

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RELAÇÃO VALINA: LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES  
PARA FRANGOS DE CORTE

Autora: Alexandra Potença  
Orientadora: Alice Eiko Murakami

Maringá  
Estado do Paraná  
outubro – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

RELAÇÃO VALINA: LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES  
PARA FRANGOS DE CORTE

Autora: Alexandra Potença  
Orientadora: Alice Eiko Murakami

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
outubro – 2011



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

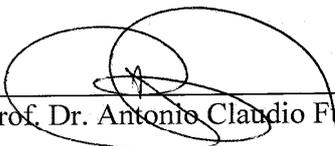
**RELAÇÃO VALINA:LISINA DIGESTÍVEL  
EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE**

Autora: Alexandra Potença

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Alice Eiko Murakami

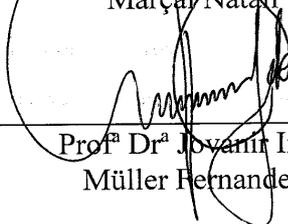
TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 31 de outubro de 2011.

  
Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

  
Prof.ª Dr.ª Maria Raquel  
Marçal Natali

  
Prof.ª Dr.ª Elis Regina de  
Moraes Garcia

  
Prof.ª Dr.ª Jovanir Inês  
Müller Fernandes

  
Prof.ª Dr.ª Alice Eiko Murakami  
(Orientadora)

*“Nunca deixe de acreditar...”*

*Espero que você possa aceitar as coisas como elas são;*

*Sem pensar que tudo conspira contra você...*

*Porque parte de nós é entendimento... Mas a outra parte é aprendizado...*

*Que você possa ter forças para vencer todos os seus medos; e que, no final,  
possa alcançar todos os seus objetivos...*

*Porque parte de nós é cansaço... Mas a outra parte é vontade...*

*Que tudo aquilo que você vê e escuta possa lhe trazer conhecimento;*

*Que essa escola possa ser longa e feliz...*

*Porque parte de nós é o que vivemos... Mas a outra parte é o que  
esperamos...*

*Que você possa aprender a perder sem se sentir derrotado; que isso possa*

*Fazer você cada vez mais guerreiro... Porque parte de nós é o que temos...*

*Mas a outra parte é sonho...*

*Que durante a sua vida você possa construir sentimentos verdadeiros;*

*Que você possa aceitar que só quem soube da sombra pode saber da luz...*

*Porque parte de nós é angústia... Mas a outra parte é conforto...*

*Que você nunca deixe de acreditar; que nunca perca sua fé...*

*Porque parte de Deus é amor... E a outra parte também!”*

*João Paulo II*

*COM AMOR DEDICO...*

*Aos meus pais Domingos Potença Neto e Carmem Elena*

*Gregory Potença, pelo amor carinho e apoio  
dispensado durante toda minha vida, sem medir  
esforços nem sacrifícios para me dar tudo o que  
precisei nesta caminhada. Obrigada por tudo!*

## AGRADECIMENTOS

A Deus e ao Menino Jesus de Praga, por estarem sempre comigo, terem me amparado nos momentos difíceis e me guiado em todos os momentos, permitindo que aqui chegasse.

Aos meus pais Domingos Potença Neto e Carmem Elena Gregory Potença, por terem me ensinado valores fundamentais para viver com dignidade, humildade, respeito e nunca perder a fé.

A minha orientadora, Prof. Dra. Alice Eiko Murakami, por seus ensinamentos, por mostrar o caminho do conhecimento desde o momento em que decidi me orientar, pela amizade e apoio.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ), por ter- possibilitado desenvolver este trabalho.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento tecnológico e Científico (CNPq), pelo financiamento do projeto.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos valiosos ensinamentos.

Aos professores Elias Nunes Martins, Tatiana Carlesso dos Santos, Raquel Natalli Marçal e Tais Silveira pela troca de experiência, prestabilidade e atenção.

Aos amigos, colegas de trabalho e estagiários Luciana Maria Garcia de Souza da Silva, Rafael de Holanda Lachinski Guerra, Jovanir Inês Muller Fernandes, Simara Márcia Marcato, Ana Flávia Marques Quiles Garcia, Leandro Eiji Nakagawa, Fernando José Urgnani, Karla Marieli de Oliveira Boso, Ivan Camilo Ospina, Karoline Stuewe Mello, Karla Paola Picoli, Cinthia Eyng, Cristiane Regina do Amaral Duarte, Juliana Faveri, Ana Paula Vitoriano, Mayra Diaz Vargas, Celma Eliete, Andressa Pericato, Mariana Zanon, Catarina Stefanello, Thais C. Carneiro, Paula Adriana Grande, Júlio Cezar Barreto, Marcela Matavelli, Marciana Retore, Paulo Levi de Oliveira Carvalho e Silvana Teixeira.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi. As técnicas do laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, Cleuza Volpato e Creuza de Azevedo, do Laboratório de Histologia Maria Eurides Carlo Cancino e Maria dos Anjos, pela orientação no preparo das amostras e execução das análises.

Aos secretários do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Denílson dos Santos Vicentin e Rose Pepinelli, pela atenção prestada e disposição em ajudar, sempre que solicitei um apoio.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

ALEXANDRA POTENÇA, filha de Domingos Potença Neto e Carmem Elena Gregory Potença, nasceu em Guaíra, Paraná, no dia 27 de novembro de 1982.

Em dezembro de 2005, concluiu o Curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Em março de 2006, iniciou no Curso de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração: Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de aves, e em 16 de maio de 2008, submeteu-se a banca para a defesa da dissertação. Em fevereiro de 2008, iniciou no Curso de Pós-graduação em Zootecnia, nível de doutorado, na mesma instituição e área de concentração do mestrado.

Em junho de 2010, participou do concurso público para professor assistente da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), tomando posse como docente do Departamento de Zootecnia e Extensão Rural em novembro de 2010.

No dia 31 de outubro de 2011, submeteu-se a banca de defesa do doutorado.

## ÍNDICE

|   | Página |
|---|--------|
| RESUMO.....   | ix     |
| ABSTRACT.....   | xii    |
| I - INTRODUÇÃO.....   | 1      |
| 1.1 Valina e o efeito sobre o desempenho e o metabolismo muscularem frangos de corte.....   | 3      |
| 1.2 Valina e o empenamento.....   | 8      |
| 1.3 Valina e o sistema Imune das aves.....  | 9      |
| LITERATURA CITADA.....  | 12     |
| II - OBJETIVOS GERAIS.....  | 19     |
| III - Efeito da relação valina: lisina digestível na ração de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade sobre desempenho, empenamento, rendimento de carcaça, diâmetro e perfil de fibras musculares.....                           | 20     |
| Abstract.....   | 21     |
| Introdução.....   | 22     |
| Material e Métodos.....   | 23     |
| Resultados e Discussão.....   | 28     |
| Conclusão.....  | 36     |
| Literatura Citada.....  | 36     |
| IV – Efeito da relação valina: lisina digestível na ração de frangos de corte no período de 15 a 28 dias de idade sobre o desempenho, empenamento, rendimento de carcaça e cortes e frequência de fibra do músculo flexor longo do hálux..... | 39     |
| Abstract.....   | 39     |
| Introdução.....   | 40     |

|  |    |
|--|----|
| Material e Métodos .....   | 42 |
| Resultados e Discussão .....   | 48 |
| Conclusão.....   | 53 |
| Literatura Citada.....   | 53 |
| V - Efeito da relação valina: lisina digestível na ração de frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade sobre o desempenho, empenamento, rendimento de carcaça e cortes e frequência de fibra do músculo flexor longo do hálux..... | 56 |
| Abstract.....  | 56 |
| Introdução.....  | 57 |
| Material e Métodos .....   | 58 |
| Resultados e Discussão .....   | 66 |
| Literatura Citada.....   | 67 |
| VI -Relação valina: lisina digestível na alimentação de frangos de corte: peso relativo de órgãos linfoides, resposta imune celular e atividade de macrófagos.....   | 73 |
| Abstract.....  | 73 |
| Introdução.....  | 75 |
| Material e Métodos .....   | 76 |
| Resultados e Discussão .....   | 81 |
| Conclusão. ....  | 87 |
| Literatura Citada.....   | 88 |
| VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....  | 89 |

## RESUMO

Foram conduzidos três experimentos com objetivo de avaliar o efeito da relação valina: lisina digestível (val: lis dig) na ração sobre parâmetros zootécnicos, o empenamento, desenvolvimento e metabolismo de fibra esquelética e resposta imune celular de frangos de corte em diferentes períodos de criação. No primeiro experimento, objetivou-se avaliar o efeito da relação val: lis dig em rações para frangos de corte no período de um a 14 dias de idade sobre o comportamento de parâmetros zootécnicos, empenamento, desenvolvimento e metabolismo de fibra muscular esquelética e resposta imune celular. Foram utilizados 1080 frangos de corte, linhagem Cobb 500 com um dia de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos, seis repetições e 30 aves por unidade experimental. As rações foram formuladas para conter 66, 71, 76, 81 e 86% de relação val: lis dig para o período de um a 14 dias de idade. No período de 15 a 42 dias de idade, as aves continuaram recebendo rações para atender as exigências nutricionais das aves para esta fase, porém foram mantidas as mesmas relações val: lis dig do período de um a 14 dias de idade. Até aos sete dias de idade, foi observado aumento linear ( $P < 0,05$ ) no consumo de ração e ganho de peso, sem influenciar o desempenho ( $P > 0,05$ ) das aves no período total de criação, sendo recomendado para o período de um a 42 dias de idade, a relação val: lis dig de 66%. De modo geral houve melhora linear no escore de empenamento ( $P < 0,05$ ) das aves com o

aumento da relação val: lis dig na ração. A relação val: lis dig promoveu aumento ( $P<0,05$ ) no diâmetro da fibra do flexor longo do hálux, justificando desta forma, o maior rendimento de perna ( $P<0,05$ ). A imunidade celular foi influenciada pela relação val: lis dig, promovendo maior peso relativo do timo aos sete dias de idade até a relação val: lis dig de 74,22% e maior atividade fagocítica de macrófagos aos 38 dias de idade com uma relação de 76,89%. No segundo experimento, o objetivo foi avaliar o efeito da relação val:lis dig em rações para frangos de corte no período de 15 a 28 dias de idade sobre comportamento das características produtivas aos 28 e 42 dias de idade, empenamento, metabolismo do músculo esquelético e peso relativo de órgãos linfoides aos 28 dias de idade. Foram utilizados 1020 pintos de corte, macho, linhagem Cobb, com 15 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (66, 71, 76, 81 e 86%val: lis dig), seis repetições e 34 aves por unidade experimental no período de 15 a 28 dias de idade. No período de 29 a 42 dias de idade, todas as aves receberam uma mesma ração para atender as exigências nutricionais. A relação val: lis dig na ração no período de 15 a 28 dias de idade reduziu linearmente ( $P<0,05$ ) o consumo de ração para aves nesta fase, sem influenciar ( $P>0,05$ ) o ganho de peso e conversão alimentar. Possivelmente, neste experimento, a valina tenha atuado no desenvolvimento das fibras brancas, promovendo aumento linear ( $P<0,05$ ) no rendimento de peito aos 42 dias de idade até a relação val: lis dig de 78% em detrimento ao rendimento de perna ( $P<0,05$ ). Nenhum efeito foi observado sobre o empenamento das aves e o peso relativo de órgãos linfoides. O terceiro experimento teve como objetivo avaliar o efeito da relação val: lis dig em rações para frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade sobre as características produtivas, empenamento, desenvolvimento e metabolismo do músculo esquelético e peso relativo de órgãos linfoides. Foram utilizados 900 frangos de corte, linhagem Cobb 500 com 29

dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos, seis repetições e 30 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de diferentes relações de val: lis dig (66, 71, 74, 78 e 82%) no período de 29 a 42 dias de idade. A relação val: lis dig na ração não influenciou ( $P>0,05$ ) o desempenho das aves no período de 29 a 42 dias de idade. De modo geral houve aumento linear ( $P<0,05$ ) no escore de empenamento das aves com o aumento da relação val: lis dig na ração. A relação val: lis dig promoveu aumento linear ( $P<0,05$ ) no diâmetro da fibra do músculo flexor longo do hálux, e a partir da relação val: lisina digestível de 69% houve aumento da frequência de fibras vermelhas e redução ( $P<0,05$ ) na frequência de fibras brancas justificando desta forma, o maior ( $P<0,05$ ) rendimento de perna em detrimento ao rendimento de peito ( $P<0,05$ ). Houve aumento no peso relativo do baço aos 42 dias de idade até a relação val: lis dig de 74%.

**Palavras-chave:** aminoácido de cadeia ramificada, aminoácidos digestível, empenamento, fibra muscular, rendimento de perna, imunidade celular

## ABSTRACT

Three experiments were carried out to evaluate the productive characteristics, feathering, development and metabolism of the skeletal and cellular immune response of broiler fed with different relationship valine: lysine digestible (val: lys dig). The first trial evaluated the effect of relationship val: lys dig on productive characteristics, feathering, development and metabolism of the skeletal muscle and cellular immune response of broiler with 1-14-days-old. One thousand and eighty male Cobb 500 broilers were reared in a completely randomized design, with five treatments, six replicates, and thirty-six birds per experimental unit. Experimental diets were formulated to contain 66, 71, 76, 81 and 86% relationship val: lys dig at 1 to 14 days-old period. Until 1-7 days old, was observed linear increase ( $P < 0.05$ ) of feed intake and weight gain without affecting the birds performance ( $P > 0.05$ ) in total breeding. In general there was an increase in linear feathering score ( $P < 0.05$ ) with the increase of the relationship val:lys dig in the ration. The relationship val:lys dig promoted linear increase ( $P < 0.05$ ) in diameter fiber of the flexor hallucis longus muscle, there by justifying the higher yield of leg ( $P < 0.05$ ). Cellular immunity was influenced by the relationship, promoting an increase in relative thymus at 7-days-old, until the relationship val:lys dig of 74.22% and increased phagocytic activity of macrophages at 38-days-old with the relationship of 76.89%. In the second trial it was evaluated the effect of relationship val: lys dig in the period from 15-28-days-old on productive characteristics at 28 and 42 days-old and, feathering, development and metabolism of the skeletal muscle and relative weight of lymphoid organs of broiler with 28-days-old. One thousand and twenty male Cobb 500 broilers were reared in a completely randomized design, with five treatments, six replicates, and thirty-four birds per

experimental unit. Experimental diets were formulated to contain 66, 71, 76, 81 and 86% relationship val: lys dig at 15-28-days-old period. Between 29-42-days-old, all birds received the same diet to supply nutritional requirements. The relationship val: lys dig decreased linearly ( $P < 0.05$ ) the feed intake for birds during this period, there was no influence ( $P > 0.05$ ) in the weight gain and feed conversion. Possibly in this experiment the valine acted in the development of white fibers, promoting an increase ( $P < 0.05$ ) in breast yield with 42-days-old, until the relationship val: lys dig of 78% in detriment of the leg yield ( $P < 0.05$ ). No effect was observed on the feathering of the birds and the relative weight of lymphoid organs. The third trial evaluated the effect of relationship val: lys dig on productive characteristics, feathering, development and metabolism of the skeletal muscle and relative weight of lymphoid organs of broiler from 29-42-days-old. Nine hundred male Cobb 500 broilers were reared in a completely randomized design, with five treatments, six replicates, and thirty birds per experimental unit. Experimental diets were formulated to contain 66, 70, 74, 78 and 82% relationship val: lys dig at 29-42-days-old period. The relationship val: lys dig did not influence ( $P > 0.05$ ) broiler performance in the 29-42-days-old period. In general there was an increase in linear feathering score ( $P < 0.05$ ) of birds with the increase of the relationship val: lys dig in the ration. The relationship val: lys dig promoted linear increase ( $P < 0.05$ ) in diameter fiber of the flexor hallucis longus muscle and from the relationship valine: lysine of 69% there was an increase in the frequency of red fibers and reduced ( $P < 0.05$ ) in the frequency of the white fibers there by justifying the higher ( $P < 0.05$ ) leg yield to the detriment of the breast yield ( $P < 0.05$ ). There was an increase in the relative weight of spleen at 42-days-old, until the level of 74% of val: lys dig.

Key words: branched-chain amino acids, digestible amino acid, cellular immunity, feathering, leg yield, muscle fiber

## I – INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira, em especial a produção de frangos de corte, vem se destacando no cenário mundial como uma das maiores potências econômica da agropecuária. Esta cadeia tem passado por um intenso desenvolvimento científico-tecnológico, com um moderno sistema de cria, recria, abate e processamento das aves, fazendo com que o Brasil ocupe uma posição de destaque no mercado internacional, na produção e em especial na exportação.

Segundo dados da UBABEF (2011), no ano de 2010, as exportações de carne de aves (frango, peru, pato, ganso e outras) totalizaram 3,981 milhões de toneladas, correspondendo a uma receita de US\$ 7,244 bilhões. No caso da carne de frango, foi registrado um novo recorde histórico nos volumes, com embarques de 3,819 milhões de toneladas. Com esse resultado o Brasil permanece na posição, conquistada em 2004, de maior exportador mundial de carne de frango. Para 2011, as projeções da UBABEF indicam para um crescimento de 3% a 5% nos embarques de carne de frango. Esses números refletem a importância social e econômica da avicultura brasileira.

A competitividade da cadeia avícola é crescente e faz com que as empresas busquem cada vez mais por melhores resultados de produção e qualidade com menores custos. Por causa da grande dimensão da cadeia avícola, qualquer incremento na produção ou em outro fator que minimize os custos de produção terá um efeito econômico significativo. A nutrição representa em torno de 70% do custo de produção de frangos de corte e um melhor entendimento das exigências nutricionais das aves pode contribuir para uma redução dos custos de produção aliada a um melhor desempenho das aves.

Os alimentos proteicos têm grande participação no custo da ração e com as exigências da União Europeia, de proibir o uso de produtos de origem animal na

alimentação dos frangos, a indústria ficou dependente das fontes proteicas de origem vegetal. Contudo, ingredientes de origem vegetal apresentam pior balanço aminoacídico, se comparado às fontes proteicas de origem animal (Vieira & Lima, 2005).

Trabalhos têm demonstrado que o crescimento das aves não é comprometido por uma redução marginal na proteína bruta quando os requerimentos de aminoácidos essenciais são fornecidos na dieta. A utilização de aminoácidos sintéticos é uma alternativa para a redução do uso de farelo de soja e se torna indispensável na formulação de dietas com perfil aminoacídico ideal. Sabe-se que o excesso de proteína ou o desbalanço entre os aminoácidos pode comprometer o desempenho dos frangos de corte, por promover uma carga excessiva de aminoácidos na circulação sanguínea, que para ser metabolizado e excretado na forma de ácido úrico, gera um gasto extra de energia, que é desviada da produção de carne (Aletor et al., 2000). Além disso, o nitrogênio em excesso, excretado pelas aves, pode promover impactos negativos ao meio ambiente (Parsons & Baker, 1994), uma preocupação atual.

Com o uso dos aminoácidos sintéticos é possível formular dietas com o emprego da proteína ideal, reduzindo a excreção de nitrogênio além de permitir que rações de menor custo sejam produzidas, sem comprometer o desempenho dos frangos de corte (Rostagno et al., 1999).

No conceito de proteína ideal a exigência dos aminoácidos é estimada com base em um aminoácido referência. A lisina foi escolhida como aminoácido de referência (padrão), por apresentar praticidade na análise, baixo custo de suplementação, vários estudos realizados e principalmente, por ser quase que totalmente utilizada para deposição de proteína no corpo (Hackenhar & Lemme, 2005) e no ovo.

Em dietas de aves, à base de milho e farelo de soja, sabe-se que os principais aminoácidos limitantes são a metionina+cistina, a lisina e a treonina. Na busca de se estabelecer dietas com base no conceito de proteína ideal, tem-se buscado determinar o 4º aminoácido limitante nessas dietas. Corzo et al. (2007) demonstraram que em uma dieta à base de milho e farelo de soja, a valina é o 4º aminoácido limitante, após a treonina. Nas dietas quando a proteína bruta é reduzida, a suplementação de valina faz-se necessária para fornecer uma dieta em que as necessidades dos frangos de corte se encontrem próximas às exigidas, porque um mínimo desse aminoácido é requerido para o crescimento, conversão alimentar e melhora na carcaça (Corzo et al., 2008).

A quantidade relativamente baixa de valina e isoleucina na proteína do milho são acompanhadas pelo elevado nível de leucina. O alto conteúdo de leucina nas dietas parece aumentar as exigências para valina e isoleucina em frangos em crescimento e perus (Tuttle & Balloun, 1976).

A valina e a isoleucina são similares na estrutura e juntamente com a leucina, pertencem ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's). Também possuem funções fisiológicas semelhantes, dentre elas encontra-se a regulação da tradução e início da síntese de proteína em vários tecidos (Shimomura et al., 2006).

A valina sintética, L-Valina (Ácido (2S)-2-Amino-3-metilbutanóico), pode ser produzida a partir da fermentação de fontes de carboidrato, por extração de hidrolisados de proteína animal e também por resolução ótica da forma DL, que é produzida por síntese química usando isobutilaldeído (Ajinomoto, 2011).

A L-Valina, até pouco tempo atrás, era considerada um aminoácido “*Food*”, sendo produzido em uma escala menor, voltada para atender a alimentação humana, não sendo empregada na produção comercial de frangos de corte. A partir de 2010, iniciou-se uma produção em escala maior para atender as necessidades da produção animal, passando a ser considerada “*Feed*”, para uso na alimentação animal. No entanto, muitos estudos ainda devem ser realizados para melhor entender o efeito desse aminoácido nos diferentes sistemas do metabolismo animal.

## 1.1 Valina e o efeito sobre o desempenho e músculos esqueléticos em frangos de corte

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.

Do peso vivo do animal, de 35 a 40% é composto de músculo estriado esquelético, correspondente a 80% de todo tecido muscular e 50% da proteína corporal. Uma vez que a maior quantidade de proteína no corpo do animal é observada nos músculos, o crescimento depende particularmente do desenvolvimento muscular (Gonzales& Sartori, 2002).

O músculo esquelético é fundamental para um grande número de funções orgânicas, incluindo respiração, locomoção, manutenção da postura e termogênese. A unidade básica do músculo é uma célula especializada em contração, a miofibrila ou fibra

muscular. A miofibrila é uma célula alongada, com a extremidade ligeiramente afilada ou arredondada e multinucleada (Gonzales & Sartori, 2002).

Nos frangos de corte, os músculos peitorais são esqueléticos são formados predominantemente por miofibrilas brancas (FG) enquanto que os músculos vermelhos da coxa e sobrecoxa são formados por miofibrilas brancas (FG), vermelhas (SO) e intermediárias (FOG) (Gonzales & Sartori, 2002).

As fibras brancas (Fast Glycolytic ou FG) possuem área maior, número reduzido de mitocôndrias, baixo conteúdo de lipídios e mioglobina, contração rápida, denominadas fast e metabolismo glicolítico. As fibras vermelhas (Slow Oxidative ou SO) têm diâmetro menos, alto conteúdo de lipídios, mioglobina e mitocôndrias. A contração dessas fibras é lenta, sendo denominada slow e seu metabolismo é oxidativo. As fibras intermediárias (Fast Oxidative Glycolytic ou FOG) apresentam características metabólicas e contráteis com valores intermediários, tendo metabolismo oxidativo e glicolítico com contração rápida (Peter et al., 1972).

O perfil definitivo de fibras musculares esqueléticas adultas é resultante de acontecimentos que iniciam no embrião e são modulados no decorrer da vida do animal. Desta forma, o perfil de miofibrilas pode variar com o tipo do músculo, inervação, localização dentro do músculo, idade, sexo, genética, temperatura, dieta, exercício e doenças (Stockdale, 1992). As fibras FOG têm a capacidade de acordo com os fatos supracitados, serem moduladas para SO ou para FG.

As miofibrilas que compõem os músculos esqueléticos das aves são similares aos dos mamíferos, contendo os mesmos tipos de proteínas contráteis (miosina, actina e suas proteínas associadas). Os principais aminoácidos componentes destas duas proteínas são os BCAA's que representam aproximadamente 35% dos aminoácidos essenciais contidos nas mioproteínas (Shimomura et al., 2006). A suplementação dos BCAA's tem demonstrado aumentar a matéria-prima nos tecidos musculares, contribuindo assim para a formação do músculo (Shimomura et al., 2006), conseqüentemente, um melhor rendimento de carcaça e de cortes nobres.

Os BCAA's são essencialmente anabólicos, ou seja, tem um importante papel na síntese de proteína, minimizando a quebra das mesmas, ajudando no ganho de massa muscular (Shimomura et al., 2006). Diferentemente dos outros aminoácidos, os BCAA's são metabolizados especialmente nos músculos, e estes são utilizados para síntese de proteína e como fonte de energia. As vias do metabolismo de valina e isoleucina são similares, a degradação destes aminoácidos de cadeia ramificada resulta na produção de

succinil – CoA, um intermediário do ciclo de Krebs e um composto glicogênico (Champe & Harvey, 1996). A degradação de leucina resulta na produção de cetoacetato e acetil-CoA, um intermediário da síntese citosólica de esteróis (Shimomura et al., 2006).

