso relativo da carcaça dos frangos aos 42 dias de idade. Os mesmos autores verificaram ainda variação linear crescente entre os níveis de lisina digestível sobre o peso relativo de peito dos frangos aos 42 dias de idade, independentemente de ter sido corrigido ou não o balanço aminoacídico.

Mendes et al. (1997), não constataram aumento no rendimento de peito de frangos mantidos sob condições de alta temperatura em razão dos níveis de lisina da ração. Conhalato et al. (1999) também não observaram variação significativa sobre o rendimento de peito à medida que se elevou a concentração de lisina da ração em que se manteve a relação com os demais aminoácidos essenciais.

Para os parâmetros de biometria muscular do peito das aves não houve efeito ($P>0,05$) entre os níveis de lisina e de metionina+cistina digestíveis avaliados (Tabela 4).

Tabela 4. Biometria muscular do peito de frangos de corte avaliada aos 42 dias de idade.

Tratamentos (%)	Comprimento (cm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
met+cis			
0,724	17,35±0,81	79,99±4,50	33,78±3,99
0,764	17,69±0,98	81,86±5,73	35,27±4,22
0,804	16,92±0,83	80,80±4,20	35,80±2,74
0,844	17,54±0,62	82,30±5,22	31,73±3,42
0,884	17,12±0,69	80,84±3,55	34,35±3,93
lisina			
1,100	17,31±0,94	81,80±4,94	33,95±4,00
1,210	17,34±0,69	80,52±4,21	34,43±3,70
Probabilidade para análise de variância			
met+cis	0,2051	0,8379	0,1714
lisina	0,8866	0,3591	0,6625
Interação	0,2163	0,8886	0,8512
CV (%)	4,55	6,00	11,27

Mendes (1997) afirmou que a quantidade de carne produzida pode ser aumentada na dependência dos níveis de nutrientes da dieta, principalmente lisina e metionina. Lubritz (1997) e Robinson et al. (1996) verificaram que o comprimento, espessura, largura e peso de filés de peito podem ser afetados pela linhagem, sexo e idade das aves.

Corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, Pavan et al. (2003) ao conduzirem um experimento para avaliar o efeito da linhagem e dos níveis de lisina (1,00; 1,06 e 1,12%) digestível da dieta sobre o rendimento e a qualidade da carne de peito de frangos de corte, não observaram efeitos para os parâmetros de comprimento, largura e espessura do peito entre os níveis de lisina testados. Entretanto, Almeida et al. (2002), em estudo avaliando o efeito de dois níveis de lisina digestível (1,00 e 1,10%) e do sexo em frangos de corte, observaram menores valores de comprimento, largura e espessura para aves alimentadas com níveis maiores de lisina digestível.

Para os parâmetros de qualidade de carne não foram observados efeitos ($P>0,05$) entre os níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis em estudo (Tabela 5). Portanto, com os menores níveis de inclusão de lisina e metionina+cistina

digestíveis as aves conseguem expressar o máximo do seu potencial genético para essa avaliação.

Tabela 5. Qualidade de carne do peito de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Tratamentos (%)	L*	a*	b*	Perda por cozimento (%)	Força de Cisalhamento (kgf/cm ²)	pH
met + cis						
0,724	52,63±1,98	2,09±1,07	4,08±1,57	27,64±5,54	1,87±0,26	5,94±0,12
0,764	52,87±2,32	1,36±0,60	4,26±0,92	28,23±5,25	1,81±0,15	5,96±0,07
0,804	52,90±2,66	1,51±1,00	3,99±0,90	27,16±4,30	1,88±0,22	5,99±0,12
0,844	53,83±3,89	1,90±0,64	3,89±1,75	27,69±4,07	1,91±0,23	5,97±0,13
0,884	51,70±3,58	1,87±0,60	4,20±1,15	26,71±3,48	1,94±0,44	5,94±0,11
lisina						
1,100	52,70±2,99	1,58±0,77	4,02±1,56	26,82±5,47	1,87±0,24	5,96±0,12
1,210	52,86±2,93	1,91±0,87	4,15±0,90	28,70±4,37	1,90±0,30	5,96±0,11
Probabilidade para análise de variância						
met+cis	0,6529	0,2423	0,9734	0,8100	0,8901	0,7966
lisina	0,8576	0,1614	0,7294	0,1630	0,7073	0,9705
Interação	0,6363	0,3291	0,8663	0,1636	0,9071	0,2265
CV (%)	5,80	45,80	33,37	17,83	32,92	1,91

L= luminosidade; a*= teor de vermelho; b*= teor de amarelo.

