

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS**

**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM
TREONINA, TRIPTOFANO, VALINA E ISOLEUCINA PARA
FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE**

**Karina Ferreira Duarte
Médica Veterinária**

JABOTICABAL - SÃO PAULO – BRASIL
2009

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM
TREONINA, TRIPTOFANO, VALINA E ISOLEUCINA PARA
FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE**

Karina Ferreira Duarte

Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Doutor em Zootecnia – Área de Concentração em Produção Animal.

Jaboticabal - SP
Julho - 2009

Duarte, Karina Ferreira
D812c Critérios de avaliação das exigências em treonina, triptofano,
valina e isoleucina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade /
Karina Ferreira Duarte. – – Jaboticabal, 2009
xvii, 118 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Otto Mack Junqueira
Banca examinadora: Edivaldo Antônio Garcia, Douglas Emygdio
de Faria, Rosemeire da Silva Filardi, Silvana Martinez Baraldi Artoni
Bibliografia

1. Aminoácidos digestíveis. 2. Proteína ideal. 3. Frangos de corte.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.531:634.0

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

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

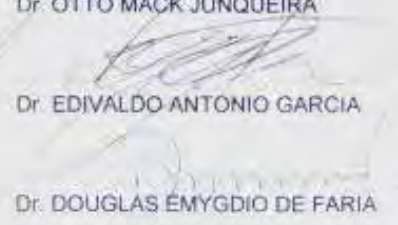
TÍTULO: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM TREONINA, TRIPTOFANO, VALINA E ISOLEUCINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.

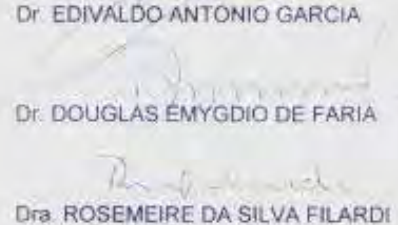
AUTORA: KARINA FERREIRA DUARTE

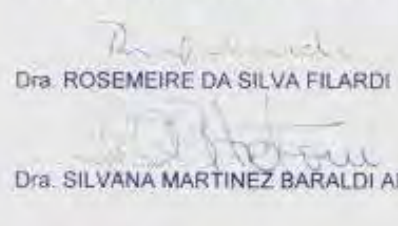
ORIENTADOR: Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

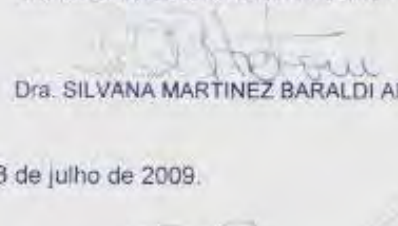
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em ZOOTECNIA pela Comissão Examinadora:


Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

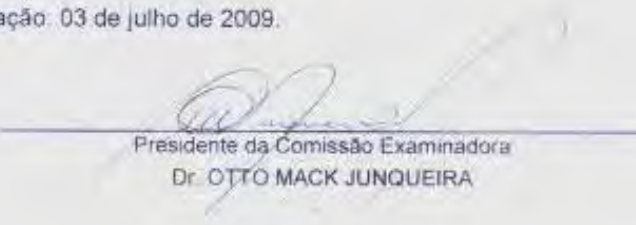

Dr. EDIVALDO ANTONIO GARCIA


Dr. DOUGLAS EMYGDIO DE FARIA


Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI


Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

Data da realização: 03 de julho de 2009.


Presidente da Comissão Examinadora
Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

KARINA FERREIRA DUARTE - nascida na cidade de Catanduva – SP, em 20 de março de 1978, filha de João Tinti Duarte e Fátima Aparecida Ferreira Duarte. Em julho de 1997 ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Lavras graduando-se em agosto de 2002. Em março de 2003 foi selecionada para o curso de Mestrado em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, tendo iniciado seus estudos na área de Nutrição de Não Ruminantes. Em maio de 2005 foi aceita para ingressar no curso de Doutorado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, continuando assim seus estudos na mesma área.

Quero um dia dizer às pessoas, que nada foi em vão... que o AMOR existe, que vale a pena se doar às amizades a às pessoas, que a vida é bela sim, que eu sempre dei o melhor de mim... e que tudo valeu a pena!

Salmo 90

Tu que habitas sob a proteção do Altíssimo, que moras à sombra do Onipotente, dize ao Senhor: Sois meu refúgio e minha cidadela, meu Deus, em que eu confio.

É ele quem te livrará do laço do caçador, e da peste perniciosa. Ele te cobrirá com suas plumas, sob suas asas encontrarás refúgio. Sua fidelidade te será um escudo de proteção.

Tu não temerás os terrores noturnos, nem a flecha que voa à luz do dia, nem a peste que se propaga nas trevas, nem o mal que grassa ao meio-dia. Caíam mil homens à tua esquerda e dez mil à tua direita, tu não serás atingido.

Porém verás com teus próprios olhos, contemplarás o castigo dos pecadores, porque o Senhor é teu refúgio. Escolheste, por asilo, o Altíssimo.

Nenhum mal te atingirá, nenhum flagelo chegará à tua tenda, porque aos seus anjos ele mandou que te guardem em todos os teus caminhos.*

Eles te sustentarão em suas mãos, para que não tropeces em alguma pedra.*

Sobre serpente e víbora andarás, calcarás aos pés o leão e o dragão. Pois que se uniu a mim, eu o livrarei; e o protegerei, pois conhece o meu nome.

Quando me invocar, eu o atenderei; na tribulação estarei com ele.

Hei de livrá-lo e o cobrirei de glória.

Será favorecido de longos dias, e mostrar-lhe-ei a minha salvação.

À Deus e Nossa Senhora que sempre me protegem, iluminam e guiam.

Aos meus amados pais João Tinti Duarte e Fátima Aparecida Ferreira Duarte em reconhecimento a tudo que fizeram e fazem por mim, pelas oportunidades concedidas durante todos estes anos de estudo, pelo apoio e compreensão diante das minhas faltas e por terem me ensinado a ter fé em Deus e na vida. Muito obrigada por me mostrarem o caminho do amor e pelo exemplo de luta com humildade.

OFEREÇO

Aos meus irmãos Rodrigo Ferreira Duarte e Hariana Ferreira Duarte e à minha cunhada Marina Quecore Favaron Duarte pelo apoio, amor e amizade. Vocês são os presentes mais amados e preciosos que Deus colocou em minha vida.

Ao meu companheiro e amigo André Luiz Grotta por estar ao meu lado nas horas que mais precisei, principalmente na finalização deste trabalho. Obrigada por sua doce companhia, seu carinho, respeito e amor que trouxeram felicidade para minha vida.

Aos meus companheirinhos “Hommer” e “Belinha”, que são meus amigos fiéis de todas as horas.

Com carinho, amor e gratidão

DEDICO

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu orientador, Prof. Dr. Otto Mack Junqueira.

Meu amigo, só gratidão é pouco.

Obrigada por acreditar em mim quando eu achei difícil acreditar em mim mesma. Obrigada por dizer, algumas vezes, o que eu realmente precisava ouvir, em vez do que eu queria que você dissesse, e por ter me mostrado um outro lado a considerar. Obrigada por saber que você pode contar comigo e por ter pedido minha ajuda quando precisou dela.

Obrigada por ter posto tanta sabedoria, cuidado e imaginação na nossa amizade, por compartilhar tantas coisas boas e por marcar tantas lembranças sobre nós.

Obrigada por sempre ser honesto comigo, ser gentil e sempre presente quando necessitei.

Obrigada por ser um amigo e tanto pra mim, de tantas diferentes e significativas formas.

Meus sinceros agradecimentos

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela Bolsa de Estudo durante o Doutorado e Auxílio Financeiro concedido (processos n. 05/55549-0 e 05/56683-0).

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade da realização deste trabalho.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Zootecnia da FCAV – UNESP, Campus de Jaboticabal, pelos seus ensinamentos e especialmente ao prof. Dr. Euclides Braga Malheiros pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Vicente, Isildo e Robson que auxiliaram no manejo diário das aves durante a condução do experimento e aos funcionários da Fábrica de Ração, Helinho, Sr. Orlando e Sandra pela ajuda no processamento das rações experimentais.

À Ajinomoto Biolatina Ind. e Com. Ltda. e ao grande amigo Cecílio Toshio Setani da Sumitomo Chemical do Brasil pelo fornecimento dos aminoácidos; ao Grupo Gelitta South America pelo fornecimento da gelatina e à Corn Products Brasil pelo fornecimento do glúten de milho 60 – PROTENOSE®, utilizados nas rações experimentais.

Ao professor Dr. Edivaldo Antônio Garcia pela amizade e grande colaboração nas análises estatísticas.

Ao companheiro de pós-graduação Jefferson Costa de Siqueira pela boa vontade de sempre, pela ajuda nas análises estatísticas e pela grande colaboração na elaboração deste trabalho.

Aos grandes amigos Dra. Rosemeire da Silva Filardi e Dr. Antônio Carlos de Laurentiz, pela boa vontade, apoio, companheirismo, sugestões, palavras de incentivo e pela ajuda na elaboração desse trabalho. Muito obrigada pela amizade em todos esses anos de convivência.

Aos companheiros de Pós-Graduação pelos bons momentos de convivência, pela grande colaboração na realização desse trabalho e especialmente aos meus

grandes amigos Vinícius Assuena e Liliana Longo Borges, pela amizade, ajuda, paciência e grande colaboração na condução dos experimentos.

Aos alunos de graduação, especialmente aos amigos Reginaldo Campos, Maíra Mangili Puzotti, Bárbara Vargas e Leonardo Augusto Moraes Mattoso pela ajuda na condução dos experimentos e pela amizade e confiança em mim depositada.

Aos alunos do Colégio Técnico Agrícola e a todos os estagiários do Aviário Experimental, especialmente à Tamiles Vogt de Araújo pela ajuda durante a condução dos experimentos.

Às queridas e grandes amigas Andressa Ferreira Ribeiro, Carolina Hidalgo S. Batista (“Gripe”), Laura de Almeida Prado de Castro (“Tulipa”), Liliana Longo Borges (“Anemia”), Fabiane Heglen Laurindo do Amaral (Babi) e Marusi Latanze pela amizade verdadeira e pelos bons momentos de convivência.

Aos amigos de todas as horas Marco Antonio Leite e Suelen Sisto pelo carinho, amizade, companhia e apoio que foram muito importantes nessa etapa de minha vida.

A todos os amigos que direta ou indiretamente contribuíram com a execução desse trabalho.

MUITO OBRIGADA

“Amigo é um anjo que está sempre ao nosso lado mesmo que na distância, é aquele que compartilha nossas alegrias e minimiza nossas tristezas, aquele que se cala nas horas certas e dentro desse silêncio nos diz tudo. É aquele que nos aceita, não pelo que temos mas pelo que somos!”