Leclercq (1998) realizou um estudo comparando a ação da lisina com a treonina e a valina verificando que a valina tem a ação sobre os diferentes tipos de fibra muscular, FG, FOG e SO, enquanto a lisina demonstrou ter ação mais específica sobre as fibras FG, presentes principalmente no peito dos frangos de corte.

A suplementação de valina na dieta de aves tem mostrado melhora significativa nas variáveis de desempenho e qualidade de carcaça. Corzo et al. (2007), avaliando as necessidades de valina para frangos de corte da linhagem Ross 308 com dietas somente com fonte vegetais, verificaram uma queda no crescimento e conversão alimentar e um aumento na gordura abdominal, quando essas aves foram alimentadas com a dieta em relação val: lis dig de 65,7% em comparação a dieta com relação val: lis dig de 77%.

As recomendações de Rostagno et al. (2011) para relação val: lis dig na dieta, de um a 21 e de 22 a 56 dias são 77 e 78%, respectivamente. Em um estudo realizado por Baker et al. (2002) foi estimado os requerimentos de valina no período de 8 a 21 dias de idade para aves da linhagem Ross 308, visto que as relações val: lis dig de 76 e 77% promoveram melhor ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente, sendo inferiores às recomendações de Rostagno et al., (2011).

Estudos estimaram os requerimentos de valina durante o período de crescimento (21 a 42 dias de idade) e encontraram uma exigência para valina que variou entre 69 a 79% de relação val: lis dig na dieta, em dietas com baixa proteína (Mendonça & Jensen, 1989; Marks et al., 1999).

Corzo et al. (2004), verificaram que a suplementação de valina maximizou o ganho de peso e otimizou a conversão alimentar no período de 42 a 56 dias de idade para aves da linhagem Ross 308, machos e a melhor relação de val: lis dig para o desempenho foi de aproximadamente 78%, mesma relação recomendada por Rostagno et al. (2011), para esse mesmo período. Corzo (2008) demonstrou que a suplementação de valina melhorou o ganho de peso, a conversão alimentar, bem como diminuiu a porcentagem de gordura abdominal. Além disso, uma relação adequada de val: lis, em torno de 77% mostrou melhorar o peso e o rendimento de peito dos frangos de corte. Em outro experimento trabalhando com Ross 308, macho, a melhor relação val: lis dig na dieta para a fase inicial, crescimento e terminação foi de 70, 70,5, 68,4%

respectivamente (Corzo et al., 2008). Dozier et al. (2011), ao avaliarem a exigência de val dig para frangos Ross 308 macho, no período de 28 a 42 dias de idade, encontraram melhor desempenho com relação val: lis dig de 76%. A valina e a isoleucina demonstraram serem colimitantes para o crescimento e rendimento de carcaça.

Existem diferenças entre as exigências de valina para o crescimento nas diferentes linhagens. As linhagens de crescimento inicial rápido como a Cobb são amplamente utilizadas no mercado, entretanto falta literatura a respeito das exigências em valina para estas aves (Berres et al., 2011). Aves da linhagem Cobb 500, macho, alimentadas com diferentes relações de val: lis dig na dieta apresentaram melhor desempenho para o período de 8 a 21 dias e de 30 a 43 dias de idade com relação de 76% (Tavernari, 2010). Campos et al. (2009) avaliando o efeito da relação val: lis dig sobre frangos da linhagem Cobb 500, encontraram melhor relação val: lis dig de 78 e 79% para o período de sete a 21 dias e de 28 a 42 dias, respectivamente.

Berres et al., (2011) trabalhando com a linhagem Cobb 500, no período de 21 a 42 dias de idade encontraram melhor relação val: lis dig para ganho de peso e consumo de ração de 74,5% e 73,6%, respectivamente. Aves da linhagem Cobb 500 que receberam dietas deficientes em valina e isoleucina tiveram depressão sobre o ganho de peso na fase de 14 a 35 dias de idade, entretanto apresentaram maior ganho de peso quando receberam dietas suplementadas com L-valina ou L-isoleucina numa relação de valina: lisina digestível de 75% ou isoleucina: lisina digestível de 68% (Berres et al., 2010).

Os BCAA's competem entre si, e o excesso de valina na dieta não afeta a utilização de leucina e isoleucina, entretanto o excesso de leucina pode reduzir a utilização dietética de valina e isoleucina e o excesso de isoleucina também reduz a utilização de valina e leucina (Allen & Baker, 1972). O excesso de leucina pode ser compensado pelo aumento dos níveis de isoleucina e valina. O efeito tóxico da leucina pode ser observado na redução do crescimento, causado por uma redução no consumo alimentar (Rutz, 2002).

Em um estudo realizado por D'Mello&Lewis (1970) mostrou que leucina em excesso na dieta limitou o crescimento de pintos quando a isoleucina estava em um nível marginal na dieta. Assim o antagonismo da leucina com a isoleucina foi estabelecido pela primeira vez. No entanto, outros resultados levou D'MelloeLewis (1970) a concluir que o antagonismo entre leucina e valina é relativamente mais potente. Em experimento a adição de leucina em excesso em uma

dieta com níveis marginais de isoleucina e valina, causou uma grave depressão no crescimento. Entretanto a suplementação de valina reverteu este efeito, já a suplementação de isoleucina não. A eficácia da valina foi confirmada por sua capacidade de reduzir altos níveis plasmáticos de leucina e isoleucina (D'Mello, 2003).

A especificidade do antagonismo entre leucina e valina foi ainda mais elucidada em um estudo realizado com perus, no qual foram feitas diferentes combinações de suplementação de leucina e valina (D'Mello, 1975). Ambos os aminoácidos acumularam no plasma após a suplementação, mas o nível de crescimento de valina no plasma foi reduzido quando o nível dietético de leucina foi aumentado. No entanto, a suplementação de valina não suprimiu o acúmulo de leucina no plasma (D'Mello, 2003).

Estudos realizados com ratos, atribuiu ao teor de leucina, a redução dos níveis plasmáticos de isoleucina e valina, em razão do aumento da oxidação desse dois aminoácidos descartando qualquer efeito da competição no transporte intestinal ou renal sobre os níveis plasmáticos de isoleucina e valina (Harper et al., 1984). Calvert et al. (1982) demonstraram que a leucina em excesso não influencia a excreção de isoleucina ou valina, mas aumenta significativamente a oxidação desses aminoácidos como indicado pela maior na produção *in vivo* de compostos resultante da oxidação de valina e isoleucina. O catabolismo dos BCAA's é iniciado por uma reação reversível da aminotransferase. Os ceto-ácidos oriundos de BCAA formados sofrem descarboxilação oxidativa irreversível para produzir compostos de acetil-CoA, que são degradados em mais uma série de reações análogas àquelas envolvidas na oxidação de ácidos graxos. Harper et al. (1984) sugeriu que a oxidação de ceto-ácidos oriundos de BCAA's melhor explicaria o esgotamento de isoleucina e valina plasmática em animais alimentados com excesso de valina (D'Mello, 2003).

Posteriormente, Papet et al. (1988) observaram que o excesso de leucina aumentou as atividades de aminotransferases no fígado e no jejuno e também ativou a desidrogenase no jejuno. Excesso de BCAA's pode ainda, induzir a depleção do nível de outros aminoácidos no cérebro, particularmente aqueles que são precursores de neurotransmissores. Harrison & D'Mello (1986) mostrou que os excessos dos três BCAA's reduziu as concentrações cerebrais de noradrenalina, dopamina e 5-hidroxi-triptamina em pintainhos e que os níveis desses neurotransmissores foram restaurados por suplementação dietética com seus precursores, fenilalanina e triptofano (D'Mello, 2003). Mudanças no metabolismo cerebral de aminoácidos e neurotransmissores podem

estar associadas a alterações na ingestão alimentar e comportamento alimentar (Leung & Rogers, 1987).

## 1.2 Valina e o empenamento

Nos últimos anos, empresas produtoras de frangos de corte têm demonstrado crescente preocupação com prejuízos causados por perdas na linha de abate, em virtude das lacerações de carcaças. O aumento das lesões cutâneas é atribuído ao mau empenamento das aves, fato cada vez mais frequente nos plantéis avícolas. A ocorrência de novas afecções no sistema tegumentar, especialmente quanto ao empenamento de frangos, é reportada de uma forma genérica, necessitando maior reflexão para o estabelecimento de medidas que solucionem ou pelo menos minimizem o problema (Jaenisch et al., 2008).

O mau empenamento gera perdas econômicas na comercialização das aves vivas, com aumento dos custos de produção de frango abatido pelo aumento do número de carcaças condenadas. O mau empenamento se caracteriza por redução do número de penas principalmente na região dorsal das aves e acomete frangos de corte produzidos em lotes com bom desempenho zootécnico, sem comprometer o ganho de peso da ave afetada, nem aumentar a taxa de mortalidade do plantel (Coelho, 2000). O problema é observado principalmente em machos, em condições de temperatura elevadas e criados sob altas densidades (Ribeiro, et al., 2010).

As penas são estruturas queratinizadas, ricas em cistina, arginina e aminoácidos de cadeia ramificada (Tabela 1), cuja função é recobrir o corpo das aves protegendo-as das intempéries e auxiliando na termorregulação corporal (Leeson & Summer, 1997).

Dentre os fatores nutricionais que podem estar associados a problemas de empenamento se tem o nível de proteína total na dieta e de aminoácidos, como metionina, cistina, lisina, arginina e os BCAA's (Leeson & Summers, 1997).

Um desbalanceamento entre BCAA's na dieta gera penas de formato côncavo anormal, que se dobram para fora do corpo da ave. Neste caso, tem-se a descaracterização da estrutura das bárbulas e barbículas (Ribeiro et al., 2010).

Um inadequado nível de valina pode afetar não apenas o desempenho como também causar anomalias na pena e no pé (Anderson & Warnick, 1967; Robel, 1977; Farran & Thomas, 1992a, b). Níveis extremamente altos de leucina também podem

comprometer o desenvolvimento das penas quando o nível de valina na dieta é baixo (Penz et al., 1984).

Tabela 1. Composição proteica e aminoacídica das penas (Leeson & Summers, 1997)

| Nutrientes         | (%) |
|--------------------|-----|
| Proteína bruta     | 90  |
| Aminoácidos totais | 60  |
| Arginina           | 7,1 |
| Valina             | 6,5 |
| Cistina            | 5,5 |
| Treonina           | 4,2 |
| Lisina             | 2,4 |
| Metionina          | 0,7 |

O excesso de leucina na dieta (Penz et al. 1984) ou deficiência de valina na dieta (Farran & Thomas, 1992a) pode causar também redução no conteúdo de proteína bruta das penas.

### 1.3 Valina e o sistema Imune das aves

A eficiência da produção é dependente de fatores como genética, ambiente, nutrição e status imunológico. Sabe-se que existe interdependência entre esses fatores, e sob essa perspectiva, a nutrição e o status imunológico da ave são fatores fundamentais para atingir metas de produtividade para que em condições sanitárias desfavoráveis, haja a menor perda de desempenho possível.

Na determinação das exigências nutricionais, devem ser consideradas as exigências do sistema imunológico das aves, que podem ser maiores para alguns nutrientes, sendo possível modular sua resposta e, conseqüentemente, obter melhor desempenho em condições comerciais.

O sistema imune das aves é composto de órgãos linfoides classificados como primários e secundários. Abolsa cloacale o timo são considerados órgãos linfoides primários enquanto medula óssea, baço, glândula de Harder, placas de Payer e tonsilas cecais são considerados órgãos linfoides secundários.

Na microscopia óptica é possível identificar no timo das aves, a zona medular e a do córtex, nas quais se encontram os linfoblastos, que são células mais jovens (Banks, 1993) e que após o amadurecimento formarão os linfócitos.

É no timo que ocorre a diferenciação dos linfócitos T e as células precursoras chegam a esse órgão por volta do 6º ao 8º dia de incubação, e a partir dessas células, ocorre a diferenciação em três subpopulações de linfócitos com funções diferenciadas, T-auxiliares e T-citotóxico. (Glick, 1986).

Os linfócitos T citotóxicos destroem as células infectadas e não o agente invasor que as infectam. Já os linfócitos T auxiliares, auxiliam os linfócitos T citotóxicos e estimulam os linfócitos B a produzir anticorpos. Os linfócitos B por sua vez são responsáveis pela produção de imunoglobulinas que neutralizam o agente invasor (Abbas et al., 1997).

A bolsa cloacal internamente apresenta inúmeras pregas onde se localizam os folículos linfóides (Montassier, 2000). É onde ocorre o desenvolvimento e diferenciação dos linfócitos B que surgem por volta do 12º ao 15º dia de desenvolvimento embrionário (Glick, 1986), participando da produção de anticorpos contra diferentes antígenos (Abbas et al., 2007).

Na terceira semana de desenvolvimento embrionário, os linfócitos B e T migram da bolsa cloacal e timo, para o sistema linfoide periférico incluindo, o baço, medula óssea e tecido linfoide dos sistemas respiratório e digestivo. A bolsa cloacal e o timo são cruciais durante as primeiras semanas após a eclosão, mas estes órgãos sofrem uma involução fisiológica na medida em que a ave se aproxima da maturidade sexual e são substituídos por sítios periféricos de produção de células (Male & Roitt, 1993).

O baço das aves é um órgão linfoide secundário, dividido anatomicamente em polpa vermelha e polpa branca. A polpa vermelha é formada por sangue e tecido linfoide difuso. A polpa branca é composta por um tecido linfoide mais denso e organizado, que se estrutura ao redor de vasos sanguíneos, acompanhando o trajeto das mesmas formando o que se denomina de tecido linfoide periarterial, onde predominam as células T, os centros germinativos são predominantemente constituídos por Linfócitos B, embora a interação e cooperação com linfócitos T sejam necessárias para que ocorra o seu desenvolvimento (Gonzalez, 1989).

A resposta imune das aves pode ser dividida em resposta imune passiva e ativa. A resposta imune passiva é transferida pelas reprodutoras para a prole, via saco vitelínico, sendo dependente dos níveis de anticorpos maternos. Já a imunidade ativa é

decorrente da exposição das aves a um antígeno e pode ser de origem vacinal como um agente patógeno. A imunidade ativa pode ser mediada por células (imunidade celular) ou através de anticorpos (imunidade humoral). A resposta imune celular (linfócito T) é fundamental ao combate de agentes virais, bacterianos e também a células tumorais (Abbas et al., 2007).

Além dos órgãos linfoides, o sistema imune das aves possui componentes não linfoides que incluem células fagocíticas que são as primeiras células a agir (Macari et al., 2008). Dentre as células não linfoides mais importantes do sistema imune das aves estão os macrófagos (McCorkle, 1998). Os macrófagos estão amplamente distribuídos por todo o organismo e possuem a capacidade de se ligar, envolver e destruir substâncias e corpos estranhos sem haver a necessidade de transcorrer muito tempo após o encontro (Morgulis, 2002).

Estudos têm demonstrado que a deficiência de valina pode provocar uma depressão no sistema imunológico das aves, principalmente nos órgãos linfoides primários, podendo no caso de uma resposta imune ativa, provocar uma queda no desempenho dessas aves, por limitar o suplemento de nutrientes aos demais sistemas fisiológicos. Dessa forma é evidente a importância de se determinar os níveis adequados de valina requeridos para otimizar a resposta imune. David & Robert (1972) avaliaram o efeito de aminoácidos sobre o sistema imune observou que uma moderada redução do nível de valina na dieta promoveu uma profunda depressão na produção de anticorpos.

Uma significativa diminuição no peso relativo do timo e da bolsa cloacal foi observada quando os frangos de corte foram alimentados com dietas deficientes em BCAA (Konashi et al., 2000). Bhargava et al. (1971) avaliando o efeito da suplementação de valina na alimentação de frangos de corte, quando estes foram inoculados com o vírus da doença de Newcastle, verificaram que o requerimento de valina para produção de anticorpos foi superior aos de crescimento.

Thornton et al. (2006) avaliando os requerimentos de valina para resposta imune e de crescimento em frangos de corte, de três a seis semanas de idade, verificaram uma redução no peso do baço nas aves alimentadas com uma relação de 69% de val: lis dig na dieta, quando comparada com as aves que receberam uma dieta com uma relação de 78% de val: lis dig na dieta.

## Citação Bibliográfica

ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; POBER, J.S. **Cellular and Molecular Immunology**, 3ed. W.B: Sauners Company, 1997, 494p.

AJINOMOTO. **L-Valina (Ácido (2S)-2-Amido-3-metilbutanóico)**. Disponível em: <<http://www.ajinomoto.com.br/2008/index.php?area=produtos&sub=valina>> Acesso em: 10/12/2011.

ALETOR, V.A.; HAMID, I.I.; NIESS, E. et al. Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: Effect on performance, carcass characteristics, whole body composition and efficiencies nutrient utilization. **Journal Science Food Agriculture**, v.80, p.547-554, 2000.

ALLEN, N.K.; BAKER, D.H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. **Poultry Science**, v.5, p. 1292–1298, 1972.

ANDERSON, H.C. & WARNICK, R.E. Gross abnormalities in chicks fed amino acid deficient diets. **Poultry Science**, v.46, p.856–861, 1967.

BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M.; et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v. 81, p. 485-494, 2002.

BANKS, W.J. **Applied Veterinary Histology**. 3.ed., Mosby, 1993. 512p.

BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; KIDD, M.T.; et al. Supplementing l-valine and l-isoleucina in low-protein diet corn and soybean meal all-vegetable diets for broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 19, p.373-379, 2010.

- BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; FAVERO, A.; et al. Digestible valine requirements in high protein diets for broilers from twenty-one to forty-two days of age. **Animal Feed Science and Technology**, v. 165, p. 120-124, 2011.
- BHARGAVA, K.K.; HANSON, R.P.; SUNDE, M.L. Effects of methionine and valine on growth and antibody production in chicks infected with live or killed Newcastle disease virus. **Poultry Science**, v. 50, p. 614-619, 1971.
- CALVERT, C.C.; KLASING, K.C.; AUSTIC, R.E. Involvement of food intake and amino acid catabolism in the branched chain amino acid antagonism in chicks. **Nutrition**, v.112, p.627-635, 1982.
- CAMPOS, A.M.A.; NOGUEIRA, E.T.; ALBINO, L.F.T.; et al. Digestible valine: lysine ratios for broilers during the starter and finisher periods. In: ANUAL MEETING POULTRY SCIENCE, 2009, Carolina do Norte. **Anais...** Carolina do Norte: Poultry Science, 2009.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. Aminoácidos: Metabolismo dos esqueletos de carbono. **Bioquímica Ilustrada**, 1996, 446p.
- COELHO, C.L. Considerações sobre o empenamento em frangos de corte. In: Simpósio Goiano de Avicultura, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia, p. 81-89, 2000.
- CORZO, A. **Update on threonine and valine needs in growing broilers.**2007. AJINOMOTO. Disponível em: <[www.ajinomoto.com.br](http://www.ajinomoto.com.br)> Acesso em: 10/01/2008.
- CORZO, A.; DOZIER, W.A; KIDD, M.T. Valine Nutrient Recommendations for Ross x Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, v. 87, p. 335-338, 2008.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER III, W.A; et al. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diets. **Journal Applied Poultry Research**, v. 16, p. 546-554, 2007.

CORZO, A.; MORAN, E.T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, v. 83, p. 946-951. 2004.

D'Mello, J.P.F. **Adverse Effects of Amino Acids**, 2ed. Londres: CABI, 2003. 511p.

D'MELLO, J.P.F. Amino acid requirements of the young turkey: leucine, isoleucine and valine. **British Poultry Science** v.16, p.607–615, 1975.

D'MELLO, J.P.F.; LEWIS, D. Amino acid interactions in chick nutrition.2. The interrelationship between leucine, isoleucine and valine. **British Poultry Science** v.11, p.313–323, 1970.

DAVID, G.J. & ROBERTS, A.G. Quantitative effects of nutritional essential amino acid deficiency upon immune responses to tumors in mice. **Experimental Medicine**, v. 137, p. 1-9, 1973.

DOZIER, W.A.; CORZO, A.; KIDD, M.T. et al. Determination of the fourth and fifth limiting amino acids in broilers fed on diets containing maize, soybean meal and poultry by-product meal from 28 to 42 d of age. **British Poultry Science**, v. 52, n. 2, p. 238-244, 2011.

FARRAN, M. T. & THOMAS, O.P. Valine deficiency.2. The effect of feeding a valine-deficient diet during the starter period on performance and leg abnormalities of male broiler chicks. **Poultry Science**, v71, p. 1885–1890, 1992, b.

FARRAN, M.T. & THOMAS, O.P. Valine deficiency. 1. The Effect of feeding a valine-deficient diet during the starter period on performance and feather structure of male broiler chicks. **Poultry Science**, v.71, p. 1879-1884.1992, a.

GLICK, B. **Immunophysiology**. In STURKIE, P.D. Avian Physiology.4<sup>a</sup> ed. Tennessee: Kingsport Press, 1986. p. 87-101.

GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**, 2ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p.279-297.

- GONZALEZ, AM. **Inmunologia veterinaria**. Mexico: Editorial Diana, 1989. 497p.
- HACKENHAAR, L. LEMME, A. Como reduzir o nível de proteína em dietas de frangos de corte, garantindo performance e reduzindo custos. Seminários Técnicos de Avicultura – In: VII SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA E II SIMPÓSIO GOIANO DE SUINOCULTURA, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiania: AVESUI CENTRO-OESTE, 2005.
- HARPER, A.E.; MILLER, R.H.; & BLOCK, K.P. Branched-chain amino acid metabolism. **Annual Review of Nutrition** v. 4, p. 409–454, 1984.
- HARRISON, L.M; D’MELLO, J.P.F.; Large neutral amino acids in the diet and neurotransmitter concentrations in the chick brain. **Nutrition Society** v.45, p.72, 1986.
- JAENISCH, F.R.F.; BARBI, J.H.; RIBEIRO, A.M. **Mau empenamento em frangos de corte, uma nova síndrome?** Disponível em: <[http://cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod\\_artigo=147](http://cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=147)> Acesso em: 01/01/2008.
- KONASHI, S.; TAKAHASHI, K.; ARIBA, Y. Effects of dietary essential amino acid deficiencies on immunological variables in broilers chickens. **British Journal of Nutrition**, v. 83, p.449-456, 2000.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p. 118-123, 1998.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**, 2ed. University Books, Guelph, Ontario, 349p.1997.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2008. 375p.

- MALE D.; ROITT I. **Introdução ao sistema imune**. In: Roitt IM, Brostoff J, Male DK, editores. *Imunologia*. 3 ed. São Paulo: Manole; 1993.
- MARKS, H.L. Genotype by diet interactions in body and abdominal fat weight in broilers. **Poultry Science**, v.69, p. 879-886, 1999.
- MCCORKLE, F. M. Introduction to the symposium: Nonlymphoid cells and their factors in immune response. **Poultry Science**, v.77, p. 963, 1998.
- MENDONÇA, C.X.; JENSEN, L.S. Influence of valine level on performance of older broilers fed a low protein diet supplemented with amino acids. **Nutrition Reports International**, v, 40, p. 247-252, 1989.
- MONTASSIER, H.J. Enfermidades do sistema imune. In: BERCHIERI Jr, A; MACARI, M. **Doenças das Aves**. 1.ed, Campinas: FACTA, 2000. p.133-150.
- MORGULIS, M.S. *Imunologia Aplicada*. IN: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZÁLES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. 2.ed. São Paulo: FUNEP, 2002. p.231-245.
- PAPET, I.; LEZEBOT, N.; ARNAL, M.; et al. Influence of dietary leucine content on the activities of branched-chain amino acid aminotransferase and branched-chain keto acid dehydrogenase complex in tissues of preruminant lambs. **British Journal of Nutrition**, v.59, p.475-483, 1988.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.119-128.
- PENZ, A.M.; KRATZER, F.H.; ROGERS, Q.R. Effect of excess leucine on feather structure and feather composition in the chick. **Nutrition Reports International**, v. 29, p. 991-995, 1984.

PETER, J.B.; BARNARD, V.R.; EDGERTON, V.R. et al. Metabolic profiles of three fiber type on skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. **Biochemistry**, v. 11, p. 2627-33, 1972.

RIBEIRO, A.M.L.; KRATZ, L.R. **Mau empenamento: problema complexo, causas múltiplas.** Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais0204\\_bsa\\_ribeiro.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0204_bsa_ribeiro.pdf)> Acesso em: 12/12/2010.

ROBEL, E.J. A feather abnormality in chicks fed diets deficient in certain amino acids. **Poultry Science**, v. 56, p.1968–1971, 1977.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** 3ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.

ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1999. p. 65-83.

RUTZ, F. Metabolismo intermediário. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**, 2ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.p.175-186.

SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G. S.; et al. Nutraceutical effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. **Jounal Nutrition**, v.136, p. 529-532, 2006.

STOCKDALE, F.E. Miogenic cell lineages.**Developmental Biology**, v. 15, p .284-298, 1992.

TAVERNARI, F.C. **Atualização da proteína ideal para frangos de corte: valina e isoleucina.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 61p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2010.

THORNTON, S.A.; CORZO, A.; PHARR, G.T.; et al. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, v. 47, n.2, p. 190-199, 2006.