Segundo Mendes e Komiyama (2011), o pH final é determinante da qualidade da carne de frango. Propriedades funcionais da carne são primeiramente uma função das reações glicolíticas post mortem, que afetam o pH da carne. A cor pálida e a menor capacidade de retenção de água da carne de peito de frango correlacionam-se com o menor pH final. De acordo com Van Laack et al. (2000) a carne de peito de frangos de corte apresenta pH final que varia de 5,70 a 5,96, em carne normal. Resultados semelhantes aos de Van Laack et al. (2000) para o valor de pH foram encontrados no estudo, indicando valores normais para esse parâmetro.

Rammouz et al. (2004) reportaram que o pH final da carne de frango é altamente dependente da quantidade de glicogênio presente no músculo no período do abate. Portanto, os resultados obtidos indicam que os níveis de lisina e

metionina+cistina digestíveis testados possivelmente não alteraram os níveis de glicogênio para exercer diferença significativa entre as medidas de pH, o que consequentemente proporcionou o mesmo resultado nas perdas por cozimento.

Para o parâmetro de perda de peso por cozimento foi observado valor médio de 27,56% entre os tratamentos. A literatura cita valores que variam entre 21,66 e 29,03% para perda de peso por cozimento para carne de peito (BRESSAN, 2002; MENDES, 2011), portanto os valores de perda de peso por cozimento observados estão dentro do esperado.

A coloração é um atributo importante para a satisfação do consumidor e segundo Barbut (1993) e Barbut (1997), os valores de L^* podem ser usados como indicador da qualidade da carne do peito de frangos para avaliação de incidência de carne PSE (pálida, macia e exudativa). Soares et al. (2009), propôs o seguinte critério para classificação da luminosidade da carne de peito de frangos: $L^* \geq 53$ para PSE, $L \leq 44$ para DFD e $44 < L^* < 53$ para normal. As médias para o valor de L^* observadas no estudo estão entre 51,70 e 53,83, indicando uma tendência à coloração de carne PSE.

Mendes e Komiyama (2011) relataram que o problema mais comumente encontrado na carne de peito de frangos de corte atualmente é a maciez, que geralmente decorre de alterações na estrutura miofibrilar, determinadas pelo aparecimento rápido do *rigor mortis* em função do estresse pré-abate. No presente estudo, observou-se valor médio de 1,88 kgf/cm² para a variável de força de cisalhamento. Segundo Lyon et al. (1995), valores superiores a 7,5 kgf, classificam a carne como dura.

Para a análise de morfometria das fibras do músculo *Pectoralis major*, houve efeito ($P < 0,05$) entre os níveis de lisina digestível para o perímetro de fibra (Tabela 6) e efeito de interação ($P < 0,05$) entre os níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis para frequência de fibras musculares (Tabela 7).

Tabela 6. Morfometria das fibras musculares do peito de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Tratamentos (%)	Perímetro de fibra (μm)	Frequência de fibras (n° de fibras/ μm^2)
met+cis		
0,724	251,48 $\pm$ 21,87	63,70 $\pm$ 7,81
0,764	248,95 $\pm$ 18,05	60,00 $\pm$ 5,17
0,804	252,72 $\pm$ 24,35	54,44 $\pm$ 4,28
0,844	247,97 $\pm$ 16,68	58,50 $\pm$ 6,55
0,884	231,15 $\pm$ 17,88	65,50 $\pm$ 12,99
Lisina		
1,100	256,01 $\pm$ 19,73	64,12 $\pm$ 8,32
1,210	238,88 $\pm$ 18,05	57,87 $\pm$ 7,20
Probabilidade para análise de variância		
met+cis	0,1185	0,0041
lisina	0,0048	0,0019
Interação	0,0767	0,0060
CV (%)	7,05	10,61

Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

As aves que receberam 1,100% de lisina digestível na dieta apresentaram maior perímetro de fibra muscular quando comparadas àquelas que receberam 1,210% de lisina digestível na dieta. Com relação à frequência de fibras musculares, de acordo com o desdobramento da interação observou-se que para o nível de metionina+cistina digestíveis de 0,884% o nível de lisina que resultou em maior frequência foi o de 1,100%.

Tabela 7 – Desdobramento da interação da frequência de fibras do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte aos 42 dias de idade.

Lisina digestível (%)	Metionina+cistina digestíveis (%)					P para as regressões	Efeito da Regressão
	0,724	0,764	0,804	0,844	0,884		
1,100	63,80±3,70	61,60±5,27	57,80±4,15	61,40±6,19	76,00±8,69	0,0003	cúbica
1,210	63,60±11,13	58,00±4,97	57,00±4,97	55,60±6,11	55,00±5,39	0,0484	linear
P para o teste de média	0,9614	0,4131	0,8551	0,1655	<0,0001		

Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Houve efeito cúbico ($y=11984x^3-30993x^2+26631x-7541,9$; $R^2=0,97$) para a frequência de fibras entre os níveis de metionina+cistina digestíveis para o nível de 1,100% de lisina digestível e efeito linear decrescente ($y=-44,104x+97,648$; $R^2=0,83$) para o nível de 1,210% de lisina digestível (Figuras 3 e 4, respectivamente).