SUMÁRIO

	página
1. CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
Introdução.....	01
Utilização do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte.....	03
Nível de proteína e a relação ideal de aminoácidos.....	07
Utilização de dietas com baixo teor protéico suplementadas com aminoácidos sintéticos.....	10
Proteína ideal e meio-ambiente.....	13
Problemas de empenamento em frangos de corte.....	14
Exigências de aminoácidos para frangos de corte.....	18
Lisina e metionina+cistina.....	20
Treonina, Triptofano, Valina e Isoleucina.....	24
Ajuste de modelos de platô de resposta para a exigência de aminoácidos em frangos de corte.....	26
Objetivos.....	29
Referências.....	30
2. CAPÍTULO 2 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM TREONINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	49
Resultados e Discussão.....	54
Conclusões.....	59
Referências.....	60

3. CAPÍTULO 3 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM TRIPTOFANO PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.....	65
Introdução.....	66
Material e Métodos.....	70
Resultados e Discussão.....	75
Conclusões.....	79
Referências.....	80
4. CAPÍTULO 4 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM VALINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.....	85
Introdução.....	86
Material e Métodos.....	88
Resultados e Discussão.....	93
Conclusões.....	97
Referências.....	97
5. CAPÍTULO 5 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM ISOLEUCINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.....	101
Introdução.....	102
Material e Métodos.....	105
Resultados e Discussão.....	109
Conclusões.....	112
Referências.....	113
6. APÊNDICE.....	117

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 2

	página
Tabela 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.....	50
Tabela 2. Conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd), sódio (Na) e composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) dos ingredientes das rações experimentais.....	51
Tabela 3. Composição percentual da ração experimental para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	52
Tabela 4. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de treonina digestível de 22 a 42 dias de idade.....	54
Tabela 5. Equações ajustadas para conversão alimentar (CA), em função dos níveis de treonina digestível, coeficientes de determinação (R^2), e níveis de treonina estimados (NTreo) com o uso dos diferentes modelos.....	55
Tabela 6. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa + sobrecoxa (RC+SC), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asas (RA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de treonina digestível de 22 a 42 dias de idade.....	58

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 3

	página
Tabela 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.....	71
Tabela 2. Conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd), sódio (Na) e composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) dos ingredientes das rações experimentais.....	72
Tabela 3. Composição percentual da ração experimental para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	74
Tabela 4. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de triptofano digestível de 22 a 42 dias de idade.....	76
Tabela 5. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa + sobrecoxa (RC+SC), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asas (RA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de triptofano digestível de 22 a 42 dias de idade.....	78
Tabela 6. Equação ajustada para rendimento de carcaça (RC), em função dos níveis de triptofano digestível, coeficientes de determinação (R^2), e níveis de triptofano estimados (NTrip) com o uso dos diferentes modelos.....	78

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 4

	página
Tabela 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.....	89
Tabela 2. Conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd), sódio (Na) e composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) dos ingredientes das rações experimentais.....	90
Tabela 3. Composição percentual da ração experimental para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	91
Tabela 4. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de valina digestível de 22 a 42 dias de idade.....	93
Tabela 5. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa + sobrecoxa (RC+SC), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asas (RA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de valina digestível de 22 a 42 dias de idade.....	96

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 5

	página
Tabela 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.....	105
Tabela 2. Conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd), sódio (Na) e composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) dos ingredientes das rações experimentais.....	107
Tabela 3. Composição percentual da ração experimental para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	108
Tabela 4. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de isoleucina digestível de 22 a 42 dias de idade.....	110
Tabela 5. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa + sobrecoxa (RC+SC), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asas (RA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de isoleucina digestível de 22 a 42 dias de idade.....	111

APÊNDICE

	página
Tabela 1A. Exigências nutricionais de 22 a 42 dias de idade para frangos de corte e a relação aminoácido digestível:lisina digestível de acordo com o conceito de proteína ideal.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO 2

	página
Figura 1. Estrutura química da treonina.....	44
Figura 2. Representação gráfica do nível de treonina digestível na ração adequado para maximizar a CA, estimado por meio do primeiro intercepto da equação linear com o platô do broken line, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	56

CAPITULO 3

	página
Figura 1. Estrutura química do triptofano.....	66
Figura 2. Representação gráfica do nível de triptofano digestível na ração adequado para melhor RC, estimado por meio da equação quadrática, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.....	79

CAPITULO 4

	página
Figura 1. Estrutura química da valina.....	86

CAPITULO 5

	página
Figura 1. Estrutura química da isoleucina.....	102

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM TREONINA, TRIPTOFANO, VALINA E ISOLEUCINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

RESUMO - Quatro experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal- SP, com o objetivo de estabelecer diferentes critérios de avaliação das exigências dos aminoácidos digestíveis treonina, triptofano, valina e isoleucina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Em cada experimento foram utilizados 1.920 frangos de corte machos com 22 dias de idade da linhagem “Cobb”, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos e oito repetições de 40 aves cada. Os tratamentos consistiram no fornecimento de dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis contendo seis diferentes níveis do aminoácido em estudo. Foram avaliados os dados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade criatória) e as características de carcaça (rendimento de carcaça, de peito, de coxas+sobrecoxas, de dorso e de asas). Para a determinação das exigências do aminoácido estudado, foram utilizados três modelos de regressão: o modelo quadrático, o modelo exponencial e o de retas segmentadas ou broken line (“linha quebrada”), com 90% do quadrado máximo, estabelecendo equações principalmente para ganho de peso e conversão alimentar. Em caso de significância estatística, foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Com base no comportamento dos dados os níveis de 0,7642 e 0,7514% de treonina digestível (treonina:lisina digestíveis de 71,19% e 70,00%), determinados pelo modelo broken line e pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade respectivamente, promoveram os melhores resultados de conversão alimentar. O triptofano digestível, quando no nível de 0,2255% (triptofano:lisina digestíveis de 21%) indicou melhora na conversão alimentar e os níveis de 0,1825 e 0,1919% (triptofano:lisina digestíveis de 17,88 e 17%) determinados pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade e por meio da equação quadrática respectivamente, proporcionaram os melhores resultados de rendimento de carcaça. A valina digestível,

quando no nível de 0,7729% (valina:lisina digestíveis de 72%) proporcionou os melhores resultados de consumo de ração e de viabilidade criatória e no nível de 0,8802% (valina:lisina digestíveis de 82%) os melhores resultados de ganho de peso e conversão alimentar e nos níveis de 0,8265 e 0,9339% (valina:lisina digestíveis de 77 e 87%) o melhor rendimento de dorso, de acordo com o teste de Duncan a 5% de probabilidade. A isoleucina digestível, quando no nível de 0,7729% proporcionou a melhor resposta para conversão alimentar (isoleucina:lisina digestíveis de 72%), pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, análise de regressão, desempenho, proteína ideal, relação ideal aminoácido digestível:lisina digestível

CRITERIA OF EVALUATION OF THE REQUIREMENTS IN THREONINE, TRYPTOPHAN, VALINE AND ISOLEUCINE FOR BROILERS FROM 22 TO 42 DAYS OF AGE

SUMMARY – Four experiments were conducted to establish different criteria for evaluation the requirements in threonine, tryptophan, valine and isoleucine for broilers from 22 to 42 days of age. In each experiment it was used 1,920 male broilers (Cobb) in a completely randomized design, with six treatments and eight replications of 40 birds each. The treatments consisted in supply diets formulated according to the ideal protein concept and digestible amino acids, with six different levels of the related amino acid. The data from performance and characteristics of carcass had been evaluated. It was used three regression models: quadratic, exponential and broken line, stablishing equations mainly to body weight and feed conversion. In case of significant statistics, it was used the procedure for means comparison using Duncan test (0.05%). The threonine levels of 0.7642 and 0.7515% (threonine:lysine of 71.19% and 70.00%) determined by broken line and Duncan test respectively, showed better results for feed conversion. For digestible tryptophan at the level of 0.2255% (tryptophan:lysine of 21%) indicated a increase in feed conversion and the levels of 0.1825 and 0.1919 (tryptophan:lysine of 17.88% and 17.00%) determined by Duncan test and quadratic equation respectively, indicated the best results for carcass yield. Digestible valine at the level of 0.7729% (valine:lysine of 72.00) determined by Duncan test, showed the best results for feed intake and viability. At the level of 0.8802% (valine:lysine of 82.00%) the best results for body weight and feed conversion and at 0.8265% and 0.9339% (valine:lysine of 77.00% and 87.00%) the best back yield according to Duncan test. The isoleucine at 0.7729% (isoleucine:lysine of 72.00%) showed a improvement in feed conversion according to Duncan test (0.05%).

Keywords: digestible amino acids, ideal protein concept, ideal ratio digestible amino acid:digestible lysine, performance, regression model

1. CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

A avicultura tem apresentado avanços extraordinários nas últimas décadas. O progresso, em termos de genética, sanidade, nutrição e manejo, proporcionou ganhos que tornaram a avicultura uma atividade altamente competitiva no mercado de proteína de origem animal. A alimentação nas aves representa aproximadamente 70% do custo total de produção e é determinante do desempenho animal. Dessa forma, é necessário o estabelecimento de níveis nutricionais mínimos que promovam o máximo desempenho produtivo animal por um menor custo.

Em dietas para frangos de corte, os componentes que mais influenciam o custo de produção são a energia e os aminoácidos (MAIORKA, 1998). Desse modo, o que se deseja é fornecer às aves a proteína ideal aumentando assim, a eficiência de conversão da proteína da dieta em proteína corporal (SOARES, 1998).

Durante muitos anos, as formulações de rações para aves foram baseadas no conceito de proteína bruta, resultando em dietas com conteúdo de aminoácidos acima do exigido pelos animais. Com o surgimento da produção de aminoácidos sintéticos, as dietas passaram a ser formuladas com menor nível protéico e com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades da ave.

Torna-se difícil definir as exigências de aminoácidos para as aves sabendo-se que são influenciadas por diversos fatores. Todavia, uma prática ainda comum entre os nutricionistas de aves e suínos é a formulação com base em proteína bruta e aminoácidos totais, sendo que outros nutrientes, como o fósforo e a energia, são calculados em proporções disponíveis, muito mais precisas. Segundo PARSONS et al. (1992), formular dietas com base em aminoácidos totais é o mesmo que formular dietas para aves baseando-se em energia bruta.

A manipulação da proteína da dieta tem sido proposta como um meio para

melhorar o desempenho de frangos de corte em ambientes quentes pela redução da carga metabólica, melhorando o equilíbrio de aminoácidos da dieta, reduzindo dessa forma a ingestão de proteína (WALDROUP et al., 1976). A redução do nível protéico da dieta implicaria em uma queda no catabolismo da proteína, resultando em decréscimo na produção de calor e ajudando a ave a manter seu balanço energético em condições de temperaturas elevadas (DAGHIR, 1995). Assim, uma das alternativas citadas pela literatura seria a utilização de dietas com baixo teor protéico, porém suplementadas com aminoácidos sintéticos a fim de atender as exigências recomendadas para a linhagem.

De acordo com HELLMEISTER FILHO (2002), grande parte da redução no desempenho das aves criadas em altas temperaturas é devido à queda no consumo de alimento. Assim, para assegurar um adequado consumo de nutrientes, recomenda-se aumentar a concentração dos nutrientes na formulação de dietas para aves criadas em altas temperaturas. Contudo, vários trabalhos têm mostrado que o aumento na concentração de proteína e aminoácidos na dieta de aves mantidas em altas temperaturas, não favorece o desempenho das mesmas. CHENG et al. (1997) sugere que altas concentrações protéicas nas dietas de aves mantidas em altas temperaturas não são adequadas devido ao desbalanceamento dos aminoácidos, o que levaria a queda no consumo alimentar. Entretanto, os resultados alcançados com a redução da proteína em altas temperaturas não têm sido consistentes. CHENG et al. (1999) relataram que diminuir a proteína bruta da dieta pode melhorar o desempenho das aves criadas em ambiente quente. No entanto, ALLEMAN & LECLERCQ (1997) e TEMIM et al. (2000) demonstraram que esse procedimento acentuou os efeitos prejudiciais do estresse por calor sobre o desempenho dos frangos de corte.

Nos últimos anos, empresas produtoras de frangos de corte têm demonstrado preocupação crescente com prejuízos causados por perdas na linha de abate, devido à lacerações de carcaças. O aumento das lesões cutâneas tem sido atribuído ao mau empenamento das aves, fato cada vez mais freqüente nos plantéis avícolas. A ocorrência de novas afecções no sistema tegumentar, especialmente quanto ao empenamento de frangos, tem sido reportada de uma forma genérica, necessitando

maior reflexão para que se estabeleça medidas que solucionem ou pelo menos minimizem o problema. O mau empenamento gera perdas econômicas diretas na comercialização de aves vivas, aumentando os custos de produção do frango abatido, isso pelo aumento do número de carcaças condenadas. É também um fator preponderante na redução da rentabilidade dos integrados, ao limitar o número de aves a serem criadas por m², ou seja, a empresa avícola perde a flexibilidade de aumento sazonal do alojamento de aves e, portanto, de maior produção por m² em épocas de preços elevados da carne de frango (BARBI & ZAVIEZO, 2000).

A disponibilidade de diferentes recomendações nutricionais procedentes de diversas regiões, diferentes da realidade climática e produtiva do Brasil, também tem sido um problema ao se estabelecer a melhor recomendação nutricional para frangos de corte. Dentro deste contexto, a utilização do conceito de proteína ideal na formulação de rações seria outra forma de buscar um ajuste nutricional adequado, visando minimizar os efeitos depreciativos no desempenho de frangos de corte causados por elevadas temperaturas ambiente.

Utilização do conceito de proteína ideal na formulação de rações para frangos de corte

A proteína ideal é definida como o balanço exato de aminoácidos que é capaz de prover sem excesso ou falta, os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição protéica. O conceito de proteína ideal foi primeiramente definido por MITCHELL (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento.