TUTTLE, W.L.; BALLOUN, S.L. Leucine, isoleucine and valine interactions in turkey poult. **Poultry Science**, v. 55, p. 1737-1743, 1976.

UBABEF. **Avicultura brasileira em 2010: Exportações e produção**. Disponível em [http://www.abef.com.br/noticias\\_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2389](http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=2389)  
Acessado em 09/04/2011.

VIEIRA, S.L.; LIMA, I.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. **Poultry Science**, v.4, n.6, p. 365-368, 2005.

## I - OBJETIVOS GERAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida com a finalidade de estudar o efeito da relação valina: lisina digestível em rações para frangos de corte em diferentes períodos de criação sobre características produtivas, empenamento, desenvolvimento muscular e imunidade celular.

### 2.1 ESPECÍFICOS:

Avaliar o efeito da relação valina: lisina digestível na ração para frangos de corte sobre os parâmetros zootécnicos, empenamento, diâmetro e perfil de fibra do músculo flexor longo do hálux, órgãos linfoides e imunidade celular na fase inicial (1 a 14 dias), crescimento (15 a 28 dias) e final de criação (29 a 42 dias).

### **III –Efeito da relação valina: lisina digestível na ração de frangos de corte no período de 1 a 14 dias de idade sobre desempenho, empenamento, rendimento de carcaça, diâmetro e perfil de fibras musculares**

RESUMO - Este estudo objetivou avaliar o efeito da relação valina: lisina digestível (val: lis dig) em rações para frangos de corte no período de um a 14 dias de idade sobre o desempenho, empenamento, rendimento de carcaça, diâmetro e perfil de fibras do músculo da coxa. Foram utilizados 1080 frangos de corte, linhagem Cobb 500 com um dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos, seis repetições e 30 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de diferentes relações de valina: lisina digestível (66, 71, 76, 81 e 86%) na ração no período de um a 14 dias de idade. No período de 15 a 42 dias de idade as aves receberam rações para atender as exigências nutricionais das aves para esta fase, porém foram mantidas as mesmas relações val: lis dig do período de um a 14 dias de idade. Aos 7, 14 e 42 dias, foi avaliado o desempenho, aos 14 e 28 dias, o empenamento, aos 14 e 42 dias de idade o diâmetro e perfil de fibra do músculo flexor longo do hálux e aos 42 dias de idade o rendimento de carcaça. A relação valina: lisina digestível na ração aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração e ganho de peso até sete dias de idade, sem influenciar o desempenho ( $P > 0,05$ ) aos no período de 1 a 14 e de 1 a 42 dias de idade, sendo recomendado para o período de 1 a 14 dias de idade, a relação valina: lisina digestível de 66%. De modo geral houve melhora no escore de empenamento ( $P < 0,05$ ) das aves com o aumento da relação valina: lisina digestível na dieta. A relação valina: lisina digestível promoveu aumento ( $P < 0,05$ ) no diâmetro da fibra do músculo flexor longo do hálux, justificando desta forma, o maior rendimento de perna ( $P < 0,05$ ).

**Palavras-chave:** aminoácido digestível, aminoácido de cadeia ramificada, músculo flexor longo do hálux

## Introdução

Os aminoácidos são nutrientes fundamentais para as aves, representando uma grande fração dos custos de formulação de rações e influenciando diretamente sobre as características de desempenho zootécnico. Com a impossibilidade de utilizar ingredientes de origem animal como fonte de aminoácidos, por causa das fortes pressões internacionais, o uso da soja e de seus subprodutos nas dietas foi aumentado. Contudo, ingredientes de origem vegetal apresentam pior balanço aminoacídico, se comparado às fontes animais (Vieira & Lima, 2005).

A proteína do milho possui elevado nível de leucina e baixo nível de valina e isoleucina. O alto conteúdo de leucina nas dietas parece aumentar as exigências para valina e isoleucina em frangos em crescimento e perus (Tuttle & Balloun, 1976). A valina e a isoleucina são similares na estrutura e estas junto com a leucina, pertencem ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's), nome recebido por sua estrutura molecular.

As linhagens de crescimento inicial rápido como a Cobb são amplamente utilizadas no mercado, entretanto falta literatura a respeito das exigências em valina para estas aves (Berres et al., 2011).

Considerando que "carne" corresponde à musculatura esquelética das aves, os estudos do crescimento das aves devem avaliar as mudanças nos músculos (Sams, 1999). A síntese de proteínas contráteis (actina e miosina) é fundamental para o desenvolvimento do tecido muscular esquelético e dentre os principais aminoácidos que compõe estas duas proteínas contráteis, estão os BCAA's e entre eles, a valina (Shimomura et al., 2006).

A musculatura esquelética é composta por fibras musculares vermelhas (Slow Oxidative), brancas (Fast Glycolytic) e intermediárias (Fast Oxidative Glycolytic). As fibras vermelhas têm metabolismo aeróbico e são resistentes à fadiga, enquanto as fibras brancas têm o metabolismo anaeróbico e são facilmente fatigáveis, com grande acúmulo de ácido lático. As fibras vermelhas, por estarem associadas a processo contínuo de produção e consumo de energia, têm elevada troca de metabólitos e oxigênio, tendo pequena área. Já as fibras brancas, com reduzida taxas de trocas metabólicas e de oxigênio, apresentam maior área e, portanto, maior processo de hipertrofia (Banks, 1992).

Estudos mostram que a valina tem a ação sobre os diferentes tipos de fibra muscular, enquanto a lisina demonstrou ter ação mais específica sobre as fibras brancas, presentes principalmente no peito dos frangos de corte (Leclercq, 1998).

Empresas produtoras de frangos de corte têm demonstrado preocupação com prejuízos causados por perdas na linha de abate, em razão das lacerações de carcaças. O aumento das lesões cutâneas pode ser atribuído ao mau empenamento das aves, fato cada vez mais frequente nos plantéis avícolas.

As penas são estruturas queratinizadas, formada por vários aminoácidos, entre eles os BCAA's, cuja função é recobrir o corpo das aves protegendo-as das intempéries e auxiliando na termorregulação corporal (Leeson & Summer, 1997).

Um desbalanceamento entre os BCAA's na dieta gera penas de formato côncavo anormal, que se dobram para fora do corpo da ave, neste caso o quadro geralmente está associado à redução de peso e pior conversão alimentar (Jaenisch et al., 2010).

Com base ao exposto, objetivou-se avaliar o efeito da relação valina: lisina digestível (val: lis dig) na ração de frangos de corte Cobb 500 no período de um a 14 dias

de idade sobre o desempenho, empenamento, rendimento de carcaça, diâmetro e composição de fibra do músculo flexor longo do hálux por todo período de criação.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Foram utilizados 1080 pintos de corte, machos, de um dia de idade da linhagem comercial Cobb 500, com peso médio de 43,30g, vacinados no 1º dia no incubatório contra a Doença de Marek.

As aves foram alojadas em um galpão convencional de 30x8 metros, dividido em boxes de 5,2 m<sup>2</sup> de área, com cobertura de telha de fibrocimento, piso de concreto e paredes laterais de alvenaria com 0,4m de altura, completadas com tela de arame até o telhado, com cortinas de ráfia móveis.

A cama utilizada sobre o piso foi de palha de arroz, primeiro lote. Durante os cinco primeiros dias foram utilizados comedouros tubulares infantis e bebedouro tipo copo de pressão, os quais foram substituídos gradativamente por comedouros tubulares adultos e bebedouros automáticos pendulares. A água e a ração foram fornecidas *ad libitum*.

Até aos 14 dias de idade foi realizado o aquecimento das aves através do sistema de círculo de proteção e campânulas elétricas, com lâmpadas infravermelhas dispostas no centro do círculo de proteção dentro de cada box.

O programa de iluminação foi contínuo na primeira semana de idade e o restante do período experimental com 23 horas de luz/dia.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, seis repetições e 36 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em cinco relações de valina: lisina digestível (val: lis dig), sendo elas: 66, 71, 76, 81 e 86%

no período de um a 14 dias de idade. As rações à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005) variando apenas as relações de val: lis dig. A composição percentual e calculada das rações experimentais do período de um a 14 dias de idade encontra-se na Tabela 1. Para o período de 15 a 42 dias de idade, foram mantidas as mesmas diferentes relações de valina: lisina digestível do período de um a 14 dias de idade, entretanto foram mudados os níveis dietéticos para atender as exigências nutricionais proposta por Rostagno et al. (2005) para aves de desempenho superior nas fases de crescimento e final.

Aos 7, 14 e 42 dias de idade, as aves e as sobras de rações foram pesadas para a avaliação do desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar). A mortalidade e as sobras de ração do box a qual pertenciam foram pesadas para corrigir o consumo de ração e a conversão alimentar em relação à mortalidade.

Aos 14 e 28 dias de idade foram realizadas as análises de empenamento de cinco aves por unidade experimental, apanhadas aleatoriamente. O empenamento foi avaliado por duas metodologias. A primeira metodologia seguindo os critérios adotados por Edens et al. (2001) consistiu em avaliar visualmente as aves, dando-lhes um escore de 0 a 5, de acordo com a densidade de empenamento e estágio de desenvolvimento das penas nas regiões: dorso (dorsopelvico), peito (pectoral + esternal), pernas (femural) e asa (umeral e cobertura marginal superior do propatágio). O escore variou de 0 a 5, sendo: 0: péssimo; 1: Ruim; 2: Razoável; 3: Bom; 4: Muito bom; 5: Excelente.

Na segunda metodologia utilizada, foi avaliado o desenvolvimento das penas segundo o proposto por Wylie et al., (2001). Para esta análise, a região dorsopélvica (dorso) foi dividida em duas partes, cranial e caudal. Na porção central da região caudal, foi medido aleatoriamente o comprimento de 15 penas por ave e a média utilizada para

análise estatística. Da mesma forma, foi medido o comprimento de cinco penas da porção proximal da região femoral (sobrecosta), das aves selecionadas.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais para frangos de corteno período de 1 a 14 dias de idade

| Ingredientes                   | Relação valina: lisina digestível |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                | 66                                | 71    | 76    | 81    | 86    |
| Milho                          | 55,80                             | 55,80 | 55,80 | 55,80 | 55,80 |
| Farelo soja, 45%               | 36,50                             | 36,50 | 36,50 | 36,50 | 36,50 |
| Óleo soja                      | 2,50                              | 2,50  | 2,50  | 2,50  | 2,50  |
| Calcário calcítico             | 0,96                              | 0,96  | 0,96  | 0,96  | 0,96  |
| Fosfato bicálcico              | 1,95                              | 1,95  | 1,95  | 1,95  | 1,95  |
| Bicarbonato de Na <sup>+</sup> | 0,34                              | 0,34  | 0,34  | 0,34  | 0,34  |
| Sal comum                      | 0,30                              | 0,30  | 0,30  | 0,30  | 0,30  |
| DL-Metionina 99%               | 0,39                              | 0,39  | 0,39  | 0,39  | 0,39  |
| L- Lisina 78,8%                | 0,41                              | 0,41  | 0,41  | 0,41  | 0,41  |
| L-Treonina                     | 0,18                              | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  |
| L-Triptofano                   | 0,00                              | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| L-Valina                       | 0,00                              | 0,07  | 0,14  | 0,20  | 0,27  |
| Caulim (inerte)                | 0,48                              | 0,41  | 0,34  | 0,27  | 0,20  |
| Supl. Vitamínico <sup>1</sup>  | 0,10                              | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Supl. Mineral <sup>2</sup>     | 0,05                              | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| BHT                            | 0,05                              | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| Total                          | 100,0                             | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Valores calculados             |                                   |       |       |       |       |
| Proteína bruta (%)             | 21,87                             | 21,87 | 21,87 | 21,87 | 21,87 |
| EM (kcal/kg)                   | 2.959                             | 2.959 | 2.959 | 2.959 | 2.959 |
| Met +cis dig (%)               | 0,970                             | 0,970 | 0,970 | 0,970 | 0,970 |
| Lis dig (%)                    | 1,360                             | 1,360 | 1,360 | 1,360 | 1,360 |
| Trip dig (%)                   | 0,240                             | 0,240 | 0,240 | 0,240 | 0,240 |
| Val dig (%)                    | 0,900                             | 0,968 | 1,036 | 1,104 | 1,173 |
| Ileudig (%)                    | 0,846                             | 0,846 | 0,846 | 0,846 | 0,846 |
| Leu dig (%)                    | 1,720                             | 1,720 | 1,720 | 1,720 | 1,720 |
| Treo dig (%)                   | 0,720                             | 0,720 | 0,720 | 0,720 | 0,720 |
| Arg dig (%)                    | 1,370                             | 1,370 | 1,370 | 1,370 | 1,370 |
| Cálcio (%)                     | 0,950                             | 0,950 | 0,950 | 0,950 | 0,950 |
| Fósf. Disp. (%)                | 0,470                             | 0,470 | 0,470 | 0,470 | 0,470 |
| Sódio (%)                      | 0,185                             | 0,185 | 0,185 | 0,185 | 0,185 |
| Cloro (%)                      | 0,046                             | 0,046 | 0,046 | 0,046 | 0,046 |
| Potássio (%)                   | 0,824                             | 0,824 | 0,824 | 0,824 | 0,824 |
| BE(mEq/kg) <sup>3</sup>        | 205,8                             | 205,8 | 205,8 | 205,8 | 205,8 |

Suplemento vitamínico (Conteúdo por kg de premix): Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 2.400 mg; Zinco 100.000 mg; Manganês 140.000 mg; Selênio 400 mg; Veículo q.s.p. 1.000 g. Vit. A 7.000.000 UI; Vit. D3 2.200.000 UI; Vit.E 11.000 mg; Vit. K3 1.600 mg; Vit. B1 2.000 mg; Vit. B2 5.000 mg; Vit. B12 12.000 mcg; Vit. B6 3.000 mg; Niacina 35.000 mg; Ácido Pantotênico 13.000 mg; Ácido Fólico 800 mg; Antioxidante 100.000 mg; Veículo q.s.p. 1.

<sup>2</sup>Suplemento mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 2.400 mg; Zinco 100.000 mg; Manganês 140.000 mg; Selênio 400 mg;; Coccidiostático 125g; Promotor de Crescimento 87.500mg

<sup>3</sup>Balanço Eletrolítico:  $[(\%Na \times 10000)/22,990 + (\%K \times 10000)/39,102 - (\%Cl \times 10000)/35,453]$

Aos 14 e 42 dias de idade, uma ave por unidade experimental foi sacrificada por deslocamento cervical. Após o sacrifício, o músculo flexor longo do hálux da coxa esquerda foi extraído, aparado e reduzido a fragmentos de aproximadamente 1 cm x 1,25 cm. As amostras foram identificadas, congeladas e armazenadas em nitrogênio líquido. Depois as amostras foram transferidas e estocadas em um freezer de -80°C por 72 horas antes do processamento.

As amostras foram transferidas com antecedência de 1 hora para a câmara do micrótomo criostato TISSUE TEK II com temperatura de -23°C. Para realização dos cortes, cada amostra foi afixada em suporte metálico, com adesivo especial “Tissue Tek OCT” (Optimal Crystal Temperature). Foram realizados cinco cortes, com 8 micrômetros de espessura, orientados no sentido transversal da fibra, capturados com lâmina de vidro para histologia (Pullen, 1977) e armazenados em freezer a -18°C.

Para a mensuração do diâmetro da fibra muscular do músculo flexor longo do hálux (Figura 1-A) aos 14 e 42 dias de idade, as lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina (HE) e analisados em microscópio de luz acoplado a uma câmera digital. As imagens obtidas foram analisadas através do programa Motic Imagens. Foram capturadas 10 imagens do tecido muscular, por ave avaliada, com ampliação final equivalente a objetiva 10X. Foram mensuradas todas as fibras das 10 imagens, utilizando-se para isto o método de mensuração do menor diâmetro da fibra, conforme Dubowitz & Brooke (1973).

Para avaliar a frequência do tipo de fibra muscular (Figura 1-B) do músculo flexor longo do hálux aos 42 dias de idade, as lâminas foram submetidas à técnica histoenzimológica Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrazólio Redutase (NADHTR), para avaliação do metabolismo oxidativo-glicolítico (Pearse, 1968). As fibras foram classificadas em SO (*slow twitch oxidative*), FOG (*fast twitch oxidativeglycolytic*) e FG (*fast twitch glycolytic*), segundo Peter et al. (1972). Para cálculo da frequência dos tipos de

fibras, foram capturadas imagens de dez campos microscópicos de cada amostra, com ampliação final equivalente a objetiva 40X, utilizando-se o programa analisador de imagem Motic.

Para o rendimento de carcaça e seus respectivos cortes, aos 42 dias de idade, duas aves por unidade experimental, apanhadas ao acaso e identificadas por anilhas, foram submetidas ao jejum alimentar por 6 horas e abatidas por deslocamento cervical.

Para o cálculo do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo das aves que foram pesadas individualmente antes do abate. Para o rendimento dos cortes nobres, foi considerado o rendimento do peito inteiro com pele e ossos e pernas (coxa e sobrecoxa com ossos e pele), que foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

A gordura abdominal, presente ao redor da cloaca, da bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes, foi retirada conforme descrito por Smith (1993). Em seguida, foi pesada e também calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Os dados de desempenho, diâmetro e frequência de fibra muscular e rendimento de carcaça e comprimento das penas foram submetidos às análises de variância e regressão polinomial 5% de significância utilizando o programa estatístico SAEG(2007). Para os dados de escore de empenamento considerou-se a distribuição GAMA com função de ligação inversa para as variáveis analisadas utilizando o Proc. GENMOD do sistema computacional SAS (versão 9.12).

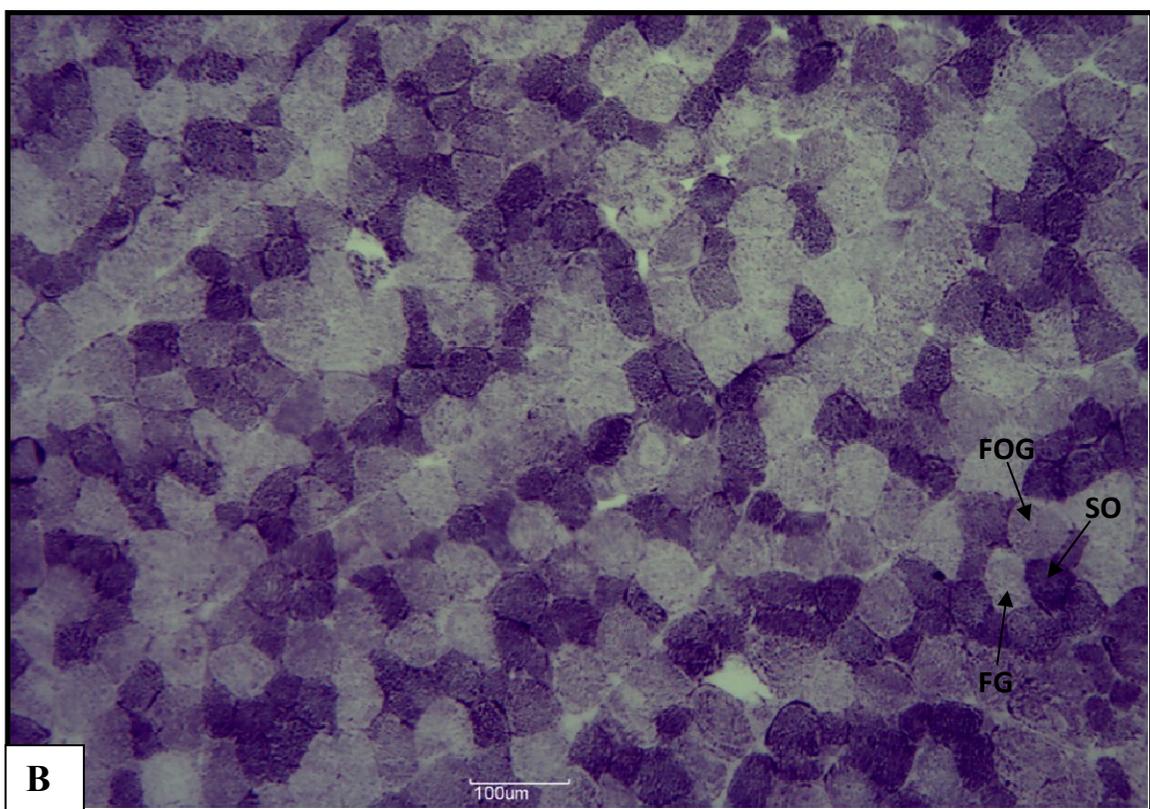
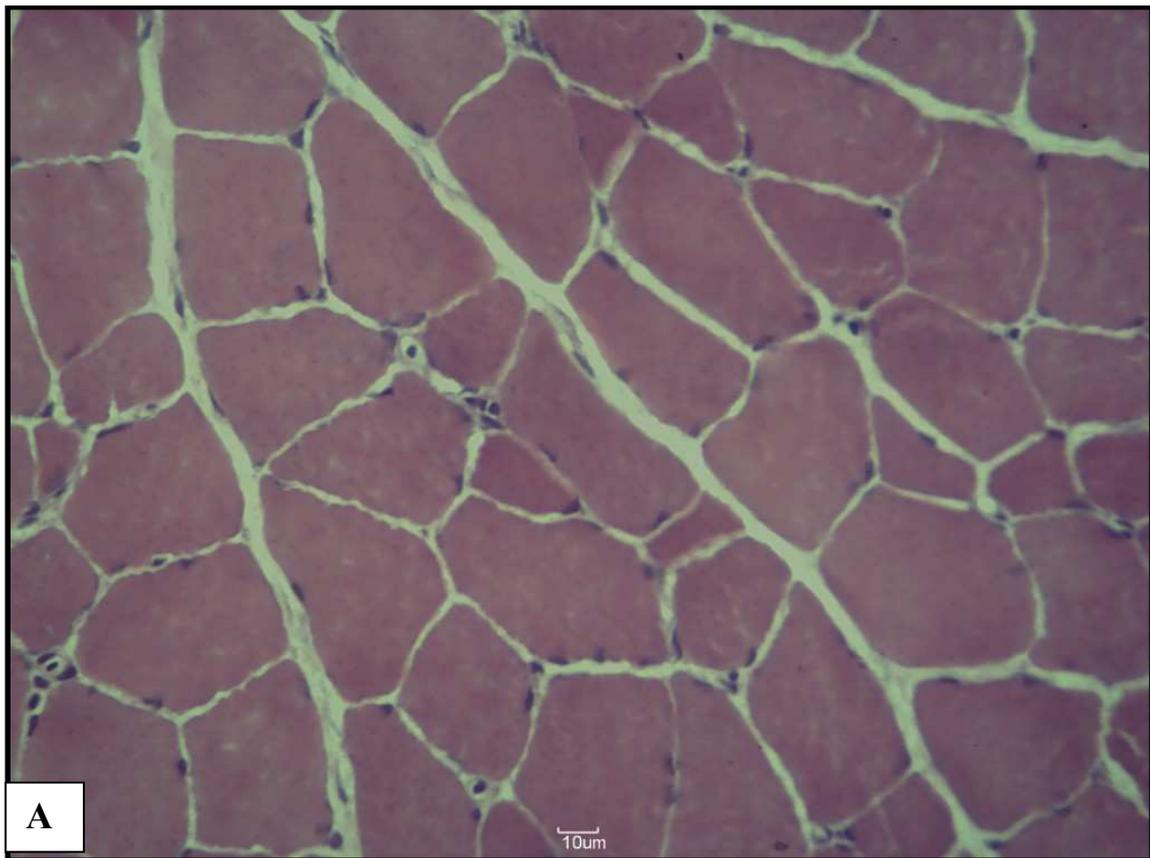


Figura 1 – Fotomicrografia de cortes histológicos transversal do músculo flexor longo do hálux aos 42 dias de idade. Em **A**, representa o corte histológico corado com HE para avaliação do diâmetro de fibra muscular; e em **B** submetidas à técnica histoenzimologica NADHTR para avaliação do metabolismo oxidativo-glicolítico. SO: Fibra slow twitch oxidative; FOG: Fibra fast twitch oxidativeglycolytic FG Fibra fast twitch glycolytic.

## Resultados e Discussão

Os dados de desempenho do período de 1-7, 1-14 e de 1-42 dias de idade estão apresentados na Tabela 2.

As diferentes relações de val: lis dig na dieta provocaram aumento linear ( $P < 0,05$ ) no ganho de peso e consumo de ração no período de um a 7 dias, sem influenciar ( $P > 0,05$ ) a conversão alimentar. No período de um a 14 dias de idade o desempenho não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pela relação val: lis dig na ração de um a 14 dias de idade, sendo indicado, portanto para esta fase a relação de 66% val: lis dig e nível de 0,9% Val dig.

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte aos 7, 14 e 42 dias de idade em função da relação val: lis dig da dieta

| Rel val: lis dig (%) | Ganho de peso (g)   | Consumo ração (g)   | Conversão alimentar |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1 a 7 dias           |                     |                     |                     |
| 66                   | 120,70              | 140,35              | 1,164               |
| 71                   | 119,48              | 138,19              | 1,160               |
| 76                   | 133,60              | 149,57              | 1,120               |
| 81                   | 126,38              | 147,53              | 1,169               |
| 86                   | 130,16              | 146,04              | 1,122               |
| CV (%)               | 4,26                | 3,16                | 4,81                |
| Regressão            | Linear <sup>1</sup> | Linear <sup>2</sup> | ns*                 |
| 1 a 14 dias          |                     |                     |                     |
| 66                   | 341,97              | 457,66              | 1,339               |
| 71                   | 331,60              | 445,08              | 1,345               |
| 76                   | 339,67              | 451,01              | 1,329               |
| 81                   | 350,11              | 467,26              | 1,335               |
| 86                   | 327,93              | 447,63              | 1,365               |
| CV (%)               | 5,20                | 3,46                | 3,61                |
| Regressão            | ns                  | ns                  | ns                  |
| 1 a 42 dias          |                     |                     |                     |
| 66                   | 2473,12             | 4402,02             | 1,781               |
| 71                   | 2466,97             | 4299,94             | 1,742               |
| 76                   | 2502,66             | 4420,72             | 1,766               |

|           |         |         |       |
|-----------|---------|---------|-------|
| 81        | 2561,82 | 4430,32 | 1,730 |
| 86        | 2455,85 | 4331,02 | 1,764 |
| CV (%)    | 2,88    | 2,94    | 1,66  |
| Regressão | ns      | ns      | ns    |

\*Não significativo ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup>  $Y = 87,5014 + 0,506009X$ ;  $R^2 = 0,45$

<sup>2</sup>  $Y = 112,501 + 0,419549X$ ;  $R^2 = 0,47$

Esses dados diferem dos encontrados por Campos et al. (2009) que ao avaliar o efeito da relação val: lis dig sobre frangos da linhagem Cobb 500, encontraram como melhor relação val: lis dig de 78 % para o período de sete a 21 dias. Aves da linhagem Cobb 500, macho, alimentadas com diferentes relações de val: lis dig na dieta, apresentaram melhor desempenho para o período de oito a 21 dias de idade com relação de 76% (Tavernari, 2010).

Estas aves foram criadas até 42 dias de idade mantendo as mesmas relações de val: lis dig do período de um a 14 dias de idade. Quando considerado o período total de criação, no período de um a 42 dias de idade não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) da relação val: lis dig na ração de frangos de corte sobre o desempenho das aves.

Os BCAA's possuem funções fisiológicas semelhantes, dentre elas foram encontrados a regulação da tradução e início da síntese de proteína em vários tecidos (Shimomura et al., 2006). Com base nos dados de desempenho, neste experimento, é recomendado para o período de um a 42 dias de idade a relação de BCAA's de 49,62: 24,41: 25,97 para Leu: Ileu: Val, respectivamente.

As relações de val: lis dig propostas por Rostagno et al., (2011) para aves de desempenho superior são de 77% para a fase de um a 21 dias. Nas recomendações de Rostagno et al., (2011) para relação de BCAA's, pouca variação tem nas diferentes fases de criação, sendo recomendada em média a relação BCAA's de 42,6: 26,7: 30,7% para Leu: Ileu: Val, respectivamente. As relações de val: lis dig e de BCAA's para frangos de

corte de desempenho superior proposta por Rostagno et al., (2011), difere com as encontradas neste experimento com base nos dados de desempenho das aves. Quando comparada as relações de BCAA's deste experimento com a proposta por Rostagno et al., (2011), observa-se que houve um excesso de leucina e um déficit de isoleucina na dieta.

Segundo Corzo et al. (2009), apesar da valina ser limitante antes que a isoleucina, em uma dieta à base de milho e farelo de soja, quando a deficiência de isoleucina começa a prevalecer, um adicional de valina na dieta parece ser inútil ao desempenho das aves. Já Harper et al. (1984) ao trabalharem com excesso de leucina em ratos, observaram depressão do crescimento, entretanto ao suplementar valina e isoleucina na dieta, conseguiu minimizar a depressão do crescimento.

Quando se trabalhou com diferentes relações de val: lis dig no período de um a 7 dias de idade, mesmo com um nível de isoleucina abaixo e nível de leucina acima das exigências proposta por Rostagno et al. (2011), houve efeito de relação val: lis dig sobre o desempenho das aves. Segundo Allen & Baker (1972) o excesso valina não afeta a utilização de leucina e isoleucina, entretanto o excesso de leucina pode reduzir a utilização dietética de valina e isoleucina e o excesso de isoleucina também reduz a utilização de valina e leucina. Possivelmente um adicional de valina da dieta tenha minimizado o efeito antagônico da leucina sobre a valina, promovendo melhor desempenho das aves até aos 7 dias de idade.

Os dados de comprimento de penas e escore de empenamento estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da relação val: lis dig na dieta no período de 1 a 14 dias sobre o empenamento das aves. As aves que receberam maiores relações de val: lis dig apresentaram maior comprimento das penas na região dorsal e maior escore de empenamento na região do peito e coxa aos 14 dias de idade e maior escore de

empenamento na região da sobrecoxa aos 28 dias de idade. Entretanto o comprimento das penas não foi afetado pela relação val: lis dig na ração do período de um a 14 dias de idade.

Os primeiros 21 dias de vida são muito importantes para o desenvolvimento do foliculo da pena e empenamento e a quantidade e qualidade da dieta inicial afeta o número de carcaça riscada no abatedouro (Bilgili & Horton, 1995) provavelmente por interferir, entre outros, no empenamento das aves.

Tabela 3. Comprimento de penas (mm) na sobrecoxa e dorso de frangos de corte aos 14 e 28 dias de idade em função da relação val: lis dig na ração

| Rel val: lis dig (%) | Sobrecoxa | Dorso               |
|----------------------|-----------|---------------------|
|                      | 14 dias   |                     |
| 66                   | 17,9      | 6,5                 |
| 71                   | 18,5      | 8,5                 |
| 76                   | 18,3      | 8,5                 |
| 81                   | 18,9      | 8,6                 |
| 86                   | 19,0      | 9,2                 |
| CV (%)               | 7,43      | 24,52               |
| Regressão            | ns*       | Linear <sup>1</sup> |
|                      | 28 dias   |                     |
| 66                   | 47,3      | 34,6                |
| 71                   | 47,7      | 35,4                |
| 76                   | 45,6      | 34,7                |
| 81                   | 44,2      | 33,2                |
| 86                   | 44,3      | 33,6                |
| CV (%)               | 8,47      | 9,67                |
| Regressão            | ns        | Ns                  |

\*Não significativo (P<0,05)

<sup>1</sup> Y= - 0,204304+0,1112X; R<sup>2</sup>= 0,82

Neste experimento possivelmente um adicional de valina na dieta tenha minimizado os efeitos do excesso de leucina promovendo um melhor empenamento nas aves.

Entretanto mais estudos devem ser realizados para entender o efeito da valina sobre o empenamento das aves nas diferentes fases de criação.

Tabela 4. Escore<sup>1</sup> de empenamento em diferentes partes do corpo de frangos de corte de aos 14 e 28 dias de idade em função da relação val: lis dig da dieta

| Rel val: lis dig (%) | Dorso | Asa   | Sobrecoxa           | Peito               |
|----------------------|-------|-------|---------------------|---------------------|
| 14 dias              |       |       |                     |                     |
| 66                   | 2,53  | 2,40  | 2,60                | 2,93                |
| 71                   | 2,77  | 2,47  | 2,80                | 3,10                |
| 76                   | 2,36  | 2,20  | 2,32                | 2,90                |
| 81                   | 2,67  | 2,53  | 3,33                | 3,57                |
| 86                   | 3,07  | 3,00  | 3,17                | 3,67                |
| CV (%)               | 21,55 | 23,30 | 17,54               | 13,73               |
| Regressão            | ns*   | ns    | Linear <sup>2</sup> | Linear <sup>3</sup> |
| 28 dias              |       |       |                     |                     |
| 66                   | 3,97  | 3,77  | 3,63                | 3,97                |
| 71                   | 3,73  | 3,67  | 3,43                | 3,93                |
| 76                   | 3,68  | 3,78  | 3,56                | 4,00                |
| 81                   | 3,73  | 3,70  | 3,83                | 3,70                |
| 86                   | 4,00  | 4,13  | 3,97                | 4,20                |
| CV                   | 9,22  | 9,47  | 12,23               | 5,98                |
| Regressão            | ns.   | ns*   | linear <sup>4</sup> | ns                  |

<sup>1</sup>O escore variou de 1 a 5, sendo: 1: Ruim; 2: Razoável; 3: Bom; 4: Muito bom; 5: Excelente

\*Não significativo (P<0,05)

<sup>2</sup> Y= 0,328736+0,03333X; R<sup>2</sup>= 0,15

<sup>3</sup> Y= 0,306161+0,03866X; R<sup>2</sup>= 0,18

<sup>4</sup>Y= 2,06832+0,021333X; R<sup>2</sup>= 0,23

Os dados de diâmetro de fibra muscular aos 14 e 42 dias de idade deste experimento estão apresentados na Tabela 5 e Figura 2.

Para a fibra muscular, a relação val: lis dig causou aumento (P<0,05) no diâmetro da fibra muscular da coxa aos 14 dias de idade, sendo o maior diâmetro encontrado com a relação de 74,85val: lis dig, nível de 1,021% val dig e uma relação entre os aminoácidos de

cadeia ramificada (BCAA's) de 47,9: 23,57: 28,44 de Leucina (Leu), Isoleucina (Ileu) e Valina (Val), respectivamente.

Quando estas aves foram criadas até aos 42 dias de idade, a relação val: lis dig promoveu aos 42 dias de idade aumento no diâmetro da fibra do músculo flexor longo do hálux até a relação 74,77% ( $Y = -533,759 + 15,788X - 0,105586X^2$ ;  $R^2 = 0,95$ ).

Tabela 5. Diâmetro de fibra muscular do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 14 e 42 dias de idade em função da relação val: lis dig na ração

| Val: lis dig (%) | Diâmetro do músculo flexor longo do hálux ( $\mu\text{m}$ ) |         |
|------------------|---|---------|
|                  | 14 dias   | 42 dias |
| 66               | 26,17   | 42,16   |
| 71               | 24,64   | 34,73   |
| 76               | 29,04   | 43,47   |
| 81               | 28,21   | 45,99   |
| 86               | 22,90   | 47,20   |
| CV (%)           | 11,67   | 8,86    |
| Regressão        | Quadrática  | Linear  |

( $P < 0,05$ )

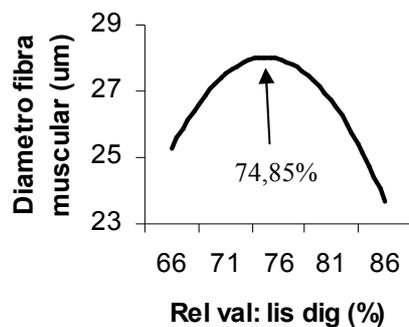


Figura 2. Diâmetro de fibra muscular aos 14 dias de idade em função da relação de val: lis dig na dieta;  $Y = -169,056 + 5,26561X - 0,0351735X^2$ ;  $R^2 = 0,54$

Neste experimento, mantendo até aos 42 dias de idade as diferentes relações de val: lis dig na dieta, as aves não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) no rendimento de carcaça,

cortes e gordura abdominal, exceto para o rendimento de perna ( $Y = 21,702 + 0,1199X$ ;  $R^2 = 0,70$ ), que foi maior ( $P < 0,05$ ) com o aumento da relação.

A frequência de fibra do músculo flexor longo do hálux aos 42 dias de idade, não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pela relação val: lis dig da ração.

Tabela 6. Frequência de fibra muscular do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 42 dias de idade em função da relação val: lis digna dieta

| Rel Val:    | Frequência de fibra do músculo flexor longo do hálux ( $\mu\text{m}$ ) |       |        |
|-------------|--|-------|--------|
| Lis dig (%) | SO (%)   | FOG   | FG (%) |
| 66          | 31,05  | 24,97 | 43,98  |
| 71          | 28,55  | 22,46 | 48,98  |
| 76          | 31,59  | 20,12 | 48,29  |
| 81          | 31,01  | 22,82 | 46,16  |
| 86          | 25,89  | 26,98 | 47,13  |
| CV          | 13,78  | 24,13 | 13,77  |
| Regressão   | ns*  | ns    | ns     |

\*Não significativo ( $P < 0,05$ )

Tabela 7. Rendimento de carcaça, cortes e deposição de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade em função da relação val: lis digna ração

| Val:lis dig | %Carcaça | %Peito | %Perna              | %Gord. Abd. |
|-------------|----------|--------|---------------------|-------------|
| 66          | 74,88    | 34,73  | 29,59               | 2,88        |
| 71          | 74,88    | 35,74  | 30,84               | 2,92        |
| 76          | 74,90    | 34,62  | 30,14               | 2,87        |
| 81          | 74,97    | 36,15  | 30,77               | 2,86        |
| 86          | 74,86    | 35,05  | 32,62               | 2,70        |
| CV          | 0,79     | 4,05   | 7,81                | 14,66       |
| Regressão   | ns*      | ns     | linear <sup>1</sup> | ns          |

\*Não significativo ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup>  $Y = 21,702 + 0,1199X$ ;  $R^2 = 0,70$

O músculo do peito do frango é constituído basicamente de fibras brancas (FG) enquanto os músculos da coxa são constituídos de fibras vermelhas (SO), intermediárias

(FOG) e brancas (FG). Neste experimento a valina atuou sobre o diâmetro das fibras musculares da coxa, justificando desta forma o maior rendimento de perna.

### Conclusão

A relação valina: lisina digestível na ração aumentou linearmente o consumo de ração e ganho de peso até sete dias de idade, sem influenciar o desempenho das aves aos 14 dias de idade e no período total de criação, sendo recomendado para o período de um a 14 dias de idade, a relação valina: lisina digestível de 66%. De modo geral houve melhora no escore de empenamento das aves com o aumento da relação valina: lisina digestível na dieta. A relação valina: lisina digestível promoveu aumento no diâmetro da fibra do músculo flexor longo do hálux, justificando desta forma, o maior rendimento de perna.

### Literatura Citada

- ALLEN, N.K.; BAKER, D.H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. **Poultry Science**, v.5, p. 1292–1298, 1972.
- BANKS, W.J. **Applied Veterinary Histology**. 3.ed., Mosby, 1993. 512p.
- BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; FAVERO, A.; et al. Digestible valine requirements in high protein diets for broilers from twenty-one to forty-two days of age. **Animal Feed Science and Technology**, v. 165, p. 120-124, 2011.
- BILGILI, S.F.; HORTON, A.B. Influence of production factors on broiler carcass quality and grade. In: XII European Symposium on the Quality of Poultry **Anais...Meat**, Zaragoza, Spain, 1995. p. 13–20.
- CAMPOS, A.M.A.; NOGUEIRA, E.T.; ALBINO, L.F.T.; et al. Digestible valine: lysine ratios for broilers during the starter and finisher periods. In: ANUAL MEETING POULTRY SCIENCE, 2009, Carolina do Norte. **Anais...Carolina do Norte: Poultry Science**, 2009.
- CORZO, A.; LOAR II, R.E. KIDD, M.T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, v. 88, p. 1934–1938, 2009.
- DUBOWITZ, V.; & BROOKE, M.H. **Muscle biopsy: a modern approach**. London: Saunders, 1973.

- EDENS, F.; PARKHURST, C.R.; HAVENSTEIN, G.B. Housing and selenium influences on feathering in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Mississippi, v.10, p.128-134, 2001.
- HARPER, A.E.; MILLER, R.H.; & BLOCK, K.P. Branched-chain amino acid metabolism. **Annual Review of Nutrition**, v. 4, p. 409–454, 1984.
- JAENISCH, F.R.F.; BARBI, J.H.; RIBEIRO, A.M. **Mau empenamento em frangos de corte, uma nova síndrome?** Disponível em: <[http://cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod\\_artigo=147](http://cnpsa.embrapa.br/down.php?tipo=artigos&cod_artigo=147)> Acesso em: 25/11/2010.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p. 118-123, 1998.
- LEESON, S. & SUMMERS, J.D. **Commercial Poultry Nutrition**. 2. ed., University Books, Guelph. Ontario, Canada, 1997. 350p.
- PETER, J.B.; BARNARD, R.J.; EDGERTON, V.R. et al. Metabolic profiles of three fiber types of skeletal muscle in Guinea pig and rabbits. **Biochemistry**, v.11, p.2627- 2633, 1972.
- PULLEN, A.H. The distribution and relative size of fiber type in the extensor digitorum longus and soleus muscles of the adult rat. **Journal of Anatomy**, v. 123, p. 467-86, 1977.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SAEG – Universidade Federal de Viçosa – **Sistema para Análise Estatística e Genéticas: versão 8.0** Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1998.
- SAMS, A.R. Meat quality during processing. **Poultry Science**, v.78, p.798-803, 1999.
- SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G. S.; et al. Nutraceutical effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. **Journal Nutrition**, v.136, p. 529-532, 2006.
- SMITH, M.O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, v.72, p. 1146-1150, 1993.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS.SAS® user guide:statistics. 5.ed. Cary: SAS Institute, 1985. 956p.

- TAVERNARI, F.C. **Atualização da proteína ideal para frangos de corte: valina e isoleucina.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 61p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- TUTTLE, W.L. & BALLOUN, S.L. Leucine, isoleucine and valine interactions in turkey poults. **Poultry Science**, v. 55, p. 1737-1743. 1976.
- VIEIRA, S.L.& LIMA, I.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. **Poultry Science**, v.4, n.6, p. 365-368, 2005.
- WYLIE, L.M.; ROBERTSON, G.W.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature and restricted feeding on growth of feathers in growing turkeys. **British Poultry Science**, v.42, p.449-455, 2001.

**Efeito da relação valina: lisina digestível na ração de frangos de corte no período de 15 a 28 dias de idade sobre o desempenho, empenamento, rendimento de carcaça e cortes e frequência de fibra do músculo flexor longo do hálux**

RESUMO: Este estudo avaliou o efeito da relação valina: lisina digestível (val:lis dig) em rações para frangos de corte no período de 15 a 28 dias de idade e seu efeito sobre o desempenho, empenamento, rendimento de carcaça, diâmetro e perfil de fibras do músculo da coxa aos 42 dias de idade. Foram utilizados 1020 pintos de corte, macho, linhagem Cobb, com 15 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos (66, 71, 76, 81 e 86%val: lis dig), seis repetições e 36 aves por unidade experimental no período de 15 a 28 dias de idade. No período de 29 a 42 dias de idade, todas as aves receberam uma mesma ração para atender as exigências nutricionais. Aos 28 dias de idade foram avaliados o desempenho do período de 15 a 28 dias, o empenamento, aos 42 dias de idade foram avaliados o rendimento de carcaça, diâmetro e o perfil de fibras do músculo flexor longo do hálux. A relação val: lis dig na ração no período de 15 a 28 dias de idade reduziu linearmente ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração para aves nesta fase, sem influenciar ( $P > 0,05$ ) o ganho de peso e conversão alimentar. Possivelmente neste experimento, a valina tenha atuado no desenvolvimento das fibras brancas, promovendo um aumento ( $P < 0,05$ ) no rendimento de peito aos 42 dias de idade até a relação valina: lisina digestível de 78% em detrimento ao rendimento de perna ( $P < 0,05$ ). Nenhum efeito foi observado sobre o empenamento das aves.

**Palavras-chave:** aminoácido de cadeia ramificada, aminoácido digestível, fibra muscular

## Introdução

A competitividade da cadeia avícola é crescente e faz com que as empresas busquem cada vez mais por melhores resultados de produção e qualidade com menores custos.

Os alimentos proteicos têm grande participação no custo da ração e com as exigências da União Europeia, de proibir o uso de produtos de origem animal na alimentação dos frangos, a indústria ficou dependente das fontes proteicas de origem vegetal. Contudo, ingredientes de origem vegetal apresentam pior balanço aminoacídico, se comparado às fontes proteicas de origem animal (Vieira & Lima, 2005).

Com o uso dos aminoácidos sintéticos é possível formular dietas com o emprego da proteína ideal, reduzindo a excreção de nitrogênio além de permitir que rações de menor custo sejam produzidas, sem comprometer o desempenho dos frangos de corte (Rostagno et al., 1999).

Nas dietas em que a proteína bruta é reduzida, a suplementação de valina se faz necessária de modo a fornecer uma dieta quando as necessidades dos frangos de corte se encontram próximas às exigidas, sendo que um mínimo desse aminoácido é requerido para o crescimento, conversão alimentar e melhoras na carcaça (Corzo et al., 2008).

A valina e a isoleucina são similares na estrutura e juntamente com a leucina, pertencem ao grupo dos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's). Também possuem funções fisiológicas semelhantes, dentre elas encontram-se a regulação da tradução e o início da síntese de proteína em vários tecidos (Shimomura et al., 2006).

Os BCAA's são essencialmente anabólicos, ou seja, tem um importante papel na síntese de proteína, minimizando a quebra das mesmas, ajudando no ganho de massa muscular (Shimomura et al., 2006).

O músculo esquelético das aves é similar ao dos mamíferos, contendo os mesmos tipos de proteínas contráteis (miosina e actina). Os principais aminoácidos componentes

destas duas proteínas são os BCAA's que representam aproximadamente 35% dos aminoácidos essenciais contidos nas mioproteínas (Shimomura et al., 2006). A suplementação dos BCAA's tem demonstrado aumentar a matéria-prima nos tecidos musculares, contribuindo assim para a formação do músculo (Shimomura et al., 2006), conseqüentemente, um melhor rendimento de carcaça e de cortes nobres.

O melhoramento genético do frango de corte para maior massa muscular e rapidez de crescimento, reduziu a capacidade oxidativa da musculatura dos frangos de corte, resultando em músculos mais anaeróbios (Soike & Bergmann, 1997) com menor resistência a fadiga muscular cujas características são das fibras brancas (Fast Glycolytic) e conseqüentemente, comprometendo a qualidade da carne. Além da genética outros fatores como a nutrição e a temperatura ambiente têm efeito sobre a composição dos tipos de fibras na musculatura esquelética das aves (Dauncey & Gilmour, 1996).

Leclercq (1998) realizou um estudo comparando a ação da lisina com a treonina e a valina e verificou que a valina tem a ação sobre os diferentes tipos de fibra muscular, brancas e vermelhas, enquanto a lisina demonstrou ter ação mais específica sobre as fibras brancas, presentes principalmente no peito dos frangos de corte.

Um desbalanceamento entre BCAA's na dieta pode afetar não só o desempenho e desenvolvimento muscular das aves, mas também gerar penas de formato côncavo anormal, que se dobram para fora do corpo da ave. Neste caso, tem-se a descaracterização da estrutura das bárbulas e barbículas (Ribeiro et al., 2010). Níveis extremamente altos de leucina também podem comprometer o desenvolvimento das penas quando o nível de valina na dieta é baixo (Penz et al., 1984).

As penas são estruturas queratinizadas, ricas em BCAA's cuja função é recobrir o corpo das aves protegendo-as das intempéries e auxiliando na termorregulação corporal (Leeson & Summer, 1997). Um desenvolvimento inadequado das penas pode gerar perdas

econômicas na comercialização das aves vivas, com aumento dos custos de produção de frango abatido pelo aumento do número de carcaças condenadas.

Com base nestas informações, objetivou-se avaliar o efeito da relação valina: lisina digestível na ração de frangos no período de 15 a 28 dias de idade sobre desempenho, empenamento, diâmetro e a frequência das fibras do músculo flexor longo do hálux e rendimento de carcaça.

### **Material e Métodos**

Um experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Foram utilizados 1020 pintos de corte, machos, com 15 dias de idade da linhagem comercial Cobb 500, com peso médio de 456,02g vacinados no 1º dia no incubatório contra a Doença de Marek.

As aves foram alojadas em um galpão convencional de 30x8m, com cobertura de telha de fibrocimento, piso de concreto e paredes laterais de alvenaria com 0,4m de altura, completadas com tela de arame até o telhado, com cortinas de ráfia móveis. O galpão foi dividido em boxes de 5,2 m<sup>2</sup> de área,

Foi utilizada sobre o piso a cama de palha de arroz, primeiro lote. A água e a ração foram fornecidas *ad libitum*. O programa de iluminação durante todo o período experimental foi com 23 horas de luz/dia.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, seis repetições e 34 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiam em cinco relações de valina: lisina digestível (val: lis dig), sendo elas: 66, 71, 76, 81 e 86% no período de 15 a 28 dias de idade. As rações à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005) variando apenas as relações de val: lis dig no período experimental. No período de um a 14 dias e de 29 a 42 dias de idade,

todas as aves receberam uma mesma ração para atender as exigências nutricionais para aves de desempenho superior, segundo as recomendações proposta por Rostagno et al. (2005).

A composição percentual e calculada das rações experimentais encontra-se na Tabela 1.

Aos 28 dias de idade, as aves e as sobras de rações foram pesadas para a avaliação do desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar). A mortalidade e as sobras de ração do box a qual pertenciam foram pesadas para corrigir o consumo de ração e a conversão alimentar em relação à mortalidade.

Aos 28 dias de idade foram realizadas as análises de empenamento de cinco aves por unidade experimental, apanhadas aleatoriamente. O empenamento foi avaliado por duas metodologias. A primeira metodologia utilizada é a adotada por Edens et al. (2001) que consistiu em avaliar visualmente as aves, dando-lhes um escore de 0 a 5, de acordo com a densidade de empenamento e estágio de desenvolvimento das penas nas regiões: dorso (dorsopelvico), peito (pectoral + esternal), pernas (femural) e asa (umeral e cobertura marginal superior do propatágio). O escore variou de 1 a 5, sendo: 1: Ruim; 2: Razoável; 3: Bom; 4: Muito bom; 5: Excelente.

A segunda metodologia proposta por Wylie et al. (2011), avaliou o desenvolvimento das penas. Para esta análise, a região dorsopélvica (dorso) foi dividida em duas partes, cranial e caudal. Na porção central da região caudal, foi medido aleatoriamente o comprimento de 15 penas por ave e a média utilizada para análise estatística. Da mesma forma, foi medido o comprimento de cinco penas da porção proximal da região femoral (sobrecoxa), das aves selecionadas.

Aos 28 dias de idade, uma ave por unidade experimental foi sacrificada por deslocamento cervical. Após o sacrifício, o músculo flexor longo do háluxda coxa esquerda foi extraído, aparado e reduzido a fragmentos de aproximadamente 1 cm

x1m2,5cm. As amostras foram identificadas, congeladas e armazenadas em nitrogênio líquido. Depois as amostras foram transferidas e estocadas em um freezer de -80°C por 72 horas antes do processamento.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais para frangos de corte no período de 15 a 28 dias de idade

| Ingredientes:                  | 66    | 71    | 76    | 81    | 86    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Milho                          | 64,62 | 64,62 | 64,62 | 64,62 | 64,62 |
| Farelo soja, 45%               | 27,40 | 27,40 | 27,40 | 27,40 | 27,40 |
| Óleo soja                      | 2,98  | 2,98  | 2,98  | 2,98  | 2,98  |
| Calcário calcítico             | 0,89  | 0,89  | 0,89  | 0,89  | 0,89  |
| Fosfato bicálcico              | 1,81  | 1,81  | 1,81  | 1,81  | 1,81  |
| Bicarbonato de Na <sup>+</sup> | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| Sal comum                      | 0,23  | 0,23  | 0,23  | 0,23  | 0,23  |
| DL-Metionina 99%               | 0,31  | 0,31  | 0,31  | 0,31  | 0,31  |
| L- Lisina 78,8%                | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| L-Treonina                     | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15  |
| L-Triptofano                   | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| L-Valina                       | 0,00  | 0,07  | 0,12  | 0,18  | 0,24  |
| Caulim (inerte)                | 0,60  | 0,54  | 0,48  | 0,42  | 0,37  |
| Supl. Vitamínico <sup>1</sup>  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Supl. Mineral <sup>2</sup>     | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| BHT                            | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| Total                          | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Valores calculados             |       |       |       |       |       |
| Proteína bruta (%)             | 18,41 | 18,41 | 18,41 | 18,41 | 18,41 |
| EM (kcal/kg)                   | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 3.100 | 3.100 |
| Met +cis dig (%)               | 0,520 | 0,520 | 0,520 | 0,520 | 0,520 |
| Lis dig (%)                    | 1,156 | 1,156 | 1,156 | 1,156 | 1,156 |
| Trip dig (%)                   | 0,199 | 0,199 | 0,199 | 0,199 | 0,199 |
| Val dig (%)                    | 0,755 | 0,809 | 0,867 | 0,924 | 0,980 |
| Ileudig (%)                    | 0,694 | 0,694 | 0,694 | 0,694 | 0,694 |
| Leu dig (%)                    | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500 |
| Treo dig (%)                   | 0,756 | 0,756 | 0,756 | 0,756 | 0,756 |
| Arg dig (%)                    | 1,051 | 1,051 | 1,051 | 1,051 | 1,051 |
| Cálcio (%)                     | 0,870 | 0,870 | 0,870 | 0,870 | 0,870 |
| Fósf. Disp. (%)                | 0,538 | 0,538 | 0,538 | 0,538 | 0,538 |
| Sódio (%)                      | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 0,218 |
| Cloro (%)                      | 0,183 | 0,183 | 0,183 | 0,183 | 0,183 |
| Potássio (%)                   | 0,682 | 0,682 | 0,682 | 0,682 | 0,682 |
| BE(mEq/kg) <sup>3</sup>        | 217,9 | 217,9 | 217,9 | 217,9 | 217,9 |

Suplemento vitamínico (Conteúdo por kg de premix): Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 2.400 mg; Zinco 100.000 mg; Manganês 140.000 mg; Selênio 400 mg; Veículo q.s.p. 1.000 g. Vit. A 7.000.000 UI; Vit. D3 2.200.000 UI; Vit.E 11.000 mg; Vit. K3 1.600 mg; Vit. B1 2.000 mg; Vit. B2 5.000 mg, Vit. B12 12.000 mcg; Vit. B6 3.000 mg, Niacina 35.000 mg; Ácido Pantotênico 13.000 mg; Ácido Fólico 800 mg; Antioxidante 100.000 mg; Veículo q.s.p. 1.000g

<sup>2</sup>Suplemento mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 2.400 mg; Zinco 100.000 mg; Manganês 140.000 mg; Selênio 400 mg;; Coccidiostático 125g; Promotor de Crescimento 87.500mg

<sup>3</sup>Balanço Eletrolítico:  $[(\%Na^+ \times 10000)/22,990* + (\%K^+ \times 10000)/39,102* - (\%Cl^- \times 10000)/35,453*]$

As amostras foram transferidas com antecedência de 1 hora para a câmara do micrótomo criostato TISSUE TEK II com temperatura de  $-23^{\circ}C$ . Para realização dos cortes, cada amostra foi afixada em suporte metálico, com adesivo especial “Tissue Tek OCT” (Optimal Cristal Temperature). Foram realizados cinco cortes, com oito micrômetros de espessura, orientados no sentido transversal da fibra, capturados com lâmina de vidro para histologia (Pullen, 1977) e armazenados em freezer a  $-18^{\circ}C$ .

Para a mensuração do diâmetro da fibra muscular (Figura 1-A), as lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina (HE) e analisados em microscópio de luz acoplado a uma câmara digital. As imagens obtidas foram analisadas através do programa Motic Imagens. Foram capturadas 10 imagens do tecido muscular, por ave avaliada, com ampliação final equivalente à objetiva 10X. Foram mensuradas todas as fibras das 10 imagens, utilizando para isto o método de mensuração do menor diâmetro da fibra, conforme Dubowitz & Brooke (1973).

Para avaliar a frequência do tipo de fibra muscular (Figura 1-B) as laminas foram submetidas à técnica histoenzimologica Nicotinamida Adenina Dinucleotídio Tetrazólio Redutase (NADHTR), para avaliação do metabolismo oxidativo-glicolítico (Pearse, 1968). As fibras foram classificadas em SO (*slow oxidative*), FOG (*fast oxidativeglycolytic*) e FG (*fast glycolytic*) (Peter et al., 1972). Para cálculo da frequência dos tipos de fibras, foram capturadas imagens de dez campos microscópicos de cada amostra, com ampliação final equivalente à objetiva 40X, utilizando o programa analisador de imagem Motic.

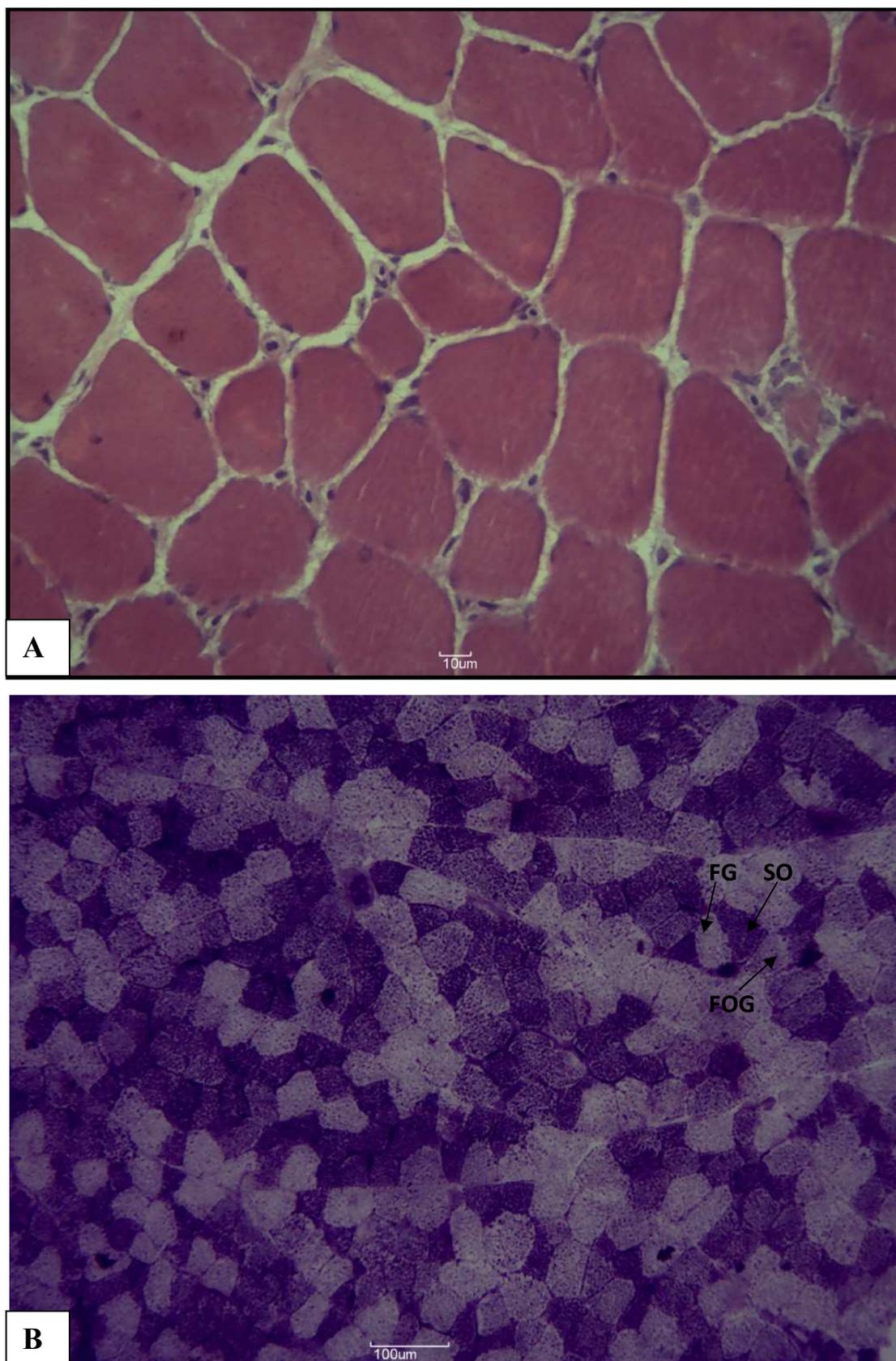


Figura 1 – Fotomicrografia de cortes histológicos transversal do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 28 dias de idade. Em **A**, representa o corte histológico corado com HE para avaliação do diâmetro de fibra muscular; e em **B** submetidas à técnica histoenzimológica NADHTR para avaliação do metabolismo oxidativo-glicolítico. SO: *Fibra slow twitch oxidative*; FOG: *Fibra fast twitch oxidativeglycolytic* FG *Fibra fast twitch glycolytic*.

Aos 42 dias de idade, duas aves por unidade experimental, apanhadas ao acaso e identificadas por anilhas, foram abatidas por deslocamento cervical e posterior sangria para avaliação do rendimento de carcaça e seus respectivos cortes.

Para o cálculo do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo das aves que foram pesadas individualmente antes do abate. Para o rendimento dos cortes nobres, foi considerado o rendimento do peito inteiro com pele e ossos e pernas (coxa e sobrecoxa com ossos e pele), que foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

A gordura abdominal presente ao redor da cloaca, da bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes foi retirada conforme descrito por Smith (1993). Em seguida, foi pesada e também calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Os dados de desempenho, diâmetro e frequência de fibra muscular e rendimento de carcaça, comprimento das penas foram submetidos às análises de variância e regressão polinomial 5% de significância utilizando o programa estatístico SAEG(2007). Para os dados de escore de empenamento considerou-se a distribuição GAMA com função de ligação inversa para as variáveis analisadas utilizando o Proc. GENMOD do sistema computacional SAS (versão 9.12).

### **Resultados e Discussão**

Os dados de desempenho de frangos de corte do período de 15 a 28 dias de idade estão apresentados na Tabela 2.

As aves que receberam diferentes relações de val: lis dig na ração apenas no período de 15 a 28 dias de idade, tiveram seu consumo de ração diminuído ( $P < 0,05$ )

neste período, contudo sem ter influenciado ( $P>0,05$ ) o ganho de peso e conversão alimentar, melhorando assim o desempenho das aves, sendo indicado para esta fase a relação de 86% val: lis dig, correspondendo ao nível de 0,98% Val dig e relação de BCAA's de 47,26: 21,87: 30,88 para Leu: Ileu: Val, respectivamente.

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte no período 15 a 28 dias de idade em função da relação val: lis dig na dieta

| Rel val: lis dig (%) | Ganho de peso (g) | Consumo ração (g)   | Conversão alimentar |
|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 66                   | 922,02            | 1445,23             | 1,567               |
| 71                   | 919,76            | 1381,39             | 1,505               |
| 76                   | 880,34            | 1384,45             | 1,579               |
| 81                   | 908,98            | 1377,64             | 1,517               |
| 86                   | 903,20            | 1383,11             | 1,532               |
| CV (%)               | 4,42              | 3,83                | 5,17                |
| Regressão            | ns*               | Linear <sup>1</sup> | ns                  |

\*Não significativo ( $P<0,05$ )

<sup>1</sup>  $Y = 1588,99 - 2,55972X$ ;  $R^2 = 0,50$

O excesso de BCAA's pode reduzir as concentrações cerebrais de triptofano, fenilalanina, tirosina e, assim como os neurotransmissores noradrenalina, dopamina e serotonina (Baker, 2005b) e conseqüentemente queda na ingestão de alimento.

Em um estudo realizado por Berres et al. (2010), aves da linhagem Cobb 500, que receberam dietas deficientes em valina e isoleucina tiveram depressão sobre o ganho de peso na fase de 14 a 35 dias de idade, entretanto apresentaram maior ganho de peso quando receberam dietas suplementadas com L-valina ou L-isoleucina numa relação de valina: lisina digestível de 75% ou isoleucina: lisina digestível de 68%.

As relações de val: lis dig e de BCAA's deste experimento, diferiu das propostas por Rostagno et al. (2011) para frangos de corte de desempenho superior nas diferentes fases de criação. Segundo Rostagno et al. (2011) no período de um a 21 dias e de 22 a 42 dias de idade, são recomendadas as relações de val: lis dig de 77 e 78% respectivamente, e relação de BCAA's, de 42,6: 26,7: 30,7% para Leu: Ileu: Val,

respectivamente. Observa-se que houve um excesso de leucina e deficiência de isoleucina quando comparadas as relações de BCAA's deste experimento. O excesso valina não afeta a utilização de leucina e isoleucina, entretanto o excesso de leucina pode reduzir a utilização dietética de valina e isoleucina (Allen & Baker, 1972).

Os dados de comprimento das penas e escore de empenamento aos 28 dias de idade estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3. Comprimento de penas na sobrecoxa e dorso de frangos de corte aos 28 dias de idade em função da relação val: lis dig na ração

| Rel val: lis dig (%) | Sobrecoxa (mm) | Dorso (mm) |
|----------------------|----------------|------------|
| 66                   | 48,5           | 34,2       |
| 71                   | 46,5           | 34,5       |
| 76                   | 45,2           | 35,4       |
| 81                   | 45,1           | 33,2       |
| 86                   | 47,3           | 36,0       |
| CV (%)               | 11,41          | 7,77       |
| Regressão            | ns*            | ns         |

\*Não significativo (P<0,05)

Tabela 4. Escore<sup>1</sup> de empenamento em diferentes partes do corpo de frangos de corte de aos 28 dias de idade em função da relação val: lis dig na ração

| Rel val: lis dig (%) | Dorso | Asa  | Sobrecoxa | Peito |
|----------------------|-------|------|-----------|-------|
| 66                   | 3,97  | 4,20 | 3,83      | 4,33  |
| 71                   | 4     | 4,03 | 4,03      | 4,37  |
| 76                   | 3,8   | 4,23 | 3,93      | 4,37  |
| 81                   | 4,1   | 4,27 | 3,96      | 4,47  |
| 86                   | 3,9   | 4,33 | 4,33      | 3,60  |
| CV (%)               | 9,80  | 7,73 | 10,86     | 7,63  |
| Regressão            | ns*   | ns   | ns        | ns    |

\*Não significativo (P<0,05)

<sup>1</sup>O escore variou de 1 a 5, sendo: 1:Ruim; 2:Razoável; 3: Bom; 4: Muito bom; 5: Excelente;

A relação val: lis dig na dieta no período de 14 a 28 dias de idade não influenciou ( $P>0,05$ ) o desenvolvimento das penas e o escore de empenamento das aves.

As penas estão constantemente sendo desprendidas e regeneradas, porém o número de folículos de uma ave adulta é semelhante ao encontrado no embrião. As penas possuem um crescimento cíclico, alternado com períodos de repouso. Uma nova pena idêntica a anterior poderá crescer no mesmo folículo (Furlan & Macari, 1998) desde que a ave se encontre em condições ambientais e nutricionais para isto.

Os dados de diâmetro e frequência de fibra do músculo flexor longo do hálux estão apresentados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente e os dados de rendimento de carcaça, cortes e deposição de gordura abdominal estão apresentados na Tabela 7 e Figura 2 e 3.

Tabela 5. Diâmetro de fibra muscular do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 28 dias de idade em função da relação val: lis dig na ração

| Val: lis dig (%) | Diâmetro de fibra muscular - 28 dias – Exp. II ( $\mu\text{m}$ ) |
|------------------|--|
| 66               | 34,68  |
| 71               | 40,41  |
| 76               | 40,60  |
| 81               | 35,53  |
| 86               | 42,46  |
| CV (%)           | 10,57  |
| Regressão        | ns   |

\*Não significativo ( $P>0,05$ )

As relações de val: lis digna ração não influenciou ( $P>0,05$ ) o diâmetro da fibra muscular e nem a frequência do tipo de fibras aos 28 dias de idade ( $P>0,05$ ).

Neste experimento, após 28 dias de idade, todas as aves receberam uma mesma ração para atender as exigências nutricionais para aves de desempenho superior segundo as recomendações propostas por Rostagno et al. (2005) e aos 42 dias de idade foi

avaliado o efeito da relação val: lis dig do período de 15 a 28 dias de idade, sobre o rendimento de carcaça, cortes e deposição de gordura abdominal.

Tabela 6. Frequência de fibra muscular do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 28 dias de idade em função do nível da relação val: lis dig na ração

| Val: lis dig (%) | Frequência de fibra muscular do músculo flexor longo do hálux ( $\mu\text{m}$ ) |       |        |
|------------------|---|-------|--------|
|                  | SO (%)  | FOG   | FG (%) |
| 66               | 32,55   | 20,14 | 47,31  |
| 71               | 30,94   | 26,95 | 42,11  |
| 76               | 34,75   | 25,35 | 39,91  |
| 81               | 29,64   | 16,18 | 54,18  |
| 86               | 27,90   | 24,01 | 48,09  |
| CV (%)           | 14,66   | 11,91 | 8,94   |
| Regressão        | ns  | ns    | ns     |

\*Não significativo ( $P < 0,05$ )

Tabela 7. Rendimento de carcaça, cortes e deposição de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade em função da relação val: lis dig na ração

| Val: lis dig (%) | %Carcaça | %Peito     | %Perna     | %Gord. Abd.         |
|------------------|----------|------------|------------|---------------------|
| 66               | 71,58    | 37,41      | 30,74      | 2,592               |
| 71               | 72,14    | 38,66      | 30,12      | 2,591               |
| 76               | 71,84    | 39,12      | 29,91      | 2,625               |
| 81               | 71,86    | 39,22      | 29,60      | 2,944               |
| 86               | 71,44    | 38,31      | 30,31      | 2,960               |
| CV (%)           | 1,48     | 2,98       | 2,90       | 11,43               |
| Regressão        | ns*      | Quadrático | Quadrático | Linear <sup>1</sup> |

\*Não significativo ( $P < 0,05$ )

<sup>1</sup> $Y = 0,1088 + 0,0218X$ ;  $R^2 = 0,80$

A relação de val: lis dig causou aumento ( $P < 0,05$ ) linear na deposição de gordura abdominal e influenciou ( $P < 0,05$ ) o rendimento de cortes, sem interferir ( $P > 0,05$ ) no rendimento de carcaça dos frangos aos 42 dias de idade. A relação val: lis dig causou um aumento ( $P < 0,05$ ) no rendimento de peito, com maior rendimento obtido com a

relação 77,75% val: lis dig, nível de 0,887% Val dig uma relação entre os BCAA'S de 48,69: 22,53: 28,79 para Leu, Ileu e Val, respectivamente e uma redução ( $P < 0,05$ ) no rendimento de perna, até a relação de 77,88% val: lis dig, nível de 0,888% Val dig e relação entre os BCAA'S de 48,67: 22,52: 28,81 para Leu, Ileu e Val.

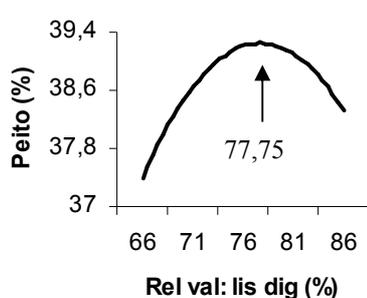


Figura 2. Rendimento de peito em função da relação val: lis dig na dieta;  $Y = -41,8408 + 2,086X - 0,013415X^2$ ;  $R^2 = 0,99$

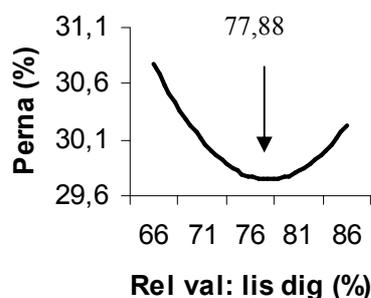


Figura 3. Rendimento de perna em função da relação val: lis dig na dieta;  $Y = 73,8596 - 1,13279X + 0,00727222X^2$ ;  $R^2 = 0,90$

Sabe-se que existe uma hierarquia de crescimento entre os tecidos, sendo o desenvolvimento do tecido ósseo mais rápido que o tecido muscular que, por sua vez, é mais rápido que o tecido adiposo. Assim, em cada fase do desenvolvimento há uma necessidade específica de afluxo de nutrientes para o tecido em crescimento. Ou seja, o suprimento de nutrientes disponíveis é repartido, prioritariamente, para determinado tecido em crescimento (Macari et al., 2002).

Nos frangos de corte o músculo peitoral tem predominantemente fibras FG, já os músculos vermelhos da coxa e sobrecoxa são compostos por fibra tipo SO (vermelha) e FG (intermediária). As fibras FG, ricas em enzimas glicolíticas, são adaptadas para o metabolismo anaeróbico e usam o glicogênico como substrato energético. As fibras vermelhas, ricas em enzimas oxidativas, têm metabolismo aeróbico e usam gordura como principal substrato energético (Macari et al., 2002). As fibras tipo FOG

(intermediária) têm características intermediárias a estas fibras podem de acordo com o exercício ou nutrição, serem convertidas para SO ou FG.

A valina é um aminoácido de cadeia ramificada, essencialmente anabólico, tendo importante papel na síntese de proteína de todos os tipos de fibras musculares esqueléticas, minimizando a quebra das mesmas, ajudando no ganho de massa muscular com excelente qualidade (Shimomura et al., 2006). Quando se utilizou diferentes relações de val: lis dig na dieta apenas no período de 15 a 28 dias de idade, o maior aporte de valina na ração foi utilizado pelo metabolismo para priorizar o desenvolvimento de fibras FG. Talvez isto tenha ocorrido em virtude do maior aporte lipídios corporal nesta fase, para suprir as necessidades das fibras tipo SO que utilizam gordura como principal substrato. Estes dados mostram que possivelmente exista uma hierarquia de desenvolvimento entre os tipos de fibras musculares.

### **Conclusões**

A relação val: lis dig na ração no período de 15 a 28 dias de idade reduziu linearmente o consumo de ração para aves nesta fase, sem influenciar o ganho de peso e conversão alimentar. Possivelmente, neste experimento a valina tenha atuado no desenvolvimento das fibras brancas, promovendo um aumento no rendimento de peito aos 42 dias de idade até a relação valina: lisina digestível de 78% em detrimento ao rendimento de perna. Nenhum efeito foi observado sobre o empenamento das aves.

### **Literatura Citada**

ALLEN, N.K. & BAKER, D.H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. *Poultry Science*, v.5, p. 1292–1298, 1972.

- BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; KIDD, M.T.; et al. Supplementing l-valine and l-isoleucina in low-protein diet corn and soybean meal all-vegetable diets for broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 19, p.373-379, 2010.
- CORZO, A.; DOZIER, W.A; KIDD, M.T. Valine Nutrient Recommendations for Ross x Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, v. 87, p. 335-338, 2008.
- DAUNCEY, M.J.; GILMOUR, R.S. Regulatory factors in the control of muscle development. **Proceedings Nutrition Society**, v.55, p.543-559, 1996.
- DUBOWITZ, V.; & BROOKE, M.H. **Muscle biopsy: a modern approach**. London: Saunders, 1973.
- EDENS, F.; PARKHURST, C.R.; HAVENSTEIN, G.B. Housing and selenium influences on feathering in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Mississippi, v.10, p.128-134, 2001.
- FURLAN, R.L., MACARI, M. Mecanismo fisiológico do empenamento das aves. In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas, SP, 1998. p.29-49.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p. 118-123, 1998.
- LEESON, S. & SUMMERS, J.D. **Commercial Poultry Nutrition**. 2. ed., University Books, Guelph. Ontario, Canada, 1997. 350p.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 375p.
- PULLEN, A.H. The distribution and relative size of fiber type in the extensor digitorum longus and soleus muscles of the adult rat. **Journal of Anatomy**, v. 123, p. 467-86, 1977.
- RIBEIRO, A.M.L.; KRATZ, L.R. **Mau empenamento: problema complexo, causas múltiplas**. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais0204\\_bsa\\_ribeiro.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0204_bsa_ribeiro.pdf)> Acesso em: 12/12/2010.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- ROSTAGNO, H.S.; NASCIMENTO, A.H.; ALBINO, L.F.T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: CONFERÊNCIA APINCO, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1999. p. 65-83.

- SAEG – Universidade Federal de Viçosa – **Sistema para Análise Estatística e Genéticas: versão 8,0** Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1993.
- SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G. S.; et al. Nutraceutical effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. **Journal Nutrition**, v.136, p. 529-532, 2006.
- SMITH, M.O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, v.72, p. 1146-1150, 1993.
- SOIKE, D.; BERGMANN, V. Performance-dependent health disorders in poultry with special reference to differences in muscle characteristics between layer-and meat type chickens. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRODUCTION DISEASES IN FARM ANIMALS, **Anais...**Berlin, 1997. p. 186-189.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. SAS® user guide:statistics. 5.ed. Cary: SAS Institute, 1985. 956p.
- VIEIRA, S.L.& LIMA, I.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. **Poultry Science**, v.4, n.6, p. 365-368, 2005.
- WYLIE, L.M.; ROBERTSON, G.W.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature and restricted feeding on growth of feathers in growing turkeys. **British Poultry Science**, v.42, p.449-455, 2001.

**Efeito da relação valina: lisina digestível na ração de frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade sobre o desempenho, empenamento, rendimento de carcaça e cortes e frequência de fibra do músculo flexor longo do hálux**

RESUMO: O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito da relação valina: lisina digestível (val:lis dig) em rações para frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade sobre o desempenho, empenamento, rendimento de carcaça, diâmetro e perfil de fibras do músculo da coxa. Foram utilizados 900 frangos de corte, linhagem Cobb 500, com 29 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com 5 tratamentos, 6 repetições e 30 aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de diferentes relações de valina: lisina digestível (66, 71, 74, 78 e 82%) no período de 29 a 42 dias de idade. Aos 42 dias de idade foi avaliado o desempenho do período de 29 a 42 dias de idade, rendimento de carcaça, diâmetro e perfil de fibras do músculo flexor longo do hálux. A relação valina: lisina digestível na ração, não influenciou ( $P>0,05$ ) o desempenho das aves no período de 29 a 42 dias de idade, sendo recomendada para esta fase uma relação de valina: lisina digestível de 66%. De modo geral houve melhora ( $P<0,05$ ) no escore de empenamento das aves com o aumento da relação valina: lisina digestível na dieta. A relação valina: lisina digestível promoveu aumento linear ( $P<0,05$ ) no diâmetro da fibra do músculo flexor longo do hálux, e a partir da relação valina: lisina digestível de 69% houve aumento da frequência de fibras vermelhas e redução ( $P<0,05$ ) na frequência de fibras brancas a justificando desta forma, o maior ( $P<0,05$ ) rendimento de perna em detrimento ao rendimento de peito ( $P<0,05$ ).

**Palavras-chave:** aminoácido de cadeia ramificada, aminoácido digestível, fibra vermelha

## Introdução

A produção de frangos de corte brasileira vem se destacando no cenário mundial como uma das maiores potências econômica da agropecuária. Em razão da grande dimensão da cadeia avícola, qualquer incremento na produção ou em outro fator que minimize os custos de produção terá um efeito econômico significativo.

A nutrição representa em torno de 70% do custo de produção de frangos de corte e um melhor entendimento das exigências nutricionais das aves pode contribuir para uma redução dos custos de produção aliada a um melhor desempenho das aves.

Com as exigências da União Europeia de proibir o uso de produtos de origem animal na alimentação dos frangos, a indústria ficou dependente das fontes proteicas de origem vegetal. Entretanto, ingredientes de origem vegetal apresentam pior balanço aminoacídico, se comparado às fontes proteicas de origem animal (Vieira & Lima, 2005).

Em uma dieta à base de milho e farelo de soja, a valina é o 4º aminoácido limitante, após a treonina (Corzo et al., 2007). Com o uso de aminoácidos sintéticos é possível suplementar valina em uma dieta com redução de proteína bruta, pois um mínimo deste aminoácido é necessário para o crescimento, conversão alimentar e melhora na carcaça (Corzo et al., 2008).

A valina, leucina e isoleucina são similares em sua estrutura e juntos fazem parte dos aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's). A quantidade relativamente baixa de valina e isoleucina na proteína do milho são acompanhadas pelo elevado nível de leucina. O alto conteúdo de leucina nas dietas parece aumentar as exigências para valina e isoleucina em frangos em crescimento e perus (Tuttle & Balloun, 1976).

Diferentemente dos outros aminoácidos, os BCAA's são metabolizados especialmente nos músculos, e estes são utilizados para síntese de proteína e como fonte de energia, ajudando conseqüentemente no ganho de massa muscular.

No abate e processamento das aves, o peito e a perna são considerados cortes nobres. Tanto o peito quanto a perna são formados por músculos esqueléticos, sendo a musculatura do peito composto por fibras musculares brancas e a da perna por fibras Fast Glycolytic(FG), Slow Oxidative (SO) eFast Oxidative Glycolytic (FOG). As fibras musculares são formadas por proteínas contráteis e entre os principais aminoácidos componentes destas proteínas está a valina. Estudos mostram que a valina tem a ação sobre os diferentes tipos de fibra muscular, enquanto a lisina demonstrou ter ação mais específica sobre as fibras brancas, presentes principalmente no peito dos frangos de corte (Leclercq, 1998).

A valina e os demais BCAA's participam também da formação das penas das aves e o desbalanceamento entre BCAA's na dieta gera pode afetar também o empenamento das aves, gerando penas de formato côncavo anormal, que se dobram para fora do corpo da ave (Ribeiro et al., 2010).

Com base ao exposto, objetivou-se avaliar o efeito da relação valina: lisina digestível na ração de frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade sobre o desempenho, empenamento, diâmetro e composição de fibra muscular e rendimento de carcaça.

### **Material e Métodos**

Um experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Foram utilizados 900 frangos de corte, machos, com 29 dias de idade da linhagem comercial Cobb 500, com peso médio de 1362,89g, vacinados no 1º dia no incubatório

contra a Doença de Marek. As aves foram alojadas em um galpão convencional de 30x8 metros, dividido em boxes de 5,2 m<sup>2</sup> de área, com cobertura de telha de fibrocimento, piso de concreto e paredes laterais de alvenaria com 0,4m de altura, completadas com tela de arame até o telhado, com cortinas de rafia móveis.

A cama utilizada sobre o piso foi de palha de arroz, primeiro lote. Foram utilizados comedouros tubulares adultos e bebedouros automáticos pendulares. A água e a ração foram fornecidas *ad libitum*. O programa de iluminação foi com 23 horas de luz/dia.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, seis repetições e 30 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em cinco relações de valina: lisina digestível (val: lis dig), sendo elas: 66, 71, 76, 81 e 86% no período de 28 a 42 dias de idade. As rações à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005) variando apenas as relações de val: lis dig no período experimental. A composição percentual e a calculada das rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

Aos 42 dias de idade, as aves e as sobras de rações foram pesadas para a avaliação do desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar). A mortalidade e as sobras de ração do box a qual pertenciam foram pesadas para corrigir o consumo de ração e a conversão alimentar em relação à mortalidade.

Aos 42 dias de idade foram realizadas as análises de empenamento de cinco aves por unidade experimental, apanhadas aleatoriamente. Para avaliar o empenamento, foram utilizadas duas metodologias. Uma das metodologias, consistiu em avaliar visualmente as aves, dando-lhes um escore de 0 a 5, de acordo com a densidade de empenamento e estágio de desenvolvimento das penas nas regiões do dorso

(dorsopelvico), peito (pectoral + esternal), pernas (femural) e asa (umeral e cobertura marginal superior do propatágio) (Edens et al.,2001). O escore variou de 0 a 5, sendo: 0: péssimo, 1: Ruim; 2: Razoável; 3: Bom; 4: Muito bom; 5: Excelente.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais para frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade

| Ingredientes                   | 66    | 70    | 74    | 78    | 82    |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Milho                          | 67,00 | 67,00 | 67,00 | 67,00 | 67,00 |
| Farelo soja, 45%               | 24,60 | 24,60 | 24,60 | 24,60 | 24,60 |
| Óleo soja                      | 3,67  | 3,67  | 3,67  | 3,67  | 3,67  |
| Calcário calcítico             | 0,84  | 0,84  | 0,84  | 0,84  | 0,84  |
| Fosfato bicálcico              | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  |
| Bicarbonato de Na <sup>+</sup> | 0,30  | 0,33  | 0,33  | 0,33  | 0,33  |
| Sal comum                      | 0,22  | 0,22  | 0,22  | 0,22  | 0,22  |
| DL-Metionina 99%               | 0,29  | 0,29  | 0,29  | 0,29  | 0,29  |
| L- Lisina 78,8%                | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| L-Treonina                     | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  |
| L-Triptofano                   | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| L-Valina                       | 0,00  | 0,04  | 0,09  | 0,13  | 0,17  |
| Caulim (inerte)                | 0,70  | 0,66  | 0,61  | 0,58  | 0,54  |
| Supl. Vitamínico <sup>1</sup>  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Supl. Mineral <sup>2</sup>     | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| BHT                            | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| Total                          | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| <b>Valores calculados</b>      |       |       |       |       |       |
| Proteína bruta (%)             | 17,31 | 17,31 | 17,31 | 17,31 | 17,31 |
| EM (kcal/kg)                   | 3,18  | 3,18  | 3,18  | 3,18  | 3,18  |
| Met +cis dig (%)               | 0,77  | 0,77  | 0,77  | 0,77  | 0,77  |
| Lis dig (%)                    | 1,07  | 1,07  | 1,07  | 1,07  | 1,07  |
| Trip dig (%)                   | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  |
| Val dig (%)                    | 0,709 | 0,752 | 0,795 | 0,837 | 0,881 |
| Ileudig (%)                    | 0,65  | 0,65  | 0,65  | 0,65  | 0,65  |
| Leu dig (%)                    | 1,44  | 1,44  | 1,44  | 1,44  | 1,44  |
| Treo dig (%)                   | 0,70  | 0,70  | 0,70  | 0,70  | 0,70  |
| Arg dig (%)                    | 0,63  | 0,63  | 0,63  | 0,63  | 0,63  |
| Cálcio (%)                     | 0,81  | 0,81  | 0,81  | 0,81  | 0,81  |
| Fósf. Disp. (%)                | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| Sódio (%)                      | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  |
| Cloro (%)                      | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  |
| Potássio (%)                   | 0,63  | 0,63  | 0,63  | 0,63  | 0,63  |
| BE(mEq/kg) <sup>3</sup>        | 200,8 | 200,8 | 200,8 | 200,8 | 200,8 |

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico (Conteúdo por kg de premix): Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 2.400 mg; Zinco 100.000 mg; Manganês 140.000 mg; Selênio 400 mg; Veículo q.s.p. 1.000 g. Vit. A 7.000.000 UI; Vit. D3 2.200.000 UI; Vit.E 11.000 mg; Vit. K3 1.600 mg; Vit. B1 2.000 mg; Vit. B2 5.000 mg; Vit. B12 12.000 mcg; Vit. B6 3.000 mg; Niacina 35.000 mg; Ácido Pantotênico 13.000 mg; Ácido Fólico 800 mg; Antioxidante 100.000 mg; Veículo q.s.p. 1.

<sup>2</sup>Suplemento mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 100.000 mg; Cobre 16.000 mg; Iodo 2.400 mg; Zinco 100.000 mg; Manganês 140.000 mg; Selênio 400 mg;; Coccidiostático 125g; Promotor de Crescimento 87.500mg

<sup>3</sup>Balanço Eletrolítico:  $[(\%Na^+ \times 10000)/22,990* + (\%K^+ \times 10000)/39,102* - (\%Cl^- \times 10000)/35,453*]$

A segunda metodologia utilizada avaliou o desenvolvimento das penas segundo o proposto por Wylie et al., (2001). Para esta análise, a região dorsopélvica (dorso) foi dividida em duas partes, cranial e caudal. Na porção central da região caudal, foi medido aleatoriamente o comprimento de 15 penas por ave e a média utilizada para análise estatística. Da mesma forma, foi medido o comprimento de cinco penas da porção proximal da região femoral (sobrecoxa), das aves selecionadas.

Aos 42 dias de idade, uma ave por unidade experimental foi sacrificada por deslocamento cervical. Após o sacrifício, o músculo flexor longo do hálux da coxa esquerda foi coletado, aparado e reduzido a fragmentos de aproximadamente 1 cm x 1,5 cm. As amostras foram identificadas, congeladas em nitrogênio líquido e estocadas em freezer de -80°C por no mínimo 72 horas antes do processamento.

Com 1 hora de antecedência as amostras foram transferidas para a câmara do micrótomo criostato TISSUE TEK II com temperatura de -23°C. As amostras foram afixadas em suporte metálico, com adesivo especial “Tissue Tek OCT” (Optimal Crystal Temperature). Foram realizados 5 cortes semi-seriados, com 8 micrômetros de espessura, orientados no sentido transversal da fibra, capturados com lâmina de vidro para histologia (Pullen, 1977) e armazenados em freezer a -18°C.

Para a avaliação do diâmetro da fibra muscular (Figura 1-A), as lâminas foram coradas com Hematoxilina-Eosina (HE) e analisados em microscópio de luz acoplado a uma câmara digital. As imagens obtidas foram analisadas através do programa Motic Imagens. Foram capturadas 10 imagens do tecido muscular, por ave avaliada, com ampliação final equivalente à objetiva 10X. Foram mensuradas todas as fibras das 10 imagens, utilizando para isto o método de mensuração do menor diâmetro da fibra, conforme Dubowitz & Brooke (1973).

Para avaliar a frequência do tipo de fibra muscular (Figura 1-B) as laminas foram submetidas à técnica histoenzimologica Nicotinamida Adenina Dinucleotídio Tetrazólio Redutase (NADHTR), para avaliação do metabolismo oxidativo-glicolítico (Pearse, 1968). As fibras foram classificadas em SO (*slow twich oxidative*), FOG (*fast twich oxidativeglycolytic*) e FG (*fast twich glycolytic*), segundo Peter et al. (1972). Para cálculo da frequência dos tipos de fibras, foram capturadas imagens de dez campos microscópicos de cada amostra, com ampliação final equivalente a objetiva 40X, utilizando o programa analisador de imagem Motic.

Para o rendimento de carcaça e seus respectivos cortes, aos 42 dias de idade, duas aves por unidade experimental, apanhadas ao acaso e identificadas por anilhas, foram submetidas ao jejum alimentar por 6 horas e abatidas por deslocamento cervical.

Para o cálculo do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça eviscerada, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso vivo das aves que foram pesadas individualmente antes do abate. Para o rendimento dos cortes nobres, foi considerado o rendimento do peito inteiro com pele e ossos e pernas (coxa e sobrecoxa com ossos e pele), que foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Foi retirada a gordura abdominal presente ao redor da cloaca, da bolsa cloacal, moela, proventrículo e dos músculos abdominais adjacentes conforme descrito por Smith (1993). Em seguida, foi pesada e também calculada em relação ao peso da carcaça eviscerada.

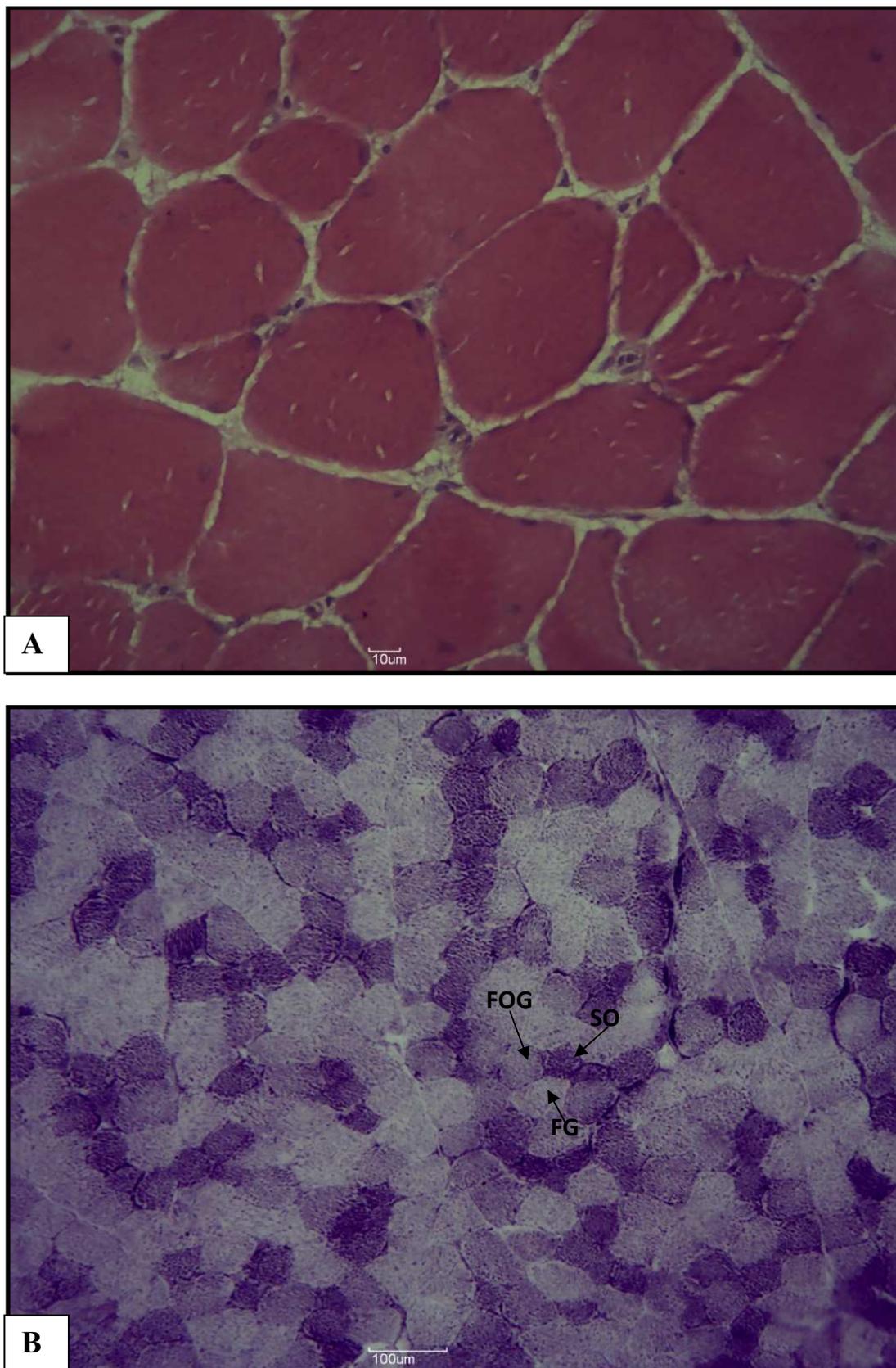


Figura 1 – Fotomicrografia de cortes histológicos transversal do músculo flexor longo do hálux aos 42 dias de idade. Em **A**, representa o corte histológico corado com HE para avaliação do diâmetro de fibra muscular; e em **B** submetidas à técnica histoenzimológica NADHTR para avaliação do metabolismo oxidativo-glicolítico. SO: *Fibra slow twitch oxidative*; FOG: *Fibra fast twitch oxidative glycolytic*; FG: *Fibra fast twitch glycolytic*.

Os dados de desempenho, diâmetro e frequência de fibra muscular e rendimento de carcaça, escore e comprimento das penas foram submetidos às análises de variância e regressão polinomial 5% de significância utilizando o programa estatístico SAEG (2007). Para os dados de escore de empenamento considerou-se a distribuição GAMA com função de ligação inversa para as variáveis analisadas utilizando o Proc. GENMOD do sistema computacional SAS (versão 9.12).

### Resultados e Discussão

Os dados de desempenho de frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte no período de 29 a 42 dias de idade em função da relação val: lis dig na ração

| Rel val: lis dig (%) | Ganho de peso (g) | Consumo ração (g) | Conversão alimentar |
|----------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 66                   | 984,45            | 2240,02           | 2,277               |
| 70                   | 1056,80           | 2299,63           | 2,177               |
| 74                   | 977,87            | 2243,08           | 2,309               |
| 78                   | 1037,95           | 2271,70           | 2,191               |
| 82                   | 1037,72           | 2255,37           | 2,176               |
| CV (%)               | 5,37              | 2,49              | 5,25                |
| Regressão            | ns                | ns                | ns                  |

\*Não significativo ( $P < 0,05$ )

A relação val: lis dig no período de 29 a 42 dias de idade, não influenciou ( $P > 0,05$ ) o desempenho das aves nesta fase, sendo recomendada para este período a relação de 66% val: lis dig, nível de 0,709% Val dig.

Com base nos dados de desempenho, neste experimento, é recomendado para o período de 28 a 42 dias de idade a relação de BCAA's de 51,52: 23,11: 25,37 para Leu: Ileu: Val, respectivamente.

Estudos estimaram os requerimentos de valina durante o período de crescimento (21 a 42 dias de idade) e encontraram uma exigência para valina que variou entre 69 a 79% de relação val: lis dig na dieta, em dietas com baixa proteína (Mendonça & Jensen, 1989; Marks et al., 1999). Berres et al., (2011) trabalhando com a linhagem Cobb 500, no período de 21 a 42 dias de idade encontraram melhor relação val: lis dig para ganho de peso e consumo de ração de 74,5% e 73,6%, respectivamente). Aves da linhagem Cobb 500, macho, alimentadas com diferentes relações de val: lis dig na dieta, apresentaram melhor desempenho para o período de 30 a 43 dias de idade com relação de 76% (Tavernari, 2010).

Para aves de desempenho superior no período de 22 a 42 dias de idade, as relações de val: lis dig e de BCAA's recomendadas por Rostagno et al., (2011) são de 78% e 42,6: 26,7: 30,7% , respectivamente. As relações de val: lis dig e de BCAA's proposta por Rostagno et al., (2011) para esta fase difere com as encontradas neste experimento com base nos dados de desempenho das aves. Quando comparada as relações de BCAA's deste experimento, com a proposta por Rostagno et al., (2011), observa-se que houve um excesso de leucina e um déficit de isoleucina na dieta.

Apesar de a valina ser limitante antes que a isoleucina, em uma dieta à base de milho e farelo de soja, quando a deficiência de isoleucina começa a prevalecer, um adicional de valina na dieta parece ser inútil ao desempenho das aves (Corzo et al., 2009). O excesso de valina não afeta a utilização de leucina e isoleucina, entretanto o excesso de leucina pode reduzir a utilização dietética de valina e isoleucina na dieta Allen & Baker (1972).

Possivelmente neste experimento o excesso de leucina e deficiência de isoleucina tenha afetado a utilização da valina para o desempenho das aves.

Os requisitos bem como os benefícios e supostos efeitos adversos dos BCAA'S ainda são confusos (Baker, 2005). Segundo Baker (2005), existem problemas consideráveis nas determinações precisas de exigências de aminoácidos. Alguns dos fatores complicadores incluem o método de avaliação, ou seja, a oxidação direta ou indireta, o balanço de nitrogênio, o consumo de energia durante o período de estudo, a contribuição da biossíntese de aminoácidos no intestino pode contribuir para satisfazer o requisito, os procedimentos estatísticos e ajuste de curvas usadas para prever uma exigência, a variabilidade entre os sujeitos e os ingredientes da dieta basal utilizada no estudo.

Os dados de comprimento de penas e escore de empenamento das aves aos 42 dias de idade estão apresentados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3. Comprimento de penas na sobrecoxa e dorso de frangos de corte aos 42 dias de idade em função da relação val: lis dig na ração

| Rel val: lis dig (%) | Sobrecoxa (mm) | Dorso (mm) |
|----------------------|----------------|------------|
| 66                   | 59,30          | 57,00      |
| 70                   | 58,93          | 57,43      |
| 74                   | 56,58          | 55,26      |
| 78                   | 58,35          | 54,53      |
| 82                   | 56,21          | 55,23      |
| CV(%)                | 6,65           | 7,97       |
| Regressão            | ns*            | ns         |

\*Não significativo (P<0,05)

Twining et al. (1976), ao avaliarem o empenamento das aves, observaram que dieta de crescimento (28 a 49 dias), contendo de 17,3% de proteína bruta, ocasionou maior perda de penas em relação à dieta com 21,5%. Neste experimento mesmo trabalhando com níveis de proteína bruta próxima a 17%, as aves não apresentaram grandes perdas de penas, sendo que as aves que receberam maiores relações de val: lis

dig na dieta apresentaram maior ( $P<0,05$ ) escore de empenamento na região do dorso, asa, peito e coxa, sem contudo influenciar ( $P>0,05$ ) do comprimento das penas.

Tabela 4. Escore<sup>1</sup> de empenamento em diferentes partes do corpo de frangos de corte aos 42 dias em função da relação val: lis dig da ração

| Rel val: lis dig (%) | Dorso               | Asa                 | Sobrecoxa           | Peito               |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 66                   | 3,17                | 2,70                | 3,70                | 3,73                |
| 70                   | 3,13                | 2,96                | 3,50                | 3,46                |
| 74                   | 3,47                | 3,16                | 3,96                | 3,76                |
| 78                   | 3,20                | 3,16                | 3,80                | 3,96                |
| 82                   | 3,73                | 3,63                | 4,23                | 4,33                |
| CV (%)               | 12,26               | 9,64                | 12,95               | 10,97               |
| Regressão            | Linear <sup>2</sup> | Linear <sup>3</sup> | Linear <sup>4</sup> | Linear <sup>5</sup> |

\*Não significativo ( $P<0,05$ )

<sup>1</sup>O escore variou de 1 a 5, sendo: 1: Ruim; 2: Razoável; 3: Bom; 4: Muito bom; 5: Excelente;

<sup>2</sup> $Y=1,12+0,03X$ ;  $R^2=0,13$

<sup>3</sup> $Y=-0,69+0,05166X$ ;  $R^2=0,11$

<sup>4</sup> $Y=1,31167+0,0341667X$ ;  $R^2=0,16$

<sup>5</sup> $Y=0,7083+0,0425X$ ;  $R^2=0,14$

Os dados de diâmetro e frequência de fibra do músculo flexor longo do hálux estão apresentados nas Tabelas 8 e 9 e Figuras 2, 3 e 4, respectivamente e os dados de rendimento de carcaça, cortes e deposição de gordura abdominal, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 8. Diâmetro de fibra muscular do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 42 dias de idade em função da relação val: lis dig da dieta no período de 29 a 42 dias de idade

| Rel val: lis dig (%) | Diâmetro de fibra muscular - 42 dias ( $\mu\text{m}$ ) |
|----------------------|--|
| 66                   | 40,78  |
| 70                   | 36,56  |
| 74                   | 43,48  |
| 78                   | 46,00  |
| 82                   | 46,49  |
| CV (%)               | 8,24   |
| Regressão            | Linear <sup>1</sup>                                    |

\*P&lt;0,05

<sup>1</sup> Y= 0,624167+0,566853X; R<sup>2</sup>= 0,48

Tabela 9. Frequência de fibra muscular do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte aos 42 dias de idade em função da relação val: lis digna dieta no período de 29 a 42 dias

| Rel Val: lis dig (%) | Frequência de fibra muscular do músculo flexor longo do hálux (µm) |            |            |
|----------------------|--|------------|------------|
|                      | SO (%)   | FOG        | FG (%)     |
| 66                   | 22,77  | 22,35      | 54,88      |
| 70                   | 17,78  | 14,55      | 67,66      |
| 74                   | 19,58  | 25,37      | 55,05      |
| 78                   | 33,52  | 23,45      | 43,03      |
| 82                   | 32,91  | 27,52      | 39,56      |
| CV (%)               | 13,22  | 12,36      | 10,30      |
| Regressão            | Quadrática   | Quadrática | Quadrática |

\*P&lt;0,05

No período de 29 a 42 dias de idade, a relação val: lis dig promoveu aumento linear (P<0,05) no diâmetro da fibra muscular da coxa e interferiu (P<0,05) na frequência das fibras musculares. A frequência de fibra SO teve uma diminuição até a relação de 69,17% val: lis dig, nível de 0,742% Val dig e uma relação entre BCAA'S de 50,99: 22,73: 26,27 de Leu, Ileu e Val, respectivamente, entretanto, relações superiores causaram um aumento na porcentagem de fibras SO. Semelhante ao que aconteceu com as fibras SO, as fibras FOG, sofreram diminuição na frequência até a relação 69,15% val: lis dig, nível de 0,741% val dig e relação entre BCAA'S de 51,01: 22,74: 26,25 de Leu, Ileu, e Val respectivamente, com posterior aumento linear. Entretanto, as fibras FG aumentaram até a relação de 69,15% val: lis dig, nível de 0,742% Val dig e relação entre BCAA'S de 50,99: 22,73: 26,27 de Leu, Ileu, e Val, respectivamente, com posterior diminuição. Não houve efeito (P>0,05) da relação val: lis dig sobre o rendimento de carcaça e deposição de gordura abdominal, porém causou queda (P<0,05) no rendimento de peito e aumento no rendimento de perna.

Tabela 10. Rendimento de carcaça, cortes e deposição de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade em função da relação val: lis dig na dieta no período de 28 a 42 dias de idade

| Rel val: lis dig (%) | %Carcaça | %Peito              | %Perna              | %Gord. Abd. |
|----------------------|----------|---------------------|---------------------|-------------|
| 66                   | 71,94    | 38,36               | 29,62               | 2,87        |
| 71                   | 71,97    | 37,70               | 30,35               | 2,91        |
| 76                   | 71,56    | 37,31               | 30,45               | 2,87        |
| 81                   | 71,28    | 37,81               | 30,24               | 2,86        |
| 86                   | 71,98    | 36,50               | 31,27               | 2,70        |
| CV (%)               | 1,49     | 2,40                | 2,19                | 7,41        |
| Regressão            | ns*      | Linear <sup>1</sup> | Linear <sup>2</sup> | ns          |

\*Não significativo (P<0,05)

<sup>1</sup> Y= Y= 44,21-0,09X; R<sup>2</sup>= 0,92

<sup>2</sup> Y= Y=24,477+0,07986; R<sup>2</sup>= 0,78

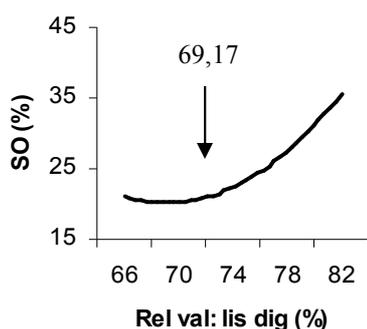


Figura 2. Frequência de fibra SO aos 42 dias de idade em função da relação val: lis dig na dieta;  $Y = 466,419 - 12,9033X + 0,0932713X^2$ ; R<sup>2</sup> 0,77

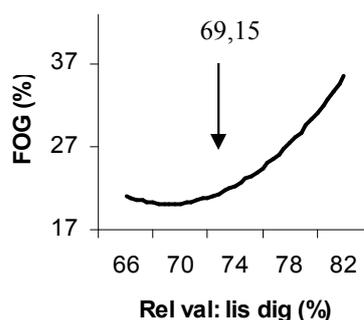


Figura 3. Frequência de fibra FOG aos 42 dias de idade em função da relação val: lis dig na dieta;  $Y = -620,84 + 19,6909X - 0,142383X^2$ ; R<sup>2</sup>= 0,76

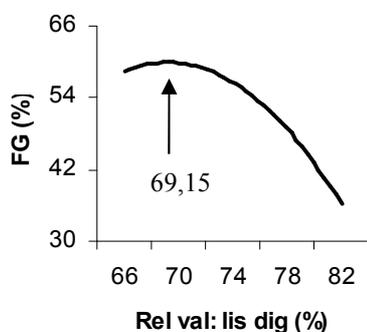


Figura 4. Frequência de fibra FG aos 42 dias de idade da relação val: lis dig na dieta;  $Y = -620,84 + 19,6909X - 0,142383X^2$ ; R<sup>2</sup>= 0,76

Os músculos esqueléticos que compõe o peito de frangos de corte são formados predominantemente por fibras FG, já os músculos vermelhos da coxa e sobrecoxa são compostos por fibra tipo SO, FG e FOG. As fibras FG são adaptadas para o metabolismo anaeróbico e usa o glicogênico como substrato energético. Já as fibras SO, têm metabolismo aeróbico e usam gordura como principal substrato energético (Macari et al., 2002). As fibras tipo FOG têm características intermediárias e conforme o exercício ou nutrição, serem convertidas para SO ou FG.

Quando se utilizou diferentes relações de val: lis dig na dieta na fase final de criação (29 a 42 dias de idade), o maior aporte de valina, tenha sido utilizado pelo metabolismo para priorizar o desenvolvimento de fibras SO.

Talvez isto tenha ocorrido pelo maior aporte de lipídio corporal nesta fase para suprir as necessidades das fibras tipo SO que utilizam gordura como principal substrato. Estes dados mostram que possivelmente exista uma hierarquia de desenvolvimento entre os tipos de fibras musculares.

### **Conclusões**

A relação valina: lisina digestível na ração, não influenciou o desempenho das aves no período de 29 a 42 dias de idade, sendo recomendada para esta fase uma relação de valina: lisina digestível de 66%. De modo geral houve melhora no escore de empenamento das aves com o aumento da relação valina: lisina digestível na dieta. A relação valina: lisina digestível promoveu aumento linear no diâmetro da fibra do músculo flexor longo do hálux, e a partir da relação valina: lisina digestível de 69% houve aumento da frequência de fibras vermelhas e redução na frequência de fibras brancas a justificando desta forma, o maior rendimento de perna em detrimento ao rendimento de peito.

### Literatura Citada

- ALLEN, N.K. & BAKER, D.H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. **Poultry Science**, v.5, p. 1292–1298, 1972.
- BAKER, D. H. Tolerance for branched-chain amino acids in experimental animals and humans. **Journal of Nutrition**, v. 135, p. 1585-1590, 2005.
- BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; FAVERO, A.; et al. Digestible valine requirements in high protein diets for broilers from twenty-one to forty-two days of age. **Animal Feed Science and Technology**, v. 165, p. 120-124, 2011.
- CORZO, A.; DOZIER, W.A; KIDD, M.T. Valine Nutrient Recommendations for Ross x Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, v. 87, p. 335-338, 2008.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER III, W.A; et al. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diets. **Journal Applied Poultry Research**, v. 16, p. 546-554, 2007.
- CORZO, A.; LOAR II, R.E. KIDD, M.T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, v. 88, p. 1934–1938, 2009.
- DUBOWITZ, V.; & BROOKE, M.H. **Muscle biopsy: a modern approach**. London: Saunders, 1973.
- EDENS, F.; PARKHURST, C.R.; HAVENSTEIN, G.B. Housing and selenium influences on feathering in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, Mississippi, v.10, p.128-134, 2001.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p. 118-123, 1998.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. 375p.
- MARKS, H.L. Genotype by diet interactions in body and abdominal fat weight in broilers. **Poultry Science**, v.69, p. 879-886, 1990.
- MENDONÇA, C.X.; JENSEN, L.S. Influence of valine level on performance of older broilers fed a low protein diet supplemented with amino acids. **Nutrition Reports International**, v, 40 (2), p. 247-252, 1989.
- PEARSE, A.G.E. **Histochemistry: theoretical and applied**. 2. ed. Baltimore, Willians and Wikins, 1968.
- PULLEN, A.H. The distribution and relative size of fiber type in the extensor digitorum longus and soleus muscles of the adult rat. **Journal of Anatomy**, v. 123, p. 467-86, 1977.

- RIBEIRO, A.M.L.; KRATZ, L.R. **Mau empenamento: problema complexo, causas múltiplas.** Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais0204\\_bsa\\_ribeiro.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais0204_bsa_ribeiro.pdf)> Acesso em: 12/12/2010.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** 2ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** 3ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SAEG – Universidade Federal de Viçosa – **Sistema para Análise Estatística e Genéticas: versão 8,0** Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1993.
- SMITH, M.O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, v.72, p. 1146-1150, 1993.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. SAS® user guide:statistics. 5.ed. Cary: SAS Institute, 1985. 956p.
- TAVERNARI, F.C. **Atualização da proteína ideal para frangos de corte: valina e isoleucina.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 61p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- TUTTLE, W.L. & BALLOUN, S.L. Leucine, isoleucine and valine interactions in turkey poults. **Poultry Science**, v. 55, p. 1737-1743. 1976.
- TWINING, P.V.; THOMAS, O.P.; BOSSARD, E. H. The number of feathers on the litter; another criterion for evaluating the adequacy of broilers diets. **Poultry Science**, v. 55, p. 1200–1207, 1976.
- VIEIRA, S.L. & LIMA, I.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. **Poultry Science**, v.4, n.6, p. 365-368, 2005.
- WYLIE, L.M.; ROBERTSON, G.W.; MACLEOD, M.G. Effects of ambient temperature and restricted feeding on growth of feathers in growing turkeys. **British Poultry Science**, v.42, p.449-455, 2001.

**VI- Relação valina: lisina digestível na nutrição de frangos de corte e seu efeito sobre: peso relativo de órgãos linfoides, resposta imune celular e atividade de macrófagos em diferentes fases de criação**

RESUMO: Três experimentos foram conduzidos com objetivo de avaliar o efeito da relação valina: lisina digestível (val: lis dig) na dieta sobre o sistema imune de frangos de corte em diferentes períodos de criação. Em todos os experimentos foram adotados um delineamento inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, seis repetições e 36, 34 e 30 aves por unidade experimental, para os Experimentos I, II e III, respectivamente. Foram utilizadas diferentes relações de val: lis dig nos Experimento I, II e III, sendo que no Experimento I, no período de um a 14 dias de idade e no Experimento II, no período de 15 a 28 dias de idade foram utilizadas as relações de val: lis dig de 66, 71, 76, 81, 86%. No experimento III foram utilizados diferentes relações de val: lis dig de 66, 70, 74, 78 e 82% no período de 29 a 42 dias de idade. Em cada experimento, as aves receberam o mesmo manejo e ração antes e depois do período experimental correspondente. A relação valina: lisina digestível na ração possivelmente tenha atuado na produção e maturação dos linfócitos T, promovendo aumento peso relativo do timo ( $P < 0,05$ ) aos sete dias de idade até a relação val: lis dig de 74,22% e aumento ( $P < 0,05$ ) no peso relativo do baço aos 42 dias de idade com relação val: lis dig de 74% quando as aves receberam diferentes relações de val: lis dig apenas no período final de criação. A relação valina: lisina digestível na dieta influenciou a atividade fagocítica dos macrófagos ( $P < 0,05$ ), promovendo uma maior atividade com uma relação de 76,89%. Nenhum efeito da relação val: lis dig foram encontradas sobre a hipersensibilidade cutânea e peso relativo da bolsa cloacal. O peso relativo dos órgãos linfoides não foi influenciado quando as aves receberam diferentes relação de val: lis dig no período de 15 a 28 dias de idade.

**Palavras-chave:** aminoácido de cadeia ramificada, aminoácido digestível, atividade de macrófagos, hipersensibilidade cutânea

## Introdução

A avicultura brasileira representa uma das mais importantes cadeias produtivas, do Brasil e tem passado por um intenso desenvolvimento, o que faz com que o Brasil, ocupe uma posição de destaque no mercado internacional.

Com o desenvolvimento tecnológico e produtivo da avicultura, aumenta a necessidade de pesquisas que além de maximizar o desempenho das aves, assegure equilíbrio fisiológico e promova uma resposta imunológica adequada das aves.

O sistema imunológico é composto pelos sistemas linfóide primário e linfóide secundário, Nas aves o sistema imune primário é composto pela bolsa cloacal e do timo. Órgãos como medula óssea, baço, glândula de Harder, placas de Payer e tonsilas cecais são considerados órgãos linfóides secundários (Morgulis, 2002).

No baço, os linfócitos B e T que sofreram maturação na bolsa cloacal e timo e, respondem a antígenos estranhos, gerando células efetoras e de memória, havendo a participação de macrófagos e de células apresentadoras de antígenos (Morgulis, 2002).

Na determinação das exigências nutricionais, as exigências do sistema imunológico das aves devem ser consideradas, porque pode ser maior para alguns nutrientes, sendo possível modular sua resposta e conseqüentemente obter melhores desempenhos em condições comerciais.

A deficiência de valina parece provocar uma depressão no sistema imunológico das aves, podendo dessa maneira provocar uma queda no desempenho dessas aves, por limitar o suplemento de nutrientes aos demais sistemas fisiológicos, no caso de uma resposta imune ativa. Uma significativa diminuição no peso relativo do timo e bolsa de Fabrícus foram observadas quando os frangos de corte foram alimentados com dietas deficientes em BCAA (Konashi et al., 2000).

Bhargava et al. (1971), avaliando o efeito da suplementação de valina na alimentação de frangos de corte, quando estes foram inoculados com o vírus da doença de Newcastle, verificaram que o requerimento de valina para produção de anticorpos foi superior aos de crescimento. Dessa forma, parece evidente a importância de se determinar os níveis adequados dos aminoácidos requeridos para otimizar a resposta imune.

Com base nestas informações, objetivou-se avaliar o efeito relação valina: lisina digestível (val: lis dig) na ração de frangos de corte no período de um a 14 dias, 15 a 28 e 29 a 42 dias de idade sobre imunidade celular.

### **Material e Métodos**

Três experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

#### *Experimento I – Diferentes relações de val: lis dig no período de um a 14 dias de idade*

O objetivo do Experimento I, foi avaliar o efeito da relação val: lis dig no período de um a 14 dias de idade sobre o peso relativo dos órgãos linfoides. Contudo após 14 dias de idade foram mantidas as mesmas relações de val: lis dig por todo período de criação, variando os níveis de val de acordo com a fase de criação, para avaliar a hipersensibilidade cutânea aos 35 dias e a atividade de macrófagos os 38 dias de idade. Foram utilizados 210 pintos de corte, machos, de um dia de idade da linhagem comercial Cobb, com peso médio de 43,30g vacinados no 1º dia no incubatório contra a Doença de Marek e no 7º dia foram vacinadas contra a Doença de Gumboro via ocular (Bursine Plus®).

As aves foram alojadas em um galpão convencional de 30x8 metros, dividido em boxes de 5,2 m<sup>2</sup> de área, com cobertura de telha de fibrocimento, piso de concreto e paredes laterais de alvenaria com 0,4m de altura, completadas com tela de arame até o telhado, com cortinas de ráfia móveis.

A cama utilizada sobre o piso foi de palha de arroz, primeiro lote. Durante os cinco primeiros dias foram utilizados comedouros tubulares infantis e bebedouro tipo copo de pressão, os quais foram substituídos gradativamente por comedouros tubulares adultos e bebedouros automáticos pendulares. A água e a ração foram fornecidas *ad libitum*.

Até aos 14 dias de idade foi realizado o aquecimento das aves através do sistema de círculo de proteção e campânulas elétricas com lâmpadas infravermelhas dispostas no centro do círculo de proteção.

O programa de iluminação foi contínuo na primeira semana de idade e o restante do período experimental com 23 horas de luz/dia.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco tratamentos, seis repetições e 36 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em cinco relações de val: lis dig, sendo elas: 66, 71, 76, 81 e 86%. As rações à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005) variando apenas as relações de val: lis dig no período experimental. A composição percentual e calculada das rações experimentais encontra-se na Tabela 1.

#### *Peso relativo dos órgãos linfoides*

Foram coletados o timo, a bolsa de Fabrícus e o baço de duas aves por repetição, totalizando oito aves por tratamento, aos sete e 14 dias de idade. Para realização dessa coleta, as aves foram sensibilizadas por eletr narcose. Os órgãos coletados foram

pesados em balança de precisão de um grama e também foi aferido o peso vivo das aves para o cálculo do peso relativo dos órgãos ((peso órgão/peso vivo) \* 100).

#### *Hipersensibilidade Cutânea Basófila*

Aos 35 dias de idade, duas aves por repetição, totalizando doze aves por tratamento, foram utilizadas para avaliar a imunidade mediada por células *in vivo* (Corrier & DeLoach, 1990). Cada ave foi inoculada intradermicamente, no espaço interdigital entre o 3º e 4º dedo da pata direita com 0,1 mL de uma solução fitohemaglutinina PHA-M® (1057601 - Invitrogen). Como controle negativo, 0,1 mL de solução salina estéril foi inoculado entre o 3º e 4º dedo da pata esquerda.

O espessamento da pele de ambas as patas foi aferido em milímetros utilizando um paquímetro digital antes da inoculação e três, seis, 12 e 24 horas após a inoculação. O cálculo (Corrier & DeLoach, 1990) apresentou da seguinte forma: Reação = resposta a fitohemaglutinina – resposta do controle, em que a resposta a fitohemaglutinina é medida pela espessura da pele após o tempo de inoculação menos a espessura no tempo zero (antes da inoculação). A resposta do controle é medida pela espessura da pele após o tempo de inoculação (PBS) menos a espessura no tempo zero (antes da inoculação).

#### *Atividade de Macrófagos*

Para avaliação da atividade fagocítica de macrófagos foi utilizado uma ave por unidade experimental. As aves foram inoculadas no 36º dia de vida, através de injeção intra-abdominal de Sephadex G-50® (Sigma) a 3%, (um mL/100g de peso vivo) (Qureshi et al., 1986; Gore & Qureshi, 1997; Konjufca, 2004).

Utilizaram-se para esse procedimento cateteres intravasculares G-14, Após 42 horas as aves foram sacrificadas através de desligamento cervical. Foram lavadas (detergente neutro) e sanitizadas (álcool 70%). As aves foram transportadas ao laboratório, foram abatidas por deslocamento cervical e se procedeu à abertura da

cavidade abdominal, que foi posteriormente lavada com 20 mL de solução de PBS estéril heparinizada contendo 0,5 UI/L (Liquemine® 25.000 UI/5mL – Roche). Coletou-se, aproximadamente 15 mL de líquido abdominal com auxílio de pipetas Pasteur, sendo imediatamente acondicionado em tubos Falcon em banho de gelo.

O material foi centrifugado a 1500 rpm/10 minutos, sendo o “pellet”, ressuspendido em 2 mL de meio RPMI 1640® (Sigma). Foi adicionado 150 µL dessa suspensão a cada poço da placa de cultura (24 poços), contendo lamínula de 13 mm de diâmetro. Foi incubada a temperatura ambiente por uma hora. Após, a placa foi lavada com PBS estéril gelado para remover as células não aderentes. Em seguida, foi adicionado 150 µL de suspensão a 3% de eritrócitos de carneiros em meio RPMI 1640® (Sigma), incubando na estufa a 37°C, em concentração de 5% de gás carbônico, por 24 horas. Posteriormente, a placa foi lavada com PBS estéril gelado para remover os eritrócitos que não aderiram. Em seguida, foi realizada a coloração, utilizando um kit comercial (Panótico Rápido LB® - Laborclin). Após 48 horas, as lâminas foram montadas utilizando Permount®.

Foram contados, em cada lamínula, 100 macrófagos e verificado o número destas células que continham eritrócitos fagocitados. A atividade fagocítica foi calculada considerando o número de macrófagos contendo eritrócitos fagocitados dividido pelo número total de macrófagos contados.

Experimento II – *Diferentes relações de val: lis dig no período de 15 a 28 dias de idade*

No Experimento II, objetivou-se avaliar o efeito da relação val: lis dig no período de 15 a 28 dias de idade sobre o peso relativo dos órgãos linfoides aos 28 dias de idade.

No período experimental, de 15 a 28 dias de idade, foram utilizados 60 pintos de corte, macho, com 15 dias de idade, peso médio de 456,02g, da linhagem Cobb 500.

Foi adotado um delineamento inteiramente ao acaso casualizado, com cinco tratamentos, seis repetições e trinta e quatro aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em cinco relações de val: lis dig, sendo elas, 66, 71, 76, 81 e 86% no período de 15 a 28 dias de idade. As rações à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005) variando apenas as relações de val: lis dig no período experimental. A composição percentual e calculada das rações experimentais encontra-se na Tabela 1.

No período de um a 14 dias e 29 a 42 dias de idade todas as aves receberam uma mesma ração para atender as exigências nutricionais para aves de desempenho superior segundo as recomendações proposta por Rostagno et al. (2005) para os respectivos períodos.

Foi avaliado o peso relativo dos órgãos linfoides aos 28 dias de idade utilizando a mesma metodologia utilizada no experimento I.

Experimento III – *Diferentes relações de val: lis dig no período de 29 a 42 dias de idade*

No Experimento III, objetivou-se avaliar o efeito da relação val: lis dig no período de 29 a 42 dias de idade sobre o peso relativo dos órgãos linfoides aos 42 dias de idade.

No período experimental, foram utilizados 60 pintos de corte machos, com 29 dias de idade, peso médio de 1362,89g, da linhagem Cobb. Foi adotado um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos, seis repetições e trinta aves por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de cinco relações val: lis dig na dieta, sendo elas, 66, 70, 74, 78 e 82% no período de 29 a 42 dias de idade.

Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais para frangos de corte do Experimento I, II e III

| Ingredientes                   | Relação val: lis dig (%)    |       |       |       |                               |       |       |       |                                |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                | Experimento I - I a 14 dias |       |       |       | Experimento II - 15 a 28 dias |       |       |       | Experimento III - 29 a 42 dias |       |       |       |       |       |       |
|                                | 66                          | 71    | 76    | 81    | 86                            | 66    | 71    | 76    | 81                             | 86    | 66    | 70    | 74    | 78    | 82    |
| Milho                          | 55,80                       | 55,80 | 55,80 | 55,80 | 55,80                         | 64,62 | 64,62 | 64,62 | 64,62                          | 64,62 | 67,00 | 67,00 | 67,00 | 67,00 | 67,00 |
| Farelo soja, 45%               | 36,50                       | 36,50 | 36,50 | 36,50 | 36,50                         | 27,40 | 27,40 | 27,40 | 27,40                          | 27,40 | 24,60 | 24,60 | 24,60 | 24,60 | 24,60 |
| Óleo soja                      | 2,50                        | 2,50  | 2,50  | 2,50  | 2,50                          | 2,98  | 2,98  | 2,98  | 2,98                           | 2,98  | 3,67  | 3,67  | 3,67  | 3,67  | 3,67  |
| Calcário calcítico             | 0,96                        | 0,96  | 0,96  | 0,96  | 0,96                          | 0,89  | 0,89  | 0,89  | 0,89                           | 0,89  | 0,84  | 0,84  | 0,84  | 0,84  | 0,84  |
| Fosfato bicálcico              | 1,95                        | 1,95  | 1,95  | 1,95  | 1,95                          | 1,81  | 1,81  | 1,81  | 1,81                           | 1,81  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  | 1,65  |
| Bicarbonato de Na <sup>+</sup> | 0,34                        | 0,34  | 0,34  | 0,34  | 0,34                          | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40                           | 0,40  | 0,30  | 0,30  | 0,30  | 0,30  | 0,30  |
| Sal comum                      | 0,30                        | 0,30  | 0,30  | 0,30  | 0,30                          | 0,23  | 0,23  | 0,23  | 0,23                           | 0,23  | 0,22  | 0,22  | 0,22  | 0,22  | 0,22  |
| DL-Metionina 99%               | 0,39                        | 0,39  | 0,39  | 0,39  | 0,39                          | 0,31  | 0,31  | 0,31  | 0,31                           | 0,31  | 0,29  | 0,29  | 0,29  | 0,29  | 0,29  |
| L- Lisina 78,8%                | 0,41                        | 0,41  | 0,41  | 0,41  | 0,41                          | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40                           | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| L-Treonina                     | 0,18                        | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18                          | 0,15  | 0,15  | 0,15  | 0,15                           | 0,15  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  | 0,14  |
| L-Triptofano                   | 0,00                        | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00                          | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01                           | 0,01  | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| L-Valina                       | 0,00                        | 0,07  | 0,14  | 0,20  | 0,27                          | 0,00  | 0,07  | 0,12  | 0,18                           | 0,24  | 0,00  | 0,04  | 0,09  | 0,13  | 0,17  |
| Caulim (inerte)                | 0,48                        | 0,41  | 0,34  | 0,27  | 0,20                          | 0,60  | 0,54  | 0,48  | 0,42                           | 0,37  | 0,70  | 0,66  | 0,61  | 0,58  | 0,54  |
| Supl. Vitamínico <sup>1</sup>  | 0,10                        | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10                          | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10                           | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Supl. Mineral <sup>2</sup>     | 0,05                        | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05                          | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05                           | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| BHT                            | 0,05                        | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05                          | 0,05  | 0,05  | 0,05  | 0,05                           | 0,05  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  | 0,01  |
| Total                          | 100,0                       | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0                         | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0                          | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Valores calculados             |                             |       |       |       |                               |       |       |       |                                |       |       |       |       |       |       |
| Proteína bruta (%)             | 21,87                       | 21,87 | 21,87 | 21,87 | 21,87                         | 18,41 | 18,41 | 18,41 | 18,41                          | 18,41 | 17,31 | 17,31 | 17,31 | 17,31 | 17,31 |
| EM (kcal/kg)                   | 2,959                       | 2,959 | 2,959 | 2,959 | 2,959                         | 3,100 | 3,100 | 3,100 | 3,100                          | 3,100 | 3,18  | 3,18  | 3,18  | 3,18  | 3,18  |
| Met +cis dig (%)               | 0,970                       | 0,970 | 0,970 | 0,970 | 0,970                         | 0,520 | 0,520 | 0,520 | 0,520                          | 0,520 | 0,77  | 0,77  | 0,77  | 0,77  | 0,77  |
| Lis dig (%)                    | 1,360                       | 1,360 | 1,360 | 1,360 | 1,360                         | 1,156 | 1,156 | 1,156 | 1,156                          | 1,156 | 1,07  | 1,07  | 1,07  | 1,07  | 1,07  |
| Trip dig (%)                   | 0,240                       | 0,240 | 0,240 | 0,240 | 0,240                         | 0,199 | 0,199 | 0,199 | 0,199                          | 0,199 | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  |
| Val dig (%)                    | 0,900                       | 0,968 | 1,036 | 1,104 | 1,173                         | 0,755 | 0,809 | 0,867 | 0,924                          | 0,980 | 0,709 | 0,752 | 0,795 | 0,837 | 0,881 |
| Ileudig (%)                    | 0,846                       | 0,846 | 0,846 | 0,846 | 0,846                         | 0,694 | 0,694 | 0,694 | 0,694                          | 0,694 | 0,65  | 0,65  | 0,65  | 0,65  | 0,65  |
| Leu dig (%)                    | 1,720                       | 1,720 | 1,720 | 1,720 | 1,720                         | 1,500 | 1,500 | 1,500 | 1,500                          | 1,500 | 1,44  | 1,44  | 1,44  | 1,44  | 1,44  |
| Treo dig (%)                   | 0,720                       | 0,720 | 0,720 | 0,720 | 0,720                         | 0,756 | 0,756 | 0,756 | 0,756                          | 0,756 | 0,70  | 0,70  | 0,70  | 0,70  | 0,70  |
| Arg dig (%)                    | 1,370                       | 1,370 | 1,370 | 1,370 | 1,370                         | 1,051 | 1,051 | 1,051 | 1,051                          | 1,051 | 0,63  | 0,63  | 0,63  | 0,63  | 0,63  |
| Cálcio (%)                     | 0,950                       | 0,950 | 0,950 | 0,950 | 0,950                         | 0,870 | 0,870 | 0,870 | 0,870                          | 0,870 | 0,81  | 0,81  | 0,81  | 0,81  | 0,81  |
| Fósf. Disp. (%)                | 0,470                       | 0,470 | 0,470 | 0,470 | 0,470                         | 0,538 | 0,538 | 0,538 | 0,538                          | 0,538 | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  | 0,40  |
| Sódio (%)                      | 0,185                       | 0,185 | 0,185 | 0,185 | 0,185                         | 0,218 | 0,218 | 0,218 | 0,218                          | 0,218 | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  | 0,20  |
| Cloro (%)                      | 0,046                       | 0,046 | 0,046 | 0,046 | 0,046                         | 0,183 | 0,183 | 0,183 | 0,183                          | 0,183 | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,18  |
| Potássio (%)                   | 0,824                       | 0,824 | 0,824 | 0,824 | 0,824                         | 0,682 | 0,682 | 0,682 | 0,682                          | 0,682 | 0,63  | 0,63  | 0,63  | 0,63  | 0,63  |
| BE(mEq/kg) <sup>3</sup>        | 205,8                       | 205,8 | 205,8 | 205,8 | 205,8                         | 217,9 | 217,9 | 217,9 | 217,9                          | 217,9 | 200,8 | 200,8 | 200,8 | 200,8 | 200,8 |

Suplemento vitamínico (Conteúdo por kg de premix): Ferro 100,000 mg; Cobre 16,000 mg; Iodo 2,400 mg; Zinco 100,000 mg; Manganês 140,000 mg; Selênio 400 mg; Veículo q.s.p., 1,000 g; Vit. A 7,000,000 UI; Vit. D3 2,200,000 UI; Vit.E 11,000 mg; Vit. K3 1,600 mg; Vit. B1 2,000 mg; Vit. B2 5,000 mg; Vit. B6 3,000 mg; Vit. B12 12,000 mcg; Vit. B3 1,600 mg; Niacina 35,000 mg; Ácido Pantotênico 13,000 mg; Ácido Fólico 800 mg; Antioxidante 100,000 mg; Veículo q.s.p., 1,000g

As rações à base de milho e farelo de soja, foram formuladas de acordo com os valores de composição química dos alimentos e as exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2005) variando apenas as relações de val: lis dig no período experimental. A composição percentual e calculada das rações experimentais encontra-se na Tabela 1. No período de um a 28 dias de idade todas as aves receberam uma mesma ração para atender as exigências nutricionais para aves de desempenho superior segundo as recomendações proposta por Rostagno et al. (2005), para os respectivos períodos.

Foi avaliado o peso relativo dos órgãos linfoides aos 42 dias de idade utilizando a mesma metodologia utilizada no experimento I.

#### *Análises estatísticas*

Os dados de todas as variáveis avaliadas foram submetidos às análises de variância e regressão polinomial 5% de significância utilizando o programa estatístico SAEG(2007).

### **Resultados e Discussão**

#### *Experimento I – Diferentes relações de val: lis dig no período de um a 42 dias de idade*

O peso relativo dos órgãos linfoides do Experimento I (1 a 14 dias) estão apresentados na Tabela 2 e Figura 1.

A relação val: lis dig aos sete dias de idade influenciou apenas o peso relativo do timo ( $P < 0,05$ ), sendo que o maior peso relativo foi obtido com a relação de 74,22% val: lis dig (Figura 1), nível de 1,012% Val dig. Não houve efeito da relação val: lis dig sobre o peso relativo dos órgãos linfoides aos 14 dias de idade.

Tabela 2. Peso relativo dos órgãos linfoides de frangos de corte aos sete e 14 dias de idade em função da relação val: lis digna dieta no período de um a 14 dias de idade - Experimento I

| Rel val: lis dig | Timo (%)   | Baço (%) | B. cloacal (%) |
|------------------|------------|----------|----------------|
|                  | 7 dias     |          |                |
| 66               | 0,39       | 0,084    | 0,19           |
| 71               | 0,49       | 0,086    | 0,20           |
| 76               | 0,44       | 0,080    | 0,20           |
| 81               | 0,42       | 0,079    | 0,19           |
| 86               | 0,35       | 0,085    | 0,18           |
| CV (%)           | 19,52      | 18,46    | 13,19          |
| Regressão        | Quadratico | ns*      | ns             |
| 14 dias          |            |          |                |
| 66               | 0,40       | 0,088    | 0,242          |
| 71               | 0,43       | 0,107    | 0,227          |
| 76               | 0,38       | 0,092    | 0,226          |
| 81               | 0,42       | 0,086    | 0,199          |
| 86               | 0,48       | 0,111    | 0,240          |
| CV (%)           | 29,64      | 18,27    | 26,78          |
| Regressão        | ns         | ns       | ns             |

\*P>0,05

Os órgãos linfoides das aves, em particular o timo e a bolsa cloacal, são órgãos linfoides primários representam sítios de maturação de linfócitos T e B, respectivamente e têm fundamental importância no período pós-eclosão, porém, à medida que as aves se desenvolvem, e se aproximam da maturidade sexual, sofrem involução fisiológica (Morgulis, 2002). Dentro desse contexto de desenvolvimento e maturação dos órgãos linfoides, a relação val: lis dig, foi associada a participação no desenvolvimento inicial do sistema imune, sendo importante para o processo de diferenciação celular (Klasing, 1998). Provavelmente a valina tenha atuado na produção e maturação dos linfócitos T promovendo um aumento no peso relativo do timo aos sete dias de idade com uma relação val: lis dig de até 74,22, período no qual os linfócitos ainda estão presentes neste órgão.

Estas aves foram criadas até aos 38 dias de idade, mantendo as mesmas relações de val: lis dig do período de um a 14 dias de idade para avaliar o efeito da relação val: lis dig sobre a resposta imune celular, através hipersensibilidade cutânea basófila aos 35 dias de idade e atividade de macrófagos aos 38 dias de idade.

Os dados de imunidade celular medida através da hipersensibilidade cutânea basófila estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Hipersensibilidade Cutânea Basófila (mm) em função da val: lis dig na dieta de frangos de corte aos 35 dias de idade

| Val:lis dig | Tempo de medidas (horas) |       |       |       |
|-------------|--------------------------|-------|-------|-------|
|             | 3                        | 6     | 12    | 24    |
| 66          | 0,642                    | 0,490 | 0,383 | 0,244 |
| 71          | 0,593                    | 0,471 | 0,389 | 0,238 |
| 76          | 0,630                    | 0,503 | 0,372 | 0,244 |
| 81          | 0,632                    | 0,481 | 0,376 | 0,245 |
| 86          | 0,632                    | 0,472 | 0,374 | 0,235 |
| CV          | 20,21                    | 18,98 | 18,25 | 24,47 |
| Regressão   | ns*                      | ns    | ns    | ns    |

Para a resposta imune celular, medida através da hipersensibilidade cutânea basófila após injeção de fitohemaglutinina (PHA) para estímulo de proliferação celular, não houve influência da relação val: lis dig ( $P>0,05$ ) na dieta. Isto sugere que a relação val: lis dig não promove reação mais intensa em caso de agressões que estimulem a resposta celular local.

Os dados da atividade de macrófagos aos 38 dias de idade em função da relação val: lis dig da ração estão apresentados na Tabela 4 e Figura 2.

O aumento da relação val: lis dig na dieta teve efeito ( $P<0,05$ ) sobre a atividade fagocítica de macrófagos, caracterizada pela fagocitose de eritrócitos de carneiro, estimulada através da injeção abdominal de Sephadex G-50® (Sigma). A maior atividade fagocítica dos macrófagos foi observada com a relação de 76,89%.

Tabela 4, Atividade de macrófagos em função da relação val: lis dig na dieta de frangos de corte aos 38 dias de idade

| Val:lis dig | Macrófagos com eritrócitos/macrófagos contados |
|-------------|--|
| 66          | 17,27  |
| 71          | 22,86  |
| 76          | 30,01  |
| 81          | 25,35  |
| 86          | 20,23  |
| CV          | 14,63  |
| Regressão   | Quadrático*                                    |

\*P&lt;0,05

Os macrófagos são células que compõem o sistema monocuclear fagocitário (McCorkle, 1998), integrantes da imunidade inata das aves e importantes para a imunidade adaptativa (Qureshi, 2003; Abbas et al., 2007), atuando nos processos de defesa do organismo através da destruição de agentes estranhos. As principais funções executadas por essa célula são a fagocitose, destruição de bactérias (Qureshi et al., 1986), secreção de prostaglandinas e citocinas que atuam no sistema inflamatório e apresentação de antígenos para desenvolvimento da resposta imune (Abbas et al., 2007).

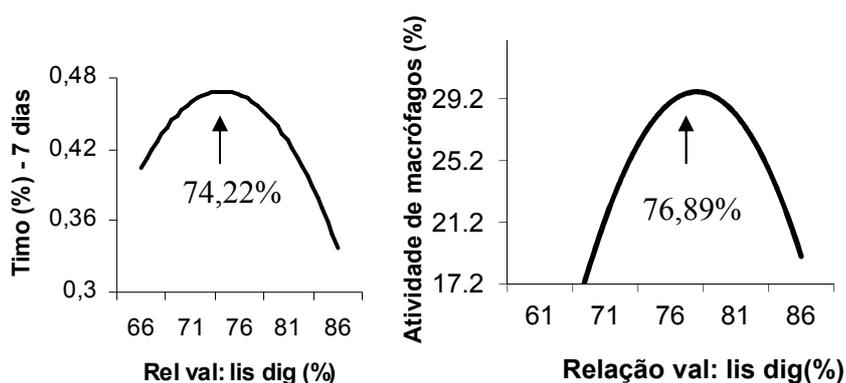


Figura 1. Peso relativo do timo aos 7 dias de idade em função de diferentes relações de val: lis dig – Experimento 1 a 42 dias;  $Y = -4,7311 + 0,140122X - 0,000943962X^2$ ;  $R^2 = 0,85$

Figura 2. Atividade de macrófagos em função da relação val: lis dig na dieta de frangos de corte aos 38 dias de idade.  $Y = -533,25 + 14,5986X - 0,0949371X^2$ ;  $R^2 = 0,90$

Como são consideradas primeira linha de defesa (Qureshi, 1998), a ativação e atividade fagocítica dos macrófagos, se adequadamente estimulada, tende a fornecer melhores condições das aves responderem ao estímulo, fagocitar e destruir agentes patogênicos.

*Experimento II (diferentes relações de valina no período de 15 a 28 dias de idade) e Experimento III(diferentes relações de valina no período de 29 a 42 dias de idade)*

Os dados do peso relativo dos órgãos linfoides de frangos de corte do Experimento II e do Experimento III estão apresentados na Tabela 5 e Figura 3.

Tabela 5. Peso relativo dos órgãos linfoides de frangos de corte do Experimento II, aos 28 dias de idade, em função da relação val: lis dig no período de 15 a 28 dias de idade e do Experimento III, aos 42 dias de idade, em função da relação val: lis dig no período de 29 a 42 dias de idade - Experimento II

| Rel val: lis dig (%)           | Timo (%) | Bolsa cloacal (%) | Baço (%)   |
|--------------------------------|----------|-------------------|------------|
| 15 a 28 dias (Experimento II)  |          |                   |            |
| 66                             | 0,632    | 0,203             | 0,099      |
| 71                             | 0,624    | 0,206             | 0,102      |
| 76                             | 0,629    | 0,211             | 0,105      |
| 81                             | 0,588    | 0,208             | 0,103      |
| 86                             | 0,583    | 0,205             | 0,107      |
| CV (%)                         | 18,22    | 18,04             | 17,39      |
| Regressão                      | ns       | ns                | ns         |
| 29 a 42 dias (Experimento III) |          |                   |            |
| 66                             | 0,505    | 0,136             | 0,091      |
| 70                             | 0,445    | 0,123             | 0,124      |
| 74                             | 0,505    | 0,123             | 0,121      |
| 78                             | 0,390    | 0,123             | 0,120      |
| 82                             | 0,477    | 0,123             | 0,111      |
| CV (%)                         | 28,32    | 29,47             | 20,08      |
| Regressão                      | ns*      | ns                | Quadrática |

\*P>0,05

No Experimento II, que utilizaram diferentes relações de val: lis dig apenas no período de 15 a 28 dias de idade, a relação val: lis dig não influenciou ( $P>0,05$ ) o peso relativo dos órgãos linfoides aos 28 dias de idade. Os resultados podem ser decorrentes da condição sanitária das aves em condições ideais de temperatura e densidade e dentro de um quadro de biosseguridade considerado estável.

Entretanto, no Experimento III, onde se trabalhou com diferentes relações de val: lis dig apenas no período de 29 a 42 dias de idade, houve aumento ( $P<0,05$ ) do peso do baço aos 42 dias de idade até a relação de 74% val: lis dig, nível de 0,807% Val dig. Mais estudos devem ser realizados para entender o efeito da valina sobre os órgãos linfoides das aves.

Os resultados do Experimento I e III, mostram que o aumento da relação val: lis dig na dieta pode influenciar a produção e maturação dos linfócitos T, promovendo um aumento no peso relativo do timo na fase inicial de criação e do baço na fase final.

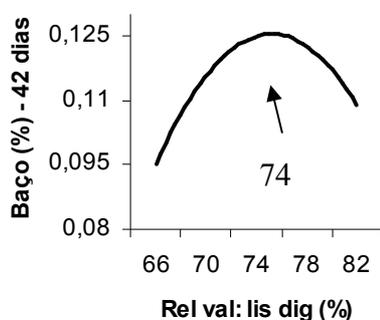


Figura 3. Peso relativo do baço aos 42 dias de idade em função da relação val: lis dig – Experimento III;  $Y = -1,8984 + 0,053826X - 0,0003579X^2$ ;  $R^2 = 0,84$

### Conclusões

A relação valina: lisina digestível na ração possivelmente tenha atuado na produção e maturação dos linfócitos T, promovendo maior peso relativo do timo aos sete dias de

idade aumento no peso relativo do baço aos 42 dias de idade. A relação valina: lisina digestível na dieta influenciou a atividade fagocítica dos macrófagos, promovendo uma maior atividade com uma relação de 76,89%.

### Literatura citada

- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; PILLAI, S. **Cellular and molecular immunology**. 6<sup>a</sup>, ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007, 566p.
- BAKER, D. H. Tolerance for branched-chain amino acids in experimental animals and humans. **Journal of Nutrition**, v. 135, p. 1585-1590, 2005.
- BHARGAVA, K.K., HANSON, R.P., SUNDE, M.L. Effects of methionine and valine on growth and antibody production in chicks infected with live or killed Newcastle disease virus. **Poultry Science**, v.50, p. 614-619, 1971.
- CORRIER, D.E.; DeLOACH, J.R. Evaluation of cell-mediated, cutaneous basophil hypersensitivity in young chickens by an interdigital skin test. **Poultry Science**, v.69, n.3, p.403-408, 1990.
- GORE, A.B.; & QURESHI, M.A. Enhancement of humoral and cellular immunity by vitamin E after embryonic exposure. **Poultry Science**, v.76, n.7, p.984-991, 1997.
- KLASING, K.C. Nutritional modulation of resistance to infectious diseases. **Poultry Science**, v.77, n. 8, p.1119-1125, 1998.
- KONASHI, S.; TAKAHASHI, K'; ARIBA, Y. Effects of dietary essential amino acid deficiencies on immunological variables in broilers chickens. **British Journal of Nutrition**, v.83, p.449-456, 2000.
- KONJUFCA, V.K. Influence of dietary vitamin E on phagocytic functions of macrophages in broilers. **Poultry Science**, v.83, n.9, p.1530-1534, 2004.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**, Funep/Unesp, Jaboticabal, SP, 375p, 2002.
- MORGULIS, M.S. Imunologia Aplicada. IN: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZÁLES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2.ed. São Paulo: FUNEP, 2002.p.231-245.
- McCORCKLE, F.M. Introduction to the symposium: nonlymphoid cells and their factors in immune response. **Poultry Science**, v.77, n.8, p.963, 1998.
- QURESHI, M.A. Avian macrophage and immune response: an overview. **Poultry Science**, v.82, n.5, p.691-698, 2003.

- QURESHI, M.A.; DIETERI, R.R.; BACON, L.D. Genetic variation in the recruitment and activation of chicken peritoneal macrophages. **Experimental Biology and Medicine**, v.181, p.560-568, 1986.
- QURESHI, M.A. Role of Macrophages in avian health and disease. **Poultry Science**, v.77, n.7, p.978-982, 1998.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2ed, Viçosa:UFV, Departamento de Zootecnia, 186p, 2005.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SAEG – Universidade Federal de Viçosa – **Sistema para Análise Estatística e Genéticas: versão 8,0** Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 1993.
- SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G. S.; et al. Nutraceutical effects of Branched-Chain Amino Acids on Skeletal Muscle. **Journal Nutrition**, v.136, p. 529-532, 2006.

## VII - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo mesmo utilizando dietas vegetais, à base de milho e farelo de soja, com excesso de leucina e déficit de isoleucina, houve efeito da relação val: lis dig sobre o desempenho, empenamento, desenvolvimento muscular e sistema imune das aves. Possivelmente um adicional de valina na dieta tenha minimizado o efeito antagônico da leucina sobre a valina, promovendo melhor desenvolvimento das aves.

Houve maior efeito da relação val: lis dig sobre o desempenho das aves na fase inicial e de crescimento. De modo geral houve melhora no escore de empenamento das aves com o aumento da relação valina: lisina digestível na dieta.

A relação val: lis dig atuou de maneira diferenciada sobre os diferentes tipos de fibras musculares nas diferentes fases de crescimento, mostrando que possivelmente exista uma hierarquia temporal de desenvolvimento entre os tipos de fibras musculares. Quando foram utilizadas diferentes relações de val: lis dig apenas no período de crescimento, o maior aporte de valina na ração promoveu maior rendimento de peito em detrimento ao rendimento de perna. Entretanto, quando se utilizou diferentes relações de val: lis dig no período final de criação houve maior desenvolvimento das fibras vermelhas, promovendo consequentemente maior rendimento de perna. A ação da relação val: lis dig sobre as fibras musculares foi marcante, apesar de multifacetada, requerendo estudos complementares afim de esclarecer o mecanismo envolvido.

Possivelmente a relação val: lis dig tenha influenciado a produção e maturação dos linfócitos T, promovendo maior peso relativo do timo aos sete dias de idade e aumento no peso relativo do baço aos 28 e 42 dias de idade, período o qual os linfócitos T. A relação val: lis dig na dieta melhorou também atividade fagocítica dos macrófagos, promovendo uma maior atividade com uma relação de 77%. Pesquisas mais completas sobre os mecanismos envolvidos na participação da valina no sistema imune serão necessárias

para estabelecer a aplicabilidade da suplementação dietética na otimização da resposta imune.

Com a crescente disponibilidade comercial de aminoácidos sintéticos para a produção animal e aumento no número de pesquisas, os aminoácidos poderão ser utilizados como nutracêuticos na manutenção da sanidade das aves e atuar como moduladores no rendimento de cortes nobres de aves.