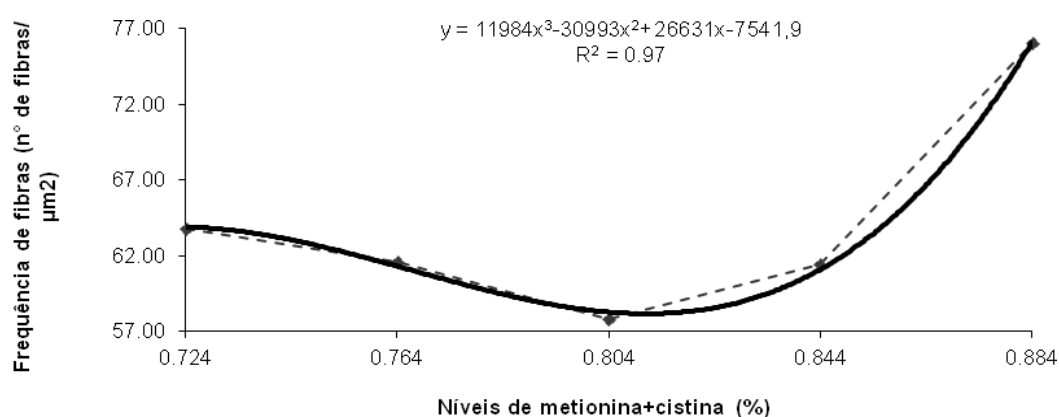


Figura 3. Variação da frequência de fibras em função dos níveis de metionina+cistina digestíveis da dieta aos 42 dias de idade, para o nível de lisina digestível de 1,100%.

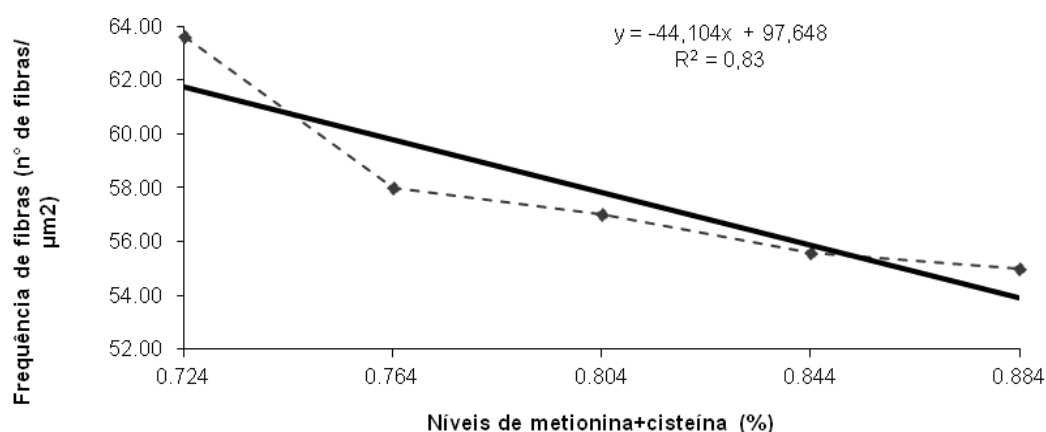


Figura 4. Variação da frequência de fibras em função dos níveis de metionina+cistina digestíveis da dieta aos 42 dias de idade, para o nível de lisina digestível de 1,210%.

González e Sartori (2008) relataram que no início do desenvolvimento da ave, a taxa anabólica é superior à taxa catabólica resultando no crescimento muscular. Com o avançar da idade, o declínio da taxa de síntese é maior que a taxa de degradação, o que determina menor deposição protéica nos animais mais velhos, constatado pela redução do crescimento dos tecidos. Porém, de acordo com os resultados obtidos no estudo, houve crescimento muscular significativo no músculo peitoral das aves alimentadas com dietas com diferentes níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis.

O nível de 1,210% de lisina digestível resultou em hipertrofia muscular do músculo *Pectoralis major* e o nível de 1,100% de lisina digestível, juntamente o de 0,884% de metionina+cistina promoveu a máxima expressão genética das aves para as variáveis de perímetro e frequência de fibras musculares durante o período de 22 a 42 dias de idade.

4. Conclusões

Conclui-se que os níveis de lisina e metionina+cistina digestíveis testados influenciam os parâmetros de morfometria do músculo *Pectoralis major* e que os menores níveis de lisina (1,100%) e metionina+cistina (0,724%) digestíveis, atendem

as exigências das aves quanto ao desempenho, qualidade de carne e rendimento de carcaça. Entretanto, para o rendimento de coxa e sobrecoxa o nível de 1,210% de lisina digestível promoveu maior rendimento para frangos de corte aos 42 dias de idade.