De acordo com PARSONS & BAKER (1994) proteína ideal é uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição protéica com máxima eficiência. Segundo PENZ Jr. (1996), para ser ideal a

proteína ou a combinação, não devem possuir aminoácidos em excesso. Assim, os aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima deposição protéica. A partir deste conceito foi possível estudar a síntese de proteína dos diferentes tecidos e também avaliar a mudança de proporção dos aminoácidos, de acordo com o crescimento animal. De acordo com PARSONS & BAKER (1994) esta mistura de aminoácidos deve conter proporções exatas dos 20 aminoácidos para favorecer a deposição protéica com máxima eficiência.

O uso do conceito de proteína ideal consiste em selecionar um aminoácido como referência e basear as exigências dos demais como uma proporção deste. Segundo PACK (1996a) a lisina é utilizada como aminoácido de referência, embora seja o segundo limitante depois da metionina em dietas de frango de corte. A lisina é utilizada como aminoácido de referência por possuir as seguintes características:

- Assim como a treonina, é um aminoácido estritamente essencial, não havendo nenhuma via de síntese endógena;
- Possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal;
- A sua análise laboratorial para a determinação dos seus níveis nos ingredientes, rações e tecidos é precisa;
- O conhecimento da sua exigência para todas as fases de produção animal encontra-se disponível;
- A sua suplementação é economicamente viável nas dietas de aves e suínos;
- Encontra-se disponível economicamente em forma cristalina para ser utilizada nas rações dos animais.

O maior benefício da aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de rações é a simplificação do processo, visto que estabelecida a exigência de lisina, as exigências para os demais aminoácidos são facilmente calculadas (CHUNG & BAKER, 1992). Esta forma indireta de estabelecer as exigências dos aminoácidos é de grande importância, principalmente pela falta de informações precisas sobre as exigências de muitos aminoácidos.

O conceito de proteína ideal permite também a fácil adaptação a diferentes condições, sendo uma ferramenta de redução do custo da ração, a partir da flexibilidade do nível protéico mínimo e da melhor utilização de ingredientes alternativos. O melhor conhecimento dos requerimentos nutricionais dos aminoácidos individuais permite uma nutrição mais precisa, oferecendo a possibilidade de substituir parcialmente o requerimento do nível mínimo protéico por níveis mínimos de aminoácidos, gerando redução dos custos e da emissão de poluentes no ambiente.

Certamente, não existem dúvidas de que as proporções de aminoácidos devem ser expressas em termos de digestíveis ao invés de totais e, caso sejam incluídos outros ingredientes além do milho e da soja, é importante considerar as diferenças na digestibilidade e, conseqüentemente, elaborar a formulação baseada no conteúdo de aminoácidos digestíveis, principalmente quando se utiliza uma grande quantidade de ingredientes alternativos e/ou subprodutos de origem animal. O problema é que a maioria das exigências determinadas para aves, em qualquer fase de produção, são normalmente apresentadas na forma de aminoácidos totais. Entretanto, é possível calcular as necessidades dos animais por aminoácidos digestíveis, a partir de valores das exigências totais (PARSONS et al., 1992).

Por muitos anos os nutricionistas têm definido as necessidades nutricionais dos animais com base na análise da composição química dos alimentos, sem levar em consideração a digestibilidade dos mesmos. O conceito de que nem todos os nutrientes contidos em um alimento são sempre disponíveis, vem sendo amplamente adotado na nutrição de monogástricos, gerando um grande número de trabalhos, principalmente sobre avaliação energética e protéica dos alimentos. A formulação de rações de acordo com os valores disponíveis, como energia metabolizável ao invés de energia bruta, fósforo disponível ao invés de fósforo total e utilização de valores de aminoácidos disponíveis em detrimento aos valores tradicionais de aminoácidos totais, têm demonstrado resultados satisfatórios, refletindo em melhora na produtividade (SAKOMURA & SILVA, 1997).

De acordo com DALE (1992) na formulação de rações baseada nos valores de aminoácidos totais, ao invés de valores disponíveis, as possibilidades de erros são

grandes, pois considera-se que os aminoácidos sintéticos e os presentes no alimento possuem os mesmos valores relativos, menosprezando-se desta forma o valor da fonte sintética, a qual geralmente possui uma disponibilidade ao redor de 100%, enquanto nas fontes naturais a disponibilidade é inferior. Além disso, a disponibilidade de aminoácidos, por exemplo, no farelo de soja em relação aos ingredientes que podem substituí-lo como fonte protéica, não é considerada, de forma que a substituição compromete o aporte de aminoácidos necessários ao desempenho da ave, principalmente quando essa substituição é feita por uma farinha de penas, cuja disponibilidade de aminoácidos é comprovadamente inferior.

A partir dos resultados de 28 estudos sobre exigências de lisina e metionina+cistina para frangos, poedeiras e perus, PARSONS (1991) estabeleceu que a diferença entre aminoácidos disponíveis e totais foi relativamente consistente entre esses estudos. As comparações entre os estudos indicaram que as exigências em aminoácidos disponíveis são aproximadamente de 8 a 10% inferiores às exigências em aminoácidos totais.

ROSTAGNO et al. (1995) após determinarem os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de diversos ingredientes (milho, sorgo, farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de vísceras, farinha de penas e farelo de arroz), avaliaram o desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes rações formuladas com base nos valores de lisina e metionina+cistina totais e disponíveis. Os resultados indicaram que as rações formuladas com alimentos alternativos e valores de aminoácidos totais proporcionaram pior desempenho e rendimento de peito. Por outro lado, quando a ração contendo alimentos alternativos formulada com base nos aminoácidos disponíveis e suplementada com aminoácidos sintéticos, resultou em desempenho semelhante com menor custo em relação à ração a base de milho e farelo de soja.

Diversos resultados de pesquisas e avaliações práticas comprovaram que o excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o desempenho animal, ou seja, não são utilizados eficientemente. Quando em excesso os aminoácidos sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como uréia pelos mamíferos ou como ácido

úrico pelas aves, processo que reflete em gasto energético para o animal (MITCHELL, 1964).

O uso da proteína ideal permite ainda compensar os fatores que podem influenciar as exigências em aminoácidos, entre eles o nível energético e protéico da dieta e ainda o potencial genético do animal para o ganho de tecido magro (PARSONS & BAKER, 1994). Em rações com alta densidade energética as exigências de lisina são relativamente aumentadas, refletindo também em aumento na exigência dos demais aminoácidos. Assim sendo, estabelecida uma adequada relação aminoácidos:lisina, as rações podem ser formuladas para atender determinados requerimentos de lisina e conseqüentemente dos demais aminoácidos (SAKOMURA & SILVA, 1997). O uso do conceito de proteína ideal permite aos nutricionistas formular rações melhor balanceadas em termos de aminoácidos, contribuindo para uma diminuição no excesso de aminoácidos da dieta e no gasto energético necessário para metabolizar esse excesso.

ROSA et al. (1995) realizaram um teste de comparação entre dietas práticas para frangos de corte formuladas para atender diferentes exigências em aminoácidos, seguindo as recomendações do NRC (1994), para proteína bruta ou para aminoácidos totais e as recomendações do perfil de aminoácidos disponíveis recomendadas por PARSONS & BAKER (1994). Os autores concluíram que as rações a base de milho e farelo de soja, formuladas para atender as exigências em aminoácidos disponíveis ou aminoácidos totais proporcionaram melhor desempenho biológico e econômico em relação à ração formulada com base na proteína bruta.

Nível de proteína e a relação ideal de aminoácidos

Na alimentação de frangos de corte e suínos, a lisina é utilizada como aminoácido de referência (lisina=100), já que as necessidades deste aminoácido estão bem documentadas e são facilmente mensuradas. Para os outros aminoácidos, as necessidades se expressam em valores relativos aos da lisina. Na fase inicial, existe grande coincidência entre fontes de aminoácidos sulfurosos, triptofano e leucina,

enquanto que os valores para arginina, histidina, treonina, valina e leucina são mais variáveis. Para a fase de crescimento, os valores para aminoácidos sulfurosos, treonina, triptofano e histidina são similares, e diferentes os de arginina, valina e isoleucina (LECLERCQ, 2000).

O nível protéico da ração é definido como o nível ótimo para responder as necessidades da ave em aminoácidos, considerando o contexto econômico dos preços dos ingredientes formulados e o valor das carnes produzidas. Hoje ainda é comum encontrarmos formulações de rações para aves e suínos com níveis mínimos de proteína muito altos, gerando este excesso de proteína um custo adicional na formulação, aumento da excreção de nitrogênio, podendo aumentar a incidência de problemas sanitários e também a diminuição de desempenho do lote.

A disponibilidade econômica dos aminoácidos industriais lisina, metionina, treonina e triptofano para aves e suínos, assim como a melhor avaliação dos ingredientes e dos requerimentos nutricionais permitem aos nutricionistas formularem rações com menores níveis protéicos. Por ser a proteína o nutriente mais caro da ração após a energia, sua redução possibilita melhoria dos custos de produção. Para iniciar a redução do nível mínimo protéico, deve-se ter o cuidado de revisar as matrizes nutricionais dos ingredientes disponíveis, revisar os requerimentos dos animais para cada fase produtiva, introduzir os requerimentos em aminoácidos essenciais e avançar gradativamente, checando sempre os resultados obtidos.

Quando dietas de baixa proteína são formuladas, existem alguns fatores que podem influenciar na queda de desempenho das aves, os quais devem ser sempre observados, como: relacionar o nível de lisina e energia com o mínimo protéico a ser formulado; formular as dietas utilizando o conceito da proteína ideal, verificando os níveis mínimos dos aminoácidos essenciais, como metionina + cistina, treonina, triptofano, glicina, arginina e isoleucina; considerar que as aves e os suínos possuem exigências também para aminoácidos não essenciais e nitrogênio, gerando a ingestão de mínimo protéico para otimizar o seu desempenho. No caso dos frangos de corte a relação de aminoácidos essenciais (AAE) e aminoácidos não essenciais (AANE) deve ser em torno de 54/46 (SUIDA, 2001); outros nutrientes a serem verificados sempre, ao

reduzir a proteína da dieta, são a colina e os minerais que influenciam no balanço eletrolítico (K, Na, Cl).

Conforme a proteína dietética é reduzida com a introdução dos aminoácidos sintéticos, o ajuste fino da ótima relação ideal dos aminoácidos se torna cada vez mais importante. A ordem de limitação dos aminoácidos nas dietas específicas é que vai determinar quais são os aminoácidos sintéticos necessários de serem adicionados, para manter o ótimo balanço dos aminoácidos essenciais. Apesar dos conhecimentos quanto aos requerimentos de aminoácidos estarem bastante avançados, ainda existem limitações para que o nutricionista possa baixar a proteína da dieta a patamares inferiores, principalmente no caso das aves. ZAVIEZO (2000) cita que em dietas comerciais para frangos de corte, é possível trabalhar com níveis mínimos de proteína bruta de 21%, 18-19% e 16-17%, nas fases de 1 a 21 dias, 22 a 42 dias e 43 a 56 dias, respectivamente, desde que haja a suplementação correta de metionina, lisina e treonina industrial.

Com base no desempenho de frangos alimentados com dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos, BAKER & HAN (1994) estabeleceram as proporções de metionina+cistina, treonina, triptofano e arginina disponíveis em relação à lisina como sendo, 72, 67, 16 e 105%, respectivamente. De acordo com PACK (1995) a proporção mais crítica dentro de um perfil de proteína ideal para aves se traduz na relação entre metionina+cistina e lisina, gerando um número considerável de estudos. Segundo o autor a proporção ótima de metionina+cistina disponíveis em relação à lisina é de pelo menos 75:100 para favorecer um bom desempenho de pintos alimentados de 14 a 35 dias de idade com uma dieta de 3.000 kcal EM/kg de ração e uma proporção de 0,35g de lisina disponíveis por 100 kcal EM/kg.

BURNHAM (2001) utilizando 2700 aves alimentadas com rações comerciais a base de milho e farelo de soja, com níveis de lisina digestível (%) e energia EM (Kcal/kg) de 1,10/3.100; 1,00/3.150 e 0,91/3.225 para as fases de 1-19 dias, 20-35 dias e 36-49 dias respectivamente, demonstrou ser possível reduzir a proteína bruta para 20,5%; 19,6% e 18,2%, nas respectivas fases, sem detrimento ao desempenho do frango de corte. O mesmo autor em outro trabalho similar utilizando 308 pintos Ross,

diferenciou somente as rações finais, onde formulou níveis de lisina digestíveis mais baixos, 0,87%, demonstrando que, para este nível de lisina mais baixo, é possível reduzir o nível de proteína destas dietas em até 16,5%, sem afetar desempenho e qualidade de carcaça das aves. Em ambos os trabalhos as rações foram formuladas com aminoácidos sintéticos, lisina, metionina e treonina, visando manter o perfil adequado dos aminoácidos essenciais.

Utilização de dietas com baixo teor protéico suplementadas com aminoácidos sintéticos

Vários pesquisadores têm proposto a utilização de níveis mais baixos de proteína nas rações para frangos de corte, que os normalmente empregados pela indústria. Níveis menores de proteína podem ser usados, desde que suplementados convenientemente com aminoácidos sintéticos, principalmente metionina e lisina.

Aminoácidos industriais tais como lisina, metionina, treonina e triptofano têm significativa participação na aplicabilidade do conceito de proteína ideal para aves. Também têm viabilizado pesquisas a fim de reduzir o nível de proteína bruta nas rações e atender às exigências nutricionais de aminoácidos com suplementação. Assim, é possível evitar o excesso de aminoácidos, aumentar a eficiência de utilização da proteína e reduzir a poluição ambiental em função de uma menor excreção de nitrogênio (DESCHEPPER & DE GROOTE, 1995; DIAMBRA & McCARTNEY, 1995; SCHUTTE & PACK, 1995; HURWITZ et al., 1998).

Segundo RESENDE et al. (1980), a diminuição do nível protéico da dieta tem sido proposta como um meio para melhorar o desempenho de frangos de corte em ambientes quentes. O autor salienta que o incremento calórico da ingestão e do metabolismo da proteína é muito elevado e, conseqüentemente, a ingestão de proteína em excesso aumenta a carga do calor já existente sob condições de alta temperatura.

O consumo de ração de frangos de corte alojados em ambiente de alta temperatura pode ser aumentado pela reformulação da dieta, reduzindo o incremento calórico, ajudando assim a manter um rápido crescimento das aves (DALE & FULLER,

1978). WALDROUP et al. (1976) propuseram o uso de aminoácidos sintéticos comerciais para diminuir o nível de proteína da ração, visando uma redução no incremento calórico e melhora do desempenho de frangos de corte sob condições de alta temperatura.

De acordo com LEESON (1995), a composição de aminoácidos da dieta também pode influenciar a composição da carcaça, especialmente quando são usadas dietas com teores baixos de proteína. A resposta das aves de alto rendimento aos aminoácidos suplementares parece variável, especialmente em termos de rendimento de carne de peito. O autor cita um experimento realizado com frangos de corte no qual a dieta de 23% de proteína é considerada padrão, sendo formulada para atender todas as necessidades de aminoácidos da ave. As dietas de 20% e 17% PB foram formuladas para fornecer proporcionalmente menos aminoácidos assim como proteína. Os suplementos de metionina ou metionina + lisina foram equivalentes ao nível fornecido pela dieta de 23% PB. Como esperado, à medida que o nível de proteína foi reduzido, houve menos carne (proteína) e mais gordura no peito. Com 20% PB e suplementação com metionina ou metionina + lisina, houve redução da gordura de peito, embora ainda existisse maior quantidade comparada às aves alimentadas com 23% de PB. Os efeitos são ainda mais pronunciados quando usadas as dietas com 17% PB. Esses dados demonstram que a composição de carne de peito é sensível à composição de aminoácidos, sendo assim os níveis de aminoácidos essenciais, além da metionina e lisina, devem ser levados em consideração se forem utilizadas dietas com reduzido nível de proteína bruta (LEESON, 1995).

Os estudos com redução do nível de proteína bruta das rações de frangos de corte, e suplementação de aminoácidos sintéticos, além dos dois mais limitantes (metionina e lisina), há algum tempo eram restritos ao meio acadêmico em vista da não disponibilidade de outros aminoácidos sintéticos a preços competitivos. No entanto, com os avanços da biotecnologia nesta área de produção, outros aminoácidos estão sendo introduzidos no mercado. Segundo COLNAGO (1992), com outros aminoácidos disponíveis surge a possibilidade de se realizar um melhor balanceamento dos aminoácidos da ração, proporcionando uma maior eficiência do uso da proteína bruta e

conseqüentemente a redução do nível final de proteína bruta da ração. No entanto para tal uso, torna-se necessária a solução de alguns problemas associados ao uso dos aminoácidos sintéticos, tais como a redução no desempenho dos frangos e aumento do teor de gordura na carcaça, quando as aves são alimentadas com rações de baixa proteína suplementadas com aminoácidos.

Este assunto tem gerado muita polêmica, pois os resultados obtidos recentemente têm sido contraditórios, existindo pesquisas que mostram ser possível a substituição de parte da proteína por aminoácidos sintéticos (PARR & SUMMERS, 1991; UZU, 1982) e outros onde o desempenho têm sido inferior, quando tal procedimento é adotado (COLNAGO, 1991; FANCHER & JENSEN 1989; PINCHASOV et al., 1990).

As possíveis razões para tais diferenças de desempenho de frangos de corte, parecem ser principalmente devido à metodologia empregada nos estudos. Alguns pesquisadores reduzem o teor de proteína bruta da dieta e ao suplementar os aminoácidos sintéticos, não consideram a contribuição protéica destes, desta forma a redução efetiva do nível protéico é bem inferior ao sugerido. Outros pesquisadores ao reduzir o nível de PB da ração, mantém a relação milho: farelo de soja idêntica a da ração com nível de PB mais alto, procurando desta forma reduzir a diferença do perfil de aminoácidos entre as dietas. Na prática, esta alternativa de redução da PB da ração é inviável, pois implicaria na inclusão de altos níveis de açúcar ou amido para manter a relação milho: farelo de soja (COLNAGO, 1992).

Com o objetivo de avaliar rações contendo diferentes níveis de proteína sobre o desempenho de frangos de corte criados sob alta temperatura ambiente (máx. 34°C e min. 22°C), ROSTAGNO (1997) conduziu um experimento utilizando pintos de corte machos da linhagem Ross, com um dia de idade. Durante a fase inicial (1-21 dias), as aves receberam dietas com nível protéico variou de 20 à 24%, e durante a fase de crescimento (22-42 dias), o nível protéico variou de 18 à 22%. À medida que diminuía o nível protéico, a dieta basal recebia uma porcentagem de uma dieta constituída por amido, areia lavada, fosfato bicálcico, calcário, óleo de soja, premix vitamínico e mineral, além de porcentagens variáveis de aminoácidos sintéticos (metionina, lisina e

treonina) com o objetivo de manter os mesmos níveis apresentados pela dieta basal. O autor concluiu que o nível protéico das rações de frangos de corte pode ser reduzido pela suplementação de aminoácidos sintéticos, metionina, lisina e treonina, sem afetar o desempenho e a qualidade da carcaça das aves. O autor ainda salienta que nas condições atuais os níveis de proteína recomendados nas rações de frangos são 21,0 e 18,5% para as fases inicial e crescimento, respectivamente.

NAMROUD et al. (2008) trabalhando com dietas contendo baixa proteína bruta (19 e 17%) para frangos de corte machos, na fase de 1 a 28 dias de idade, e suplementadas com lisina, treonina, arginina e triptofano, observaram que dietas contendo baixa proteína bruta e excesso de aminoácidos essenciais, prejudicaram o desempenho das aves.

Proteína ideal e meio-ambiente

A produção animal moderna, principalmente na Europa, vem sofrendo pressões crescentes no seu efeito ao meio ambiente. No ano de 2000 a Comunidade Européia implementou o Conselho Diretivo 96/61/EC, que regulamentou o controle integrado de prevenção e controle da poluição ambiental. A partir deste conselho, as grandes integrações de aves e suínos só podem emitir poluentes na água e no solo, incluindo nitratos, e no ar, principalmente amônia, dentro de um limite máximo. Com isto, quanto menor a emissão de nutrientes não digeridos pelos animais, mais animais por m² poderão ser alojados. No Brasil, por ser um país de amplo território, esta preocupação ainda não chega a estes níveis, mas já existem regiões de alta densidade de produção de aves e suínos, como o Oeste do estado de Santa Catarina, onde a densidade de poluentes produzidos chega ao nível Europeu.

O nitrogênio é considerado um dos principais elementos poluidores que estão presentes nas fezes, ao ser eliminado no meio ambiente. Em conjunto com genética, melhor manejo e melhor ambiente, a nutrição pode ajudar a otimizar a retenção de nitrogênio corporal e conseqüentemente diminuir a sua excreção. O melhor manejo alimentar inclui: formular as dietas na base aminoácidos digestíveis, o que irá diminuir a

excreção de nitrogênio, devido a maior digestibilidade da dieta; reduzir os níveis protéicos das dietas até o seu limite técnico, formulando dietas com o conceito da proteína ideal e estabelecer programas multi-fásicos, visando ajustar as dietas o mais próximo possível do requerimento animal, minimizando os excessos de nitrogênio e conseqüentemente a sua excreção para o ambiente.

LECLERCQ (1998) demonstrou que 30% da proteína bruta ingerida pelo frango é excretada, em rações com 23 e 21% de proteína bruta, para idades de 1-3 e 3-6 semanas respectivamente. Trabalhos europeus demonstraram que a formulação de dietas de suínos com proteína baixa, mantendo o perfil ideal de aminoácidos, pode reduzir a excreção de nitrogênio em 25% a 50% e a emissão de amônia nas instalações e meio-ambiente em 50%. Também causa a redução da ingestão de água em 10 a 30% e da excreção de urina na mesma proporção, diminuindo, conseqüentemente, o volume de poluentes emitidos para o ambiente.

Problemas de empenamento em frangos de corte

O chamado “atual problema de empenamento”, caracterizado por redução do número de penas, principalmente na região dorsal das aves, 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 (COELLO, 2000). Observações de campo constataram que o problema se manifesta principalmente em machos durante períodos com temperaturas elevadas, criados sob alta densidade e de forma diferenciada nas diversas linhagens. A morbidade é variável e o mau empenamento por si só não causa mortalidade. Aves submetidas à necropsia não apresentaram lesões internas.

Na região da pele afetada pode-se observar penas com estruturas incompletas e freqüentemente com necrose dos folículos das penas. Ao exame histológico de peles de frangos com mau empenamento ocorre hiperplasia do tecido conjuntivo que circunda o folículo da pena que, algumas vezes, invadem a polpa do folículo, determinando sua oclusão (BARBI & ZAVIEZO, 2000).

O problema tem ocorrido de forma recorrente, aparentemente sem uma causa definida. Em uma mesma granja é possível encontrar diferentes graus de afecção, inclusive podem existir lotes com excelente empenamento ao lado de lotes afetados. De igual maneira, em regiões geográficas definidas pelo envio de ração de uma só fábrica, podem ser encontradas granjas sem o problema ou granjas severamente afetadas. Considerando os diferentes mecanismos que interferem no processo de empenamento das aves e apresentação epizootiológica do problema, fatores como aspectos nutricionais, de manejo, fisiológicos, genéticos e comportamentais podem ser relacionados na manifestação dos problemas atuais de mau empenamento (COELLO, 2000).

É de conhecimento comum que o processo de empenamento envolve mecanismos fisiológicos complexos, influenciado por fatores nutricionais, hormonais, genéticos e ambientais, bem como pela interação entre eles. Dentre os fatores nutricionais que podem estar associados a problemas de empenamento têm-se proteína total e aminoácidos específicos, tais como metionina, cistina, arginina, isoleucina, leucina, valina, lisina, treonina e triptofano. MARKS (1990) trabalhou com uma linhagem de frango de corte comercial e uma linhagem não selecionada para ganho de peso, e forneceu dietas com diferentes concentrações de proteína e energia e comparou empenamento. As dietas oferecidas desde a fase inicial até o abate foram: (1) alta proteína/baixa energia (25% proteína e 3000 kcal EM/kg) e (2) baixa proteína/alta energia (20% proteína e 3400 kcal EM/kg). A dieta com baixa PB/alta Energia determinou pior empenamento nas aves comerciais e nenhum efeito nas aves não selecionadas para ganho de peso. No entanto, é necessário questionar se a queda no consumo de proteína pelas aves pode afetar negativamente o empenamento, sem afetar o ganho de peso e conversão alimentar.

SI et al. (2000) demonstraram que o peso das penas e a quantidade de penas em relação ao peso vivo foram afetados somente quando a proteína bruta da dieta inicial (0 a 21 dias) esteve abaixo de 18 %. Ganho de peso e conversão alimentar, no entanto, foram negativamente afetados nos níveis de proteína bruta abaixo dos 20%, independente da suplementação de aminoácidos sintéticos. Em todos os níveis de

proteína, os aminoácidos metionina, lisina, treonina, arginina, triptofano, valina, isoleucina e fenilalanina estiveram presentes em quantidades adequadas. Assim, parece difícil aceitar a hipótese de aves com problema de empenamento devido a proteína apresentando ganho de peso e conversão alimentar adequados.

A deficiência de lisina pode levar a despigmentação das penas. Um desbalanceamento entre aminoácidos de cadeia ramificada na dieta (leucina, isoleucina e valina) gera penas de formato côncavo anormal que dobram para fora do corpo da ave. Neste caso, tem-se a descaracterização da estrutura das bárbulas e barbículas, e o mau empenamento geralmente está associado à redução de peso da ave e pior conversão alimentar. Tal efeito foi observado experimentalmente por FARRAN & THOMAS (1992a) utilizando dieta deficiente em valina, à base de trigo, farelo de amendoim e glucose. Excesso de leucina (PENZ Jr. et al., 1984) ou deficiência de valina na dieta (FARRAN & THOMAS, 1992b) causaram também a redução no conteúdo de proteína das penas.

Metionina e cistina são definidos como os primeiros aminoácidos limitantes em nutrição de aves pela concentração dessa última nas penas. No entanto, no problema atual de empenamento identificado em empresas avícolas brasileiras, a deficiência de metionina parece não ser o fator crítico mas um dos fatores a serem checados. A deficiência de arginina pode causar alteração da estrutura de penas primárias, resultando em aspecto descrito na literatura como aves helicóptero (COOK et al, 1984). SIREN (1963) trabalhou com diferentes níveis de arginina na dieta e conseguiu simular canibalismo em galinhas poedeiras deficientes em arginina. Nas formulações atuais de frangos de corte não existem evidências de deficiência de arginina. Nutricionistas têm observado não só os níveis de arginina *per se*, mas também a relação arginina:lisina das dietas. BRAKE (2002) sugeriu que o nível de cloro da dieta influencia o antagonismo entre arginina e lisina. STUTZ et al. (1971) demonstraram a redução da ocorrência de penas dobradas com o aumento da relação arginina:lisina, ou com o aumento do nível de potássio nas dietas.

Alguns minerais e vitaminas têm sido indicados por nutricionistas como fatores a serem checados nos problemas de empenamento em frango de corte. Entre estes

temos o zinco, o manganês, o selênio, o cobre e o molibdênio, e as vitaminas A e E, a niacina e a colina. Os sintomas de deficiência de zinco, descritos na literatura, variam desde pobre crescimento de penas a penas frisadas distanciando-se do corpo e problemas de estrutura em penas primárias. Na pele de aves deficientes em zinco observa-se espessamento da epiderme, hiperqueratinização, e degeneração de folículos de penas. COOK et al. (1984) sugerem atenção nos níveis de cobre e ferro da dieta, pois excessos destes minerais podem influenciar negativamente a absorção de zinco. Outros nutrientes que interagem com o zinco e influenciam os sintomas de dermatite em frangos de corte são os ácidos graxos insaturados (BETTGER et al, 1980). EDENS (2000) concluiu que o uso de selênio orgânico minimizou experimentalmente os problemas de empenamento.

Entre as vitaminas, a deficiência de vitamina E pode gerar anormalidades em penas seguida da presença de sangue na base da pena. Em aves silvestres da espécie *Ara Macao*, OGLESBEE (1992) sugere que penas com sangue seja um sintoma de re-crescimento de penas. É importante também observar os níveis de niacina das dietas porque esta vitamina está ligada à minimização de histeria em aves, à semelhança do aminoácido triptofano. Um dos sintomas de comportamento observado em lotes com o problema atual de mau empenamento é um maior nervosismo das aves.

Examinando-se histologicamente fragmentos de pele provenientes de frangos que apresentaram o quadro de mal empenamento, observou-se hiperqueratose dos folículos, lesão compatível com a descrita nos casos de deficiência de vitamina A (CALNEK et al., 1991). A colina, por participar na doação de metila no metabolismo animal, é outra vitamina cujos níveis devem ser observados. Na indústria, observa-se empresas utilizando níveis de colina que variam de 1200 a 1800 mg/kg, com tendência de aumento dos níveis nas dietas inicial e de crescimento. PESTI et al. (1980) sugeriram exigência de 2100 mg/kg na dieta inicial (21 dias), mas na revisão de trabalhos apresentados por este autor verifica-se valores recomendados de colina variando de 1300 a 2000 mg/kg.

Outro tópico nutricional que tem sido relacionado com problemas de empenamento é o balanço de eletrólitos. Alguns nutricionistas sugerem que níveis

marginais de sódio e potássio e níveis altos de cloro, são importantes causas de mau empenamento em frangos e matrizes. Níveis de sódio de 0,22 a 0,24%, de potássio entre 0,9 a 1,0% e nível máximo de cloro de 0,5% minimizariam o problema. Outros nutricionistas sugerem que o importante é o balanceamento de íons descrito como “número de Mongin” (MONGIN, 1981).

Exigências de aminoácidos para frangos de corte

Os aminoácidos têm funções específicas, ou seja, não são importantes apenas por fazerem parte das proteínas, e isto deve ser considerado, quando suas exigências são determinadas (MURAKAMI, 2002). Vários trabalhos recentes obtidos de genéticas modernas manifestam importância de providenciar níveis adequados de diferentes aminoácidos. O aumento da exigência de aminoácidos em frangos de corte é sustentado pela evolução genética dos animais, pela disponibilidade de informação científica e pela definição dos requerimentos especificada para cada parâmetro produtivo.

Enquanto que os aminoácidos não essenciais nos monogástricos são sintetizados eficazmente no organismo a partir de metabólitos intermediários ou de aminoácidos essenciais como, cistina, metionina, tirosina e fenilalanina, os essenciais não podem ser sintetizados pelo organismo numa proporção suficiente, assim, os mesmos devem ser incorporados às dietas. Dietas deficientes em um ou vários aminoácidos essenciais impedem o crescimento normal além de propiciar doenças e mortalidade nos frangos. Desta forma, é necessária a determinação das necessidades diárias destes aminoácidos para a síntese protéica, garantindo assim níveis ótimos de crescimento e manutenção (CHEFTEL et al., 1989).

Muitos fatores podem influenciar as exigências de aminoácidos de frangos de corte em qualquer fase de crescimento, tais como fatores dietéticos (nível de PB, nível de energia e presença de inibidores de protease), ambientais (doenças, densidade, estresse por calor ou frio) e composição corporal (BAKER & HAN, 1994, HOLSHEIMER et al., 1994; RANGEL-LUGO et al., 1994). No caso da temperatura ambiental, sua

variação não aumenta nem diminui as exigências em aminoácidos. Entretanto, quando o consumo da ração é alterado pela temperatura, é necessário também um ajuste em todos os nutrientes das rações. Por esses motivos, fica difícil direcionar todas as possíveis combinações experimentais para determinar uma exigência para cada aminoácido. A adição de aminoácidos livres na dieta de frangos de corte é muito cara, ainda que a formulação por custo mínimo favoreça o uso de lisina e/ou metionina pois, utilizando esses aminoácidos cristalinos, o nutricionista pode formular dietas com o mínimo custo necessário de aminoácidos (MORAN Jr., 1992).

O tipo de fibra e a presença de fatores antinutricionais são fatores que influenciam na digestibilidade dos aminoácidos. No caso da fibra e particularmente dos polissacarídeos não amiláceos solúveis, ocorre incremento na viscosidade da digesta resultando em aumento da taxa de passagem e na redução do processo físico de mistura na digestão e do transporte dos produtos até a borda das vilosidades intestinais; conseqüentemente há diminuição na possibilidade de contato entre o substrato e a enzima (LESSON & SUMMERS, 2001).

Fontes sintéticas de metionina e lisina são utilizadas rotineiramente em dietas de aves e futuramente o triptofano e a treonina serão utilizados assim que o preço declinar. Em muitas situações, o uso de aminoácidos sintéticos é uma decisão econômica e o preço deles tende a sombrear o do farelo de soja, atualmente a fonte mais comum de aminoácidos.

BAKER et al. (2002) conduziram seis experimentos para determinar os níveis ideais de vários aminoácidos em relação à lisina para frangos de corte durante a segunda e terceira semanas de idade. As aves receberam rações com 3.400 kcal EM/kg e 22,5% de proteína bruta, deficientes em lisina, triptofano, treonina, isoleucina e valina, suplementadas com aminoácidos sintéticos e ácido L-glutâmico. O ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) responderam quadraticamente ao incremento de lisina (0,68 a 1,28%), triptofano (0,09 a 0,24%), treonina (0,41 a 0,81%), isoleucina (0,45 a 0,95%) e valina (0,51 a 1,06%) digestíveis. Pelo modelo broken line, os pontos de ruptura para GP e CA foram os seguintes: lisina (0,85; 0,96%), triptofano (0,16; 0,16%), treonina (0,53; 0,53%), isoleucina (0,59; 0,58%), e valina (0,74; 0,74%). Os

requerimentos de lisina digestível para GP e CA foram respectivamente 0,95 e 1,03%, de triptofano digestível foram 0,18% para GP e CA; de treonina digestível em 0,59% para GP e 0,60% para CA; de isoleucina digestível em 0,68% para GP e CA e valina digestível em 0,81% para GP e 0,82% para CA. Em geral, independente do método de ajuste da curva, os requerimentos em aminoácidos digestíveis para conversão alimentar foram muito maiores que os requerimentos para ganho de peso. As porcentagens ideais em relação à lisina para ganho de peso e conversão alimentar foram: lisina (100), triptofano (16,6), treonina (55,7), isoleucina (61,4), e valina (77,5).

Segundo WILLIAMS (1995) a avaliação precisa da exigência de aminoácidos das aves para manutenção e crescimento e a suplementação exata são essenciais para otimização do crescimento e da produção, apresentando com vantagem a menor excreção de nitrogênio para o meio ambiente, evitando assim a poluição.

Lisina e metionina + cistina

A lisina é um aminoácido polar que se encontra comumente nas superfícies das proteínas e enzimas. As fontes de lisina incluem carnes, pescados, aves e produtos lácteos. É o segundo aminoácido limitante em dietas de frangos de corte e tem importantes funções orgânicas, sendo a principal delas ligada ao processo de crescimento da ave e, em concentrações excessivas ou baixas, determina um mal desempenho e severos problemas orgânicos e fisiológicos. A sua principal função é o seu uso para síntese protéica, uma vez que somente a lisina endógena (trimetil lisina) é usada para a biossíntese de carnitina (BAKER et al., 1993).

As exigências de lisina obedecem uma hierarquia em função da variável escolhida para sua estimativa. O requerimento para ganho de peso é menor que para rendimento de peito, que por sua vez é menor que para conversão alimentar, que é menor que para minimizar a gordura abdominal (LECLERCQ, 1998). Ainda, os requerimentos de aminoácidos são afetados por outros fatores como: linhagem dos animais (desenvolvimento acelerado ou reduzido), sexo dos animais e conformação do frango (cortes ou carcaça) (KIDD, 2001).

LABADAN Jr. et al. (2001) determinaram a exigência de lisina total para frangos de corte como sendo 1,28 e 1,32 para ganho de peso e para rendimento de peito respectivamente de 1 a 14 dias de idade; 1,13 e 1,21 de 14 a 21 dias de idade e 0,90 para ambos os parâmetros de 21 a 42 dias de idade.

Avaliando as respostas de diferentes níveis de lisina para frangos de corte da linhagem Ross, COSTA (2000) determinou melhor conversão alimentar na fase de 1 a 21 dias de idade no nível de 1,19% de lisina digestível e 1,14% de lisina digestível para machos e fêmeas respectivamente. Na fase de 22 a 40 dias de idade, os níveis de lisina digestível foram 1,09 % e 1,00% para machos e fêmeas respectivamente, baseados na conversão alimentar.

O nível de lisina das rações de frangos de corte pode variar em função da energia da ração, idade da ave, linhagem, sexo e outros. Entretanto, o ponto econômico também deve ser levado em consideração, pois o nível de lisina que utilizamos nas rações deve estar em função do parâmetro que desejamos maximizar. Seu nível na dieta também pode interferir na determinação das exigências de aminoácidos sulfurosos, principalmente quando o consumo de lisina variar entre os tratamentos. O principal papel da lisina é para deposição de carne, entretanto, o adequado fornecimento de lisina nas rações de frangos de corte, promove uma significativa melhora na conversão alimentar.

Quando se trabalha com linhagens destinadas a cortes, visando à produção de carne de peito, a lisina é o principal nutriente a ser trabalhado (MORAN Jr., 1992). Todavia, poucas pesquisas têm sido direcionadas às exigências dos frangos de corte no último período de produção, pois nesta fase a ave tem incremento de aproximadamente 20% do seu peso e consome mais de 25% do total de ração do período total de produção (NRC, 1984), e a conversão alimentar piora (SKINNER et al., 1991).

Efeitos adversos no desempenho e rendimento de carcaça são perfeitamente possíveis neste período, se ocorrer limitação de lisina, pois seu teor é excepcionalmente alto na proteína da carne (MORAN Jr., 1992), salientando que a carne de peito representa cerca de 30% do total de carne no frango e 50% do total de

proteína comestível (SUMMERS et al., 1988).

A disponibilidade dos aminoácidos L-lisina, L-treonina e DL-metionina proporciona aos nutricionistas formular rações para aves, visando um menor custo de formulação com a redução protéica, melhor eficiência alimentar na produção com o equilíbrio ideal dos aminoácidos e ainda podendo visar a qualidade do produto. Seguindo o mesmo caminho da L-lisina, com o aumento da sua disponibilidade no mercado e sua redução do preço, a L-treonina proporciona maior flexibilidade nas formulações de rações de aves, com um perfil mais equilibrado dos aminoácidos.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações para aves à base de milho e farelo de soja, destacando-se por participar na síntese de proteína, ser precursora da cisteína e doadora de radicais metil (WARNICK & ANDERSON, 1968). No período de crescimento, as aves utilizam grandes quantidades de aminoácidos sulfurosos, principais limitantes nas rações, que, geralmente são suplementadas com aminoácidos sintéticos disponíveis no mercado (SILVA et al., 1999).

Entre os frangos de corte, os machos apresentam maior exigência de aminoácidos que as fêmeas, apresentando maior peso e metabolismo basal. As linhagens com alta capacidade para síntese de proteína têm maior exigência de aminoácidos sulfurosos que linhagens de menor capacidade de deposição protéica. O genótipo não só afeta a capacidade de deposição, mas também tem influência na eficiência de deposição dos aminoácidos.

À medida que o animal cresce suas exigências nos aminoácidos metionina+cistina mudam. Primeiro, aumenta a exigência de manutenção com o aumento do tamanho corporal. Segundo, ocorre mudança na capacidade de deposição de proteína, que aumenta durante o crescimento dos animais atingindo um máximo e então decresce à medida que o animal se aproxima do tamanho adulto. Adicionalmente, ocorre mudança no padrão da proteína ideal exigido pelo animal, o que é reflexo da mudança da exigência relativa para a manutenção e deposição de proteína. É por isso que as recomendações nutricionais levam em consideração o peso dos animais.

Em aves no início da maturidade sexual, a queda nas necessidades da lisina é maior que as verificadas para metionina e cisteína (NRC, 1994). Isto porque com a

aproximação da maturidade sexual, a taxa de deposição de proteína do corpo diminui, enquanto o crescimento de penas e as necessidades de manutenção são aumentados, e como as penas são ricas em cisteína e a manutenção requer mais metionina que lisina, a relação entre ambas tende a crescer com a idade em relação à lisina (PACK, 1995).

O grau de desequilíbrio de aminoácidos resulta em reações variadas por parte das aves, fazendo com que o consumo seja alterado. EDMONDS & BAKER (1987) verificaram que o excesso de 4% de metionina em ração à base de milho e farelo de soja provoca redução no ganho de peso, porém 0,5% de excesso de metionina sobre a exigência não prejudicaria o desempenho das aves (HAN & BAKER, 1993).

Segundo ALBINO et al. (1999), como os aminoácidos sulfurosos são utilizados em grandes quantidades pelas aves durante o período de crescimento corporal e são freqüentemente os primeiros limitantes em rações para frangos de corte, estas rações devem ser suplementadas com aminoácidos sintéticos disponíveis no mercado. As exigências de lisina e metionina+cistina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, segundo as recomendações do NRC (1994) é de 1,00% e 0,72% respectivamente, em rações com 3.200 kcal EM/kg de ração.

A metionina é um aminoácido sulfurado relevante na tradução do RNA mensageiro, sendo o primeiro aminoácido incorporado na posição N-terminal de todas as proteínas. Está disponível em diversas formas, e também seu análogo. Durante vários anos foram feitas várias pesquisas sobre o potencial e uso de diversas fontes. Há basicamente quatro diferentes fontes de metionina: DL-metionina, DL-metionina sódica, metionina hidroxí-análoga e metionina cálcica hidroxí-análoga. Há algum tempo se sabe que muitos aminoácidos essenciais podem ser substituídos pelo correspondente cetoácido (análogo). Com a exceção da lisina e da treonina, que não são envolvidas no processo de transaminação, é possível se substituir os aminoácidos pelos seus cetoácidos análogos. Presumivelmente as aves produzem o aminoácido correspondente pela transaminação envolvendo principalmente aminoácidos não essenciais, como é o caso do ácido glutâmico. Mas a transaminação pode ocorrer em vários tecidos, e algumas bactérias também podem sintetizar os aminoácidos antes da absorção. A questão da relativa potência dos produtos variará conforme a seleção da

fonte de metionina. Por exemplo, a potência da metionina hidróxi-análoga está relacionada com a variável absorção no intestino, com a degradação nos tecidos corporais e ou a diminuição da eliminação pelos rins. Os produtos líquidos são mais utilizados em relação à metionina seca pela sua facilidade de incorporação na mistura. Vários estudos têm demonstrado que frangos de corte aumentam o consumo de alimento, se a ração contiver inadequada quantidade de metionina, resultando em aumento da deposição de gordura abdominal (MORAN Jr., 1994).

Treonina, Triptofano, Valina e Isoleucina

Em dietas basais, a treonina é tipicamente o terceiro aminoácido limitante para frangos de corte após metionina + cistina e lisina. Nos últimos anos, experimentos conduzidos com treonina, estabeleceram que a relação ideal treonina digestível:lisina digestível para frangos de corte está entre 65 a 70%. De acordo com MACK et al. (1999) a relação treonina:lisina ideal é de 63% de 20 a 40 dias de idade. Segundo DOESCHATE (1999) a relação é de 65% para a fase de 1 a 21 dias de idade e de 68% para a fase de 22 a 49 dias de idade.

Buscando avaliar o efeito da utilização de dietas vegetais com diferentes níveis de proteína bruta e relações entre treonina e lisina digestível sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte machos de 21 a 43 dias de idade, DIONIZIO et al. (2003) verificaram que os melhores valores de conversão alimentar e de gordura abdominal foram obtidos com frangos consumindo rações contendo a relação treonina:lisina digestível de 70%. O efeito benéfico do aumento da treonina foi mais evidente nas aves alimentadas com um nível protéico de 18%. KIDD & KERR (1996) recomendaram as relações treonina:lisina de 67% e de 70% para as fases inicial e de crescimento, respectivamente. No entanto, ROSTAGNO et al. (2005) sugeriram como sendo de 65% a relação ideal entre treonina e lisina para o período de 1 a 56 dias de idade.

A adição de treonina em rações de frangos de corte tem sido estudada nos últimos anos (HOLSHEIMER et al., 1994;RANGEL-LUGO et al., 1994), contudo uma

deficiência nestas dietas não é comum ocorrer devido ao nível exigido ser em torno de 0,68 a 0,80% para o desempenho. Estudando o rendimento de carcaça, KIDD & KERR (1996) trabalhando com diferentes níveis de treonina em rações de frangos de corte, relataram que o melhor desenvolvimento para carne de peito ocorreu nas aves que receberam dietas com 0,75% de treonina na fase final de criação (30 a 42 dias de idade) em relação àquelas que receberam dietas com 0,55% que são deficientes. Em outro experimento, os mesmos autores demonstraram haver interação entre lisina e treonina para melhor desenvolvimento das características da carcaça.

O triptofano pertence à classe dos aminoácidos ditos como essenciais, ou seja, não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo suas necessidades. Em dietas à base de milho e soja, o primeiro aminoácido limitante para aves é a metionina, seguida pela lisina e depois pelo triptofano. No entanto, nas formulações atuais em que a metionina e a lisina são normalmente suplementadas nas suas formas sintéticas, o triptofano é o primeiro aminoácido limitante (PEGANOVA et al., 2003). Em virtude da disponibilidade do triptofano sintético no mercado de rações animais, é possível fazer a suplementação deste aminoácido nas rações para aves a preços compatíveis. O triptofano tende a ser um aminoácido limitante nas dietas de aves, à medida que a proteína bruta da ração diminui. Nos ingredientes e nas dietas, o triptofano é um aminoácido de difícil mensuração quando comparado aos demais comumente utilizados e em parte, esta situação leva a uma variabilidade nos resultados de pesquisa. Este aminoácido é mais considerado quando se utilizam dietas com considerável quantidade de farinha de carne ou de subprodutos avícolas (KIDD & HACKENHAAR, 2006).

A valina é um aminoácido essencial potencialmente limitante em dietas a compostas principalmente por milho e farelo de soja para frangos de corte (HAN et al., 1992; CORZO et al., 2004; THRENTON et al., 2006). Recentemente, KIDD & HACKENHAAR (2006) criaram situações variando os tipos de ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte, na tentativa de supor qual seria o quarto aminoácido limitante após a treonina para cada uma das circunstâncias criadas. Segundo os autores, quando se usa milho e farelo de soja como ingredientes fornecedores da

proteína dietética, a valina foi o quarto aminoácido limitante. CORZO et al. (2004) e THORNTON et al. (2006), descreveram a importância de se manter os níveis adequados de valina na dieta ao reduzir a proteína bruta, particularmente em dietas basais.

A quantidade de isoleucina em grãos de cereais (milho, sorgo e trigo) e no farelo de soja, quando misturados à dieta de frangos de corte indicam que pode ser o quarto aminoácido limitante depois da treonina (FERNANDEZ et al., 1994; KIDD et al., 2004). Essa limitação também pode ser observada em dietas a base de milho, farelo de soja e farinhas de subprodutos avícolas, ou em dietas baseadas em trigo, farelo de soja, farinhas de subprodutos avícolas e misturas de farinhas de carne (KIDD & HACKENHAR (2006). A isoleucina é potencialmente limitante em dietas para poedeiras com baixa proteína bruta e suplementadas com lisina, metionina e triptofano (JENSEN & COLNAGO, 1991; KESHAVARZ, 1998).

Ajuste de modelos de platô de resposta para a exigência de aminoácidos em frangos de corte

Com o constante melhoramento genético das aves, as linhagens de frangos de corte têm adquirido capacidade de expressar cada vez mais rápido seu alto potencial produtivo. Porém, esse potencial só é eficientemente aproveitado, quando se tem, além de outros fatores, fornecimento adequado de todos os nutrientes exigidos. Por esse motivo, várias pesquisas têm sido desenvolvidas para determinar suas exigências nutricionais em diferentes idades, sexo e linhagens, com o objetivo de obter alimentação de menor custo, que permita o máximo aproveitamento do potencial genético da ave (RUNHO et al., 2001).

De acordo com EUCLYDES & ROSTAGNO (2001), a adição de um nutriente limitante na ração, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, resultará, em crescimento do animal até que sua exigência seja atendida. A partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e, em seguida, dependendo do nutriente que está sendo adicionado, poderá ocorrer uma perda de peso do animal. Os autores

apresentam o esquema ilustrativo do efeito de um nutriente limitante, em que se observa que o fenômeno resultante do acréscimo de um nutriente na ração, partindo de níveis baixos até níveis elevados, pode ser descrito em quatro fases:

- Inicial: Fase em que o acréscimo do nutriente garante apenas a sobrevivência do animal, pois os níveis são insuficientes para permitir o crescimento;
- Resposta: Fase na qual os animais começam a apresentar crescimento, melhor eficiência alimentar, entre outras vantagens, até um nível em que se estabiliza o desempenho;
- Estável: Fase em que os níveis do nutriente não promovem resposta ao desempenho;
- Tóxica: Fase em que o nível elevado do nutriente pode causar redução no desempenho em consequência de efeitos colaterais.

Os autores consideram, ainda, que os modelos utilizados para determinar os níveis ótimos dos nutrientes na ração são aplicáveis quando os experimentos são conduzidos nas fases resposta e estável. Se o experimento for instalado somente no começo da fase resposta, o nível ideal do nutriente poderá não ser determinado, porque a resposta máxima não foi atingida. Se o experimento tiver início no decorrer da fase estável, concluir-se-á que o nutriente em estudo não é essencial ou está acima da exigência. Caso os níveis estudados se situem na fase tóxica, o resultado mostrará efeito nocivo aos animais.

Experimentos do tipo dose versus resposta são muito comuns em várias áreas da experimentação. Eles são utilizados para obter os níveis recomendáveis dos minerais nas formulações de rações para animais, para avaliar níveis de proteína, energia e outros ingredientes em rações animais de diferentes espécies e estudar a conversão alimentar, bem como no estudo das formulações de adubos para plantações cultivadas em diferentes solos. Para estes experimentos, entre as técnicas de análises estatísticas que podem ser utilizadas para descrever os níveis ótimos de um nutriente, destacam-se o modelo polinomial quadrático, broken line, platô linear, platô quadrático e platô não-lineares (REZENDE et al., 2007).

Segundo COELHO et al. (1987) para a análise de exigências nutricionais dos animais um dos modelos utilizados é o de linha quebrada, ou broken line. BAKER (1986) e ROBBINS et al. (1979) avaliaram que este modelo combina um teste de média para determinação do platô e ajusta uma equação linear aos dados que apresentam respostas a níveis crescentes de nutrientes. A exigência é dada no ponto em que uma perpendicular baixada da intersecção da reta com o platô encontrar o eixo da abscissa. De acordo com PACK (1996b) o modelo de regressão linear mais usado em estudos de nutrição animal é o modelo broken line, que apesar de apresentar um ajustamento aceitável, não é fisiologicamente o mais adequado.

O modelo platô de resposta linear (PRL) foi aplicado inicialmente em ensaios sobre fertilidade do solo (BRAGA, 1983). Sua principal vantagem é que na presença de doses muito elevadas de algum elemento torna-se possível estimar a diminuição de desempenho ocasionada pelo excesso. Segundo COELHO et al. (1987) o modelo descontínuo PRL permite a comparação de combinações alternativas de retas e platô permitindo escolher como melhor opção de ajustamento a combinação que tenha apresentado a menor soma de quadrados dos desvios. À semelhança do broken line, a exigência em determinado nutriente é dada no ponto em que a perpendicular baixada da intersecção da reta com o platô encontrar a abscissa. As respostas nem sempre apresentam esta configuração em virtude do complexo sistema fisiológico do animal. MORRIS (1983) e RUNHO et al. (2001) afirmam que o ajuste de dados pelo modelo PRL em casos especiais proporciona bom ajuste estatístico, mas freqüentemente subestima à dose ótima.

Vários autores utilizaram o modelo PRL em pesquisas com diferentes espécies na área de Zootecnia: em frangos de corte, CELLA et al. (2001) e GOMES et al. (1994); em poedeiras, FIGUEIREDO et al. (2001); em suínos, COELHO (1984) e OLIVEIRA et al. (2001), entre outros. A maior parte destes trabalhos foi desenvolvida na Universidade Federal de Viçosa (UFV), utilizando como suporte estatístico o programa Sistema para Análises Estatísticas - SAEG, cuja grande versatilidade serviu para difundir o uso desse modelo.

O modelo quadrático ($y = a + bx + cx^2$), sob o ponto de vista biológico, é mais

utilizado que o modelo linear por possibilitar a determinação do ponto de máximo. Todavia, dependendo da natureza dos dados e do experimento, esse modelo pode não ser adequado. MORRIS (1983) e RUNHO et al. (2001) afirmam que o uso do modelo polinomial quadrático em algumas situações não proporciona bom ajuste dos dados, causando falsa segurança, uma vez que a curvatura é muito sensível a variações nos intervalos dos tratamentos e o modelo pode não ser fisiologicamente correto.

O procedimento não-linear do software Statistical Analysis System, (SAS INSTITUTE, 1995), apresenta um exemplo da aplicação da técnica platô de resposta quadrático. Neste exemplo, o ponto de início do platô foi denominado de x^0 , que é localizado por meio da primeira derivada da equação quadrática, ou seja, pelo ponto de máximo. Quando x é maior que x^0 , este ponto se torna uma constante, transformando-se numa reta com inclinação zero, denominada platô, cujo modelo é dado por $y = p$; e quando x é menor que x^0 , este ponto se encontra na parte quadrática do modelo ($y = a+bx+cx^2$) sendo descrito por uma parábola. Para que esta técnica possa ser aplicada, exige-se que a curva seja contínua e suave. BULLOCK & BULLOCK (1994) e CERRATO & BLACKMER (1990), utilizaram esta técnica e observaram um bom comportamento do modelo na descrição das respostas em experimentos na área de ciências agrárias.

Objetivos

Diante do exposto, conduziu-se quatro experimentos com os objetivos de estabelecer diferentes critérios de avaliação das exigências dos aminoácidos digestíveis treonina, triptofano, valina e isoleucina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Estimar as exigências para cada aminoácido, utilizando diferentes modelos de regressão: os modelos quadrático, exponencial e de retas segmentadas ou broken line (“linha quebrada”), estabelecendo equações principalmente para ganho de peso e conversão alimentar. A partir desses dados, calcular os perfis ideais de aminoácidos digestíveis para as principais características estudadas. Em todos os experimentos, especial ênfase foi a determinação das exigências para cada aminoácido, dentro das

principais características de produção: ganho de peso e conversão alimentar. No entanto, as análises de regressão foram realizadas para todas as características cujas regressões foram significativas.

Referências

ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS Jr., J.G. et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.3, p.519-525, 1999.

ALLEMAN, F.; LECLERCQ, B. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v.38, p.607-610, 1997.

BAKER, D. H. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 116, p. 2339- 2349, 1986.

BAKER, D.H.; PARSONS, C.M.; FERNANDEZ, S. et al. Digestible amino acid requirements of broiler chickens based upon ideal protein considerations. In: ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1993, Fayetteville. **Proceedings...** Fayetteville: University of Arkansas, 1993. p. 22-32.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1441-1447, 1994.

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**, Champaign, v. 81, p. 485 – 494, 2002.

BARBI, J. H. T.; ZAVIEZO, D. Síndrome do mau empenamento em frangos de corte. In:

SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS AVIÁRIAS, 4., 2000, MG. **Anais...** Uberlândia UFU, p.49- 65, 2000.

BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo**: ensaios de campo. Viçosa: UFV, 1983. 101 p.

BRAKE, J. Feeding and management of broiler breeder males. In: N.C. Broiler Breeder and Hatchery Management Conference, 2002, Statesville, NC. **Proceedings...** Statesville: Coop. Extension, Raleigh. 2002. p. 45–67.

BULLOCK, D. G.; BULLOCK, D. S. Quadratic and quadraticplus- plateau models for predicting optimal nitrogen rate of corn: a comparison. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p. 191-195, 1994.

BURNHAM, D. Treonina cristalina na dieta usada para diminuir a proteína bruta e seu efeito sobre o crescimento e rendimento de carcaça de frangos de corte. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO DA AJINOMOTO BIOLATINA, 1, 2001. Foz do Iguaçu, PR, Brasil. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2001.

CALNEK, B. W.; BARNES, H.J.; BEARD, C.W. et al. **Diseases of Poultry**. 9.ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa USA, 1991, 929p.

CELLA, P. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. et al Níveis de lisina mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade, em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 433-439, 2001.

CERRATO, M. E.; BLACKMER, A. M. Comparison of models for describing corn yields response to nitrogen fertilizer. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, p. 138- 143, 1990.

CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias**. Bioquímica - Propiedades funcionales. Valor nutricional - Modificaciones químicas. Zaragoza : Acribia, 1989. 446p.

CHENG, T.K., HAMRE, M.L., COON, C.N. Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diet at various environmental temperatures. **Applied Poultry Science**, v.6, p.18-33, 1997.

CHENG, T. K.; HAMRE, M. L.; COON, C. N. Effect of constant and cyclic environmental temperatures, dietary protein, and amino acid levels on broiler performance. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v.8, p.426-439, 1999.

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

COELLO, C. L. Considerações sobre o empenamento em frangos de corte. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 4, 200, Go. **Anais...**, Goiânia, UFGO, 2000; p.81-89.

COELHO, L. S. S. **Exigências de proteína e lisina para suínos de 15 a 30kg de peso vivo**. 1984. 139 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

COELHO, L. S. S.; COSTA, P. M. A.; SILVA, M. A. et al. Modelos para estimar exigências nutricionais em suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 102-110, 1987.

COLNAGO, L.G. Limiting amino acids in a low protein corn-soy diet for laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.70, p.28, 1991.

COLNAGO, L.G. Aminoácidos em rações de frangos e matrizes pesadas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1992, Santos, **Anais...** p.45-54.

COOK, M. E.; SUNDE, M. L.; STAHL, J. L. et al. Zinc deficiency in pheasant chicks fed practical diets. **Avian Diseases**, v. 28, p.1103-1109, 1984.

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

COSTA, F. G. P. **Níveis dietéticos de lisina e proteína bruta para frangos de corte**. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, UFV.

DAGHIR, N. J. **Poultry production in hot climates**. Cambridge University Press, 1995, p.303.

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

DALE, N. M.; FULLER, H. L. Effect of heat increment and diet density on energy intake of broilers under heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v.57, p.1132- 1978. (Abstract).

DESCHEPPER, K.; DE GROTE, G. Effect of dietary protein essential and non-essential amino acids on the performance of male broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v.36, p.229-245, 1995.

DIAMBRA, O H.; MCCARTNEY, M.G. The effect of low protein finisher diets on broiler males performance and abdominal fat. **Poultry Science**, Champaign, v.64, p.2013-2015, 1995.

DIONIZIO, M. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Dietas vegetais com diferentes níveis de proteína e de relação treonina/lisina para frangos de corte. In: Conferência APINCO 2003 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003, Campinas. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.5, p.69, 2003.

DOESCHATE, R. A. H. M. Nutrição de aminoácidos para frangos de corte: ciência e realidade comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1, **Anais...**, Concórdia, 1999.

EDENS, F. W. Empenamento em frangos: Influência de Aminoácidos e minerais da

dieta. In: CONFERÊNCIA APINCO 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2000, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: 2000. p.81-100.

EDMONDS, M.S., BAKER, D.H. Comparative effects of individual amino acid excesses when added to a corn-soybean meal diet: effects on growth and dietary choice in the chick. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 65, p. 699-705, 1987.

EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu. p.77-88

FACHER, B. I.; JENSEN, L. S. Influence on performance of three to six-week old broiler of varying dietary protein contents with supplementation of essential amino acid requirements. **Poultry Science**, Champaign, v.68, p. 113-123, 1989.

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**, Champaign, v. 71, p. 1879–1884, 1992a.

FERNANDEZ, S. R.; AOYAGI, S.; HAN, Y. et al. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1887–1896, 1994.

FARRAN, M. T.; THOMAS, O. P. Valine deficiency. 2. The effect of feeding a valine-deficient diet during the starte period on performance and leg abnormalities of male broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 1885–1890, 1992b.

FIGUEIREDO, D. F.; TORAL, F. L. B.; GARCIA, J. et al. Níveis nutricionais de sódio para poedeiras pós-muda forçada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 841-843.

GOMES, P. C.; GOMES, M. F. M.; ALBINO, L. F. T. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista**

Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 615-622, 1994.

HAN, Y.; BAKER, D.H. Effects of sex, heat, stress, body weight and genetic strain on the lysine requirement of broilers chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.4, p.701-708, 1993.

HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C. M. et al. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 1168–1178. 1992.

HELLMEISTER FILHO, P. **Efeito de fatores genéticos e do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos tipo caipira**. 2002. 77f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

HOLSHEIMER J. P.; VEREIJKEN, P. F. G.; SCHUTTE, J. B. Response of broiler chicks to threonine supplemented diets to 4 weeks of age. **British Poultry Science**, London, v. 35, p. 551-562, 1994.

HURWITZ, S.D.; SKLAN, H.; TALPAZ, H. et al. The effect of dietary level on the lysine and arginine requerimentes of growg chickes. **Poultry Science**, Champaign, v.77, p.689-696, 1998.

JENSEN, L. S.; COLNAGO, G. L. Amino acids and protein for broilers and laying hens. . In: Maryland Nutrition Conference, 1991, Baltimore, MD. **Proceedings...** 1991. Maryland Nutrition Conference. Baltimore, MD: University of Maryland, 1991. p. 29-36.

KESHAVARZ, K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 9, p. 1320-1332, 1998.

KIDD, M. T. Lysine and threonine needs of commercial broilers. In: AJINOMOTO HEARTLAND POULTRY SYMPOSIUM, **Proceedings...**, Nashville TN, 2001.

KIDD, M.T.; BURNHAM, D.J.; KERR, B.J. Dietary isoleucine responses in male broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 45, p. 67-75, 2004.

KIDD, M.T.; HACKENHAAR, L. Dietary threonine for broilers: dietary interactions and feed additive supplement use. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, 1, N° 005, 6 pp. 2006.

KIDD, M. T.; KERR, B. J. Threonine and broiler nutrition. In: MEETING ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1996, Fayetteville. **Proceedings...** Fayetteville: The Poultry Federation, 1996. p. 203-228.

LABADAN Jr., M. C.; HSU, K. N.; AUSTIC, R. E. Lysine and arginine requirements of broiler chickens at two-to-three week intervals to eight weeks of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 5, p.599-606, 2001.

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

LECLERCQ, B. El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: estudio comparativo entre pollos y cerdos. In: XIV CURSO DE ESPECIALIZACIÓN AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 2000. **Anais...** Nouzilly, France, 2000.

LESSON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: COFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, 1995. **Anais...** p. 111-118.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the Chicken**. 4th edition. University Books, 591p., 2001.

MACK, S.; BERCOVICI, D.; DE GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 40, p.257-265, 1999.

MAIORKA A. M. **Efeito da forma física e do nível de energia da ração em dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis sobre o desempenho e**

a composição de carcaça de frangos de corte, machos dos 21 aos 42 dias de idade. [Dissertação]. Porto Alegre (RS): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.

MARKS, H. L. Genotype by diet interactions in body and abdominal fat weight in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, p. 879-886, 1990.

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

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications In: POULTRY PROCEEDINGS NUTRITION SOCIETY, 1981, Cambridge, **Proceedings...** Cambridge, v. 40, p. 285-294, 1981.

MORAN Jr., E.T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1116- 1126, 1994.

MORAN Jr., E. T. Nutrição e sua relação com a qualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1992, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 1992, p. 37-44.

MORRIS, T. R. **The interpretation of response data from animal feeding trials**. In: HARESIGN, W. Recent advances in animal nutrition. London: Butterworths, 1983. p. 13-23.

MURAKAMI, A. E. Nutrição e alimentação de codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife, PE. **Anais...** Recife, PE.: SBZ, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of domestic animals**. 1. nutrient requirements of poultry. 8 ed. Natl. Acad. Sci., Washington: National Academy Science, 1984. 71 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 155p. 1994.

NAMROUD, N. F.; SHIVAZAD, M.; ZAGHARI, M. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 2250–2258, 2008.

OGLESBEE, B. L. Hypothyroidism in a scarlet macaw. **Journal of the American Veterinary Medical Association (JAVMA)**, Schaumburg, v. 201, p. 1599-1601, 1992.

OLIVEIRA, A. L. S.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. et al. Níveis de lisina para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 95 aos 110kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 817-819.

PACK, M. Proteína ideal para frangos de corte. Conceito atual. In: COFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, **Anais...** p. 95-110, 1995.

PACK, M. **Ideal protein in broilers**. In. FEEDBACK SPECIAL; Frankfurt, Alemanha. p. 01-13, 1996a.

PACK, M. Models used to estimate nutrient requirements with emphasis on economic aspects. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF POULTRY AND SWINE; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1996b. p. 43-54.

PARR, J. F.; SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acid excesses in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 1540-1549, 1991.

PARSONS, C. M. Amino acid digestibility for poultry: feedstuff evaluation and requirements, Missouri: Biokyowa, 1991. **(Technical Review-1)**.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feedings of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** p.119-128.

PEGANOVA, S.; HIRCHE, F.; EDER, K. Requirement of tryptophan in relation to the supply of large neutral amino acids in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.82, n. 5, p.815-822, 2003.

PENZ Jr., A. M. O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA; Porto Alegre, RS. Brasil. 1996. **Anais....** p. 71-85, 1996.

PENZ Jr., A. M.; KRATZER, F. H.; ROGERS, Q. R. Effect of excess leucine on feather structure and feather composition in the chick. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v. 29, p. 991-995, 1984.

PESTI, G. M.; HARPER, A. E.; SUNDE, M. L. Choline/methionine nutrition of starting broiler chicks. Three models for estimating the choline requirement with economic considerations. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, p. 1073-1081, 1980.

PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C. X.; JENSEN, L. S. Broiler chick response to low protein diets supplemented with synthetic amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v.69, p.1950-1955, 1990.

RANGEL-LUGO, M.; SU, C. L.; AUSTIC, R. E. Threonine requirement and threonine imbalance in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p.670-681, 1994.

RESENDE, J.A.A.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M. et al. Níveis de proteína, aminoácidos sulfurosos e lisina em rações de frangos submetidos a regime de alta temperatura. Fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.9, p.108-124, 1980.

REZENDE, D. M. L. C.; MUNIZ, J. A.; FERREIRA, D. F. et al. Ajuste de modelos de platô de resposta para a exigência de zinco em frangos de corte. **Ciência e**

Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 2, p. 468-478, 2007.

ROBBINS, K. R.; NORTON, H. W.; BAKER, D. H. Estimation of nutrient requirements from growth data. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 109, p.1710–1714, 1979.

ROSA, P.S.; BRUM, P.A.R.; GUIDONI, A. Comparação de dietas práticas para frangos de corte formuladas para atender diferentes exigências de aminoácidos. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS 1995, Curitiba. **Trabalhos de Pesquisa...** Campinas: FACTA, 1995. p. 63-64.

ROSTAGNO, H. S. Rações com diferentes níveis de proteína para frangos de corte. 3º Encontro de Nutrição Animal, São Paulo, **Degussa Finnfeeds**, 10p. 1997.

ROSTAGNO, H. S.; PUPA, J. M. R.; PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acid. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.4, n. 3, p.293-299, 1995.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2ª. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186 p.

RUNHO, R. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 187-196, 2001.

SAKOMURA, N. K.; SILVA, R. Conceitos aplicáveis à nutrição de não ruminantes. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.22, p.125-146, 1997.

SAS INSTITUTE. SAS language and procedures: usage. Version 6. Cary, 1995. 373 p.

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

SI, J.; FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. et al. Minimizing crude protein levels in broiler diets through amino acid supplementation. 1. Extent to which crude protein may be reduced in corn-soyabean meal broiler diets through amino acid supplementation. In: SOUTHERN POULTRY SCIENCE SOCIETY CONFERENCE, **Proceedings...** Atlanta, p. 12, 2000.

SILVA, S.H.M.; ALBINO, L.F.T.; VARGAS Jr., J.G. et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.28, n.3, p.519-525, 1999.

SIREN, M. J. **Canibalism in Cockerels and Pheasants**, 1963, 48 f. Dissertação (Mestrado) - Clinical Biochemistry of Royal Veterinary College, Stockholm, Sweden.

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

SOARES, R.T.R.N. **Exigência de treonina para frangos de corte**. Viçosa, MG.: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.

STUTZ, M. W.; SAVAGE, J. E.; O'DELL, B. L. Relation of dietary cations to arginine-lysine antagonism and free amino acid patterns in chicks. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 101, p.377-384, 1971.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGIA LÍQUIDA E MODELAGEM, 2001. **Anais....** Santa Maria – RS, 2001, p. 01 – 17, 2001.

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

THRONTON, 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**, London, v. 47, p. 190–199, 2006.

UZU, G. Limit of reduction of the protein level in broiler feeds. **Poultry Science**, Champaign, v. 61, p.1557-1558, 1982.

WALDROUP, P.W.; MITCHELL, R.J.; PAYNE, J.R. et al. Performance of chicks fed diets formulated to minimize levels of essential amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v.55, p.243-253, 1976.

WARNICK, R.E.; ANDERSON, J.O. Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v.47, p.281-287, 1968.

WILLIAMS, P.E.V. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, p. 173-187, 1995.

ZAVIEZO, D. Requerimientos de aminoácidos de pollos y gallinas. **Avicultura Profesional**, v. 18, p. 18-22, 2000.

2. CAPÍTULO 2 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM TREONINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

Critérios de Avaliação das Exigências em Treonina para Frangos de Corte de 22 a 42 Dias de Idade

RESUMO - Um experimento foi realizado com o objetivo de estabelecer critérios de avaliação das exigências de treonina digestível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, utilizando diferentes modelos de regressão (quadrático, exponencial e de retas segmentadas ou broken line) e em caso de significância estatística foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Foram utilizados 1.920 frangos de corte machos com 22 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos (seis níveis de treonina digestível: 0,5904; 0,6441; 0,6977; 0,7514; 0,8051 e 0,8588%) e oito repetições de 40 aves cada. Utilizou-se como padrão o nível de 0,6977% de treonina digestível. Foram avaliados dados de desempenho e características de carcaça. Com base no comportamento dos dados os níveis de 0,7642 e 0,7514% de treonina digestível, correspondentes às relações treonina:lisina digestíveis de 71,19% e 70,00%, promoveram os melhores resultados de conversão alimentar de acordo com o modelo broken line e pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade respectivamente.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, análises de regressão, broken line, desempenho, proteína ideal, treonina digestível

Introdução

A treonina (Figura 1) é um hidróxi-aminoácido que desempenha papel importante junto com a glicina e a serina no metabolismo da porfirina, tem participação essencial na síntese de proteína corporal, é essencial na manutenção da saúde e da integridade intestinal. É também um componente importante no desenvolvimento da pena, participando em 4 a 5% da proteína bruta da mesma. Ela se incorpora às proteínas e às enzimas em um índice molar de 6% comparados aos outros aminoácidos.

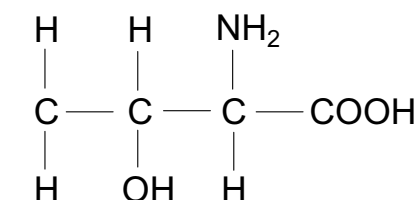


Figura 1: Estrutura química da treonina

Em dietas basais, é tipicamente o terceiro aminoácido limitante para frangos de corte após metionina + cistina e lisina e seu nível nutricional mínimo pode estabelecer o nível de proteína bruta da dieta se não for utilizada a forma sintética. Deficiência em treonina nas rações para frangos de corte pode diminuir a eficiência de utilização da metionina + cistina e da lisina. Formular dietas de frango de corte de custo mínimo, que atendam às exigências em treonina é essencial para expressar o máximo potencial genético das aves e para diminuir o desequilíbrio entre os aminoácidos.

ROBBINS (1987) sugeriu expressar a exigência de treonina como percentual da proteína bruta. Segundo KIDD et al. (2002b) a treonina frequentemente é o ponto de pressão em formulações de custo mínimo, determinando o nível de proteína bruta da dieta. No entanto, estes valores são hoje objeto de debate, visto haver variações nos níveis de proteína bruta, energia e lisina nas dietas experimentais. A inclusão de L-Treonina na dieta, similarmente ao que ocorre com a metionina e com a lisina, promove o decréscimo da proteína bruta da dieta e, por conseqüência, diminui a eliminação de ácido úrico, de água e a formação de amônia no ambiente (KIDD et al., 2002a).

Embora as