5. Agradecimentos

Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Processos nº: 2011/00918-2.

6. Referências

ACAR, N.; MORAN, JR; BILGILI, S. F. Live performance and carcass yield of male broilers from two commercial strain crosses receiving rations containing lysine below and above the established requirement between six and eight weeks of age. **Poultry Science**, v.70, p.315-321, 1991.

ALBINO, L. F. T.; SILVA, S. H. M.; VARGAS JR., J. G.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.519-525, 1999.

ALMEIDA, I. C. L.; MENDES, A. A.; GARCIA, R. G. Efeito do nível de lisina da dieta e do sexo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1, p.11-18, 2002.

BARBUT, S. Colour measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. **Food Research International**, v.26, p.39–43, 1993.

BARBUT, S. Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.38, p.355–358, 1997.

BARBUT, S.; SOSNICKI, A. A.; LONERGAN, S. M.; KNAPP, T.; CIOBANU, D. C.; GATCLIFFE, L. J.; HUFF-LONERGAN, E.; WILSON, E. W. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, v.79, p.46-63, 2008.

BRESSAN, M.C. e BERAQUET, N.J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.5, p.1049-1059, 2002.

CASON, J.A.; LYON, C.E.; PAPA, C.M. Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, v. 76, p. 725-787, 1997.

CONHALATO, G. S.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, R.F.M.; FONTES, D.O. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 21 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.91-97, 1999.

GONZALES, E. e SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (2^a Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. p. 279-297.

JENSEN, L. S.; FANCHER, B. I. Sulfur amino acid requirement of broiler chickens from 3 to 6 weeks of age. **Poultry Science**, v.68, p.163-168, 1989.

LANA, S. R. V.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; VIEIRA, V.; REZENDE, W. O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1624-1632, 2005.

LYON, C. F.; HAMM, D. E.; THOMSON, J. E. pH and tenderness of broiler breast meat deboned various times after chilling. **Poultry Science**, v.64, n.2, p.307-310, 1995.

LYON, C. E.; LYON, B. G.; DICKENS, J. A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.

LUBRITZ SL. A statistical model for white meat yield in broiler. **Journal of Applied Poultry Research**. v.6, p.253-59, 1997.

MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; GONZALES, E. Efeito de linhagem e idade de abate sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.3, p.466-472, 1993.

MENDES, A. A.; WATKINS, S. E.; ENGLAND, J. A. Influence of dietary lysine levels and arginine: lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poultry Science**, v.76, p.472-481, 1997.

MENDES, A. A., KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.352-357, 2011.

PAVAN, A. C.; MENDES, A. A.; OLIVEIRA, E. G.; DENADAI, J. C.; GARICIA, R. G.; TAKITA, T. S. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1732-1736, 2003.

RAMMOUZ R. E.; BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E. L.; BABILÉ, R.; FERNANDEZ, X. Breed differences in the biochemical determinism of ultimate pH in breast muscles of broiler chickens — A key role of AMP deaminase?. **Poultry Science**, v.83, p. 1445–1451, 2004.

RODRIGUEIRO, R. J. B.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C.; POZZA, P. C.; NEME, R. Exigência de metionina+cistina para frangos de corte na fase de crescimento e abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.507-517, 2000.

ROBINSON, F. E.; ROBINON, N. A.; TURNER, B. V. Breast muscle development in broilers as affected by strain, sex and age at processing. In: **POULTRY SCIENCE ANNUAL MEETING**, 85., 1996, Louiseville. Proceedings... Louiseville: PSA, 1996. p.56.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3^a. Ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011, 120 p.

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**, Release 6.12. Cary. NC. USA, 2002.

SOARES A. L.; MARCHI D. F.; MATSUSHITA M.; GUARNIERI P. D.; DROVAL A. A.; IDA E. I.; SHIMOKOMAKI M. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, n.6, p.1513-1518, 2009.

TESSERAUD S.; EVERAERT N.; BOUSSAID-OM EZZINE S.; COLLIN A.; MÉTAYER-COUSTARD S.; BERRI C. Manipulating tissue metabolism by amino acids. **World's Poultry Science Journal**, v.67, p 243-252, 2011.

União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual**. Brasília: UBA; 2014.

VALÉRIO, S. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; APOLÔNIO, L. R.; RESENDE, W. O. Níveis de lisina digestível em rações, mantendo ou não a relação aminoacídica, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, sob condições de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.372-382, 2003.

VAN LAACK, R. L.; LIU, C. H.; SMITH, M. O.; LOVEDAY H. D. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v.79, p. 1057–1061, 2000.

ZUPRIZAL M. L.; CHANGNEAU A. M. Effect of age and sex on true digestibility of amino acid of rapeseed and soybean meals in growing broilers. **Poultry Science**, v.71, p.1486-1492, 1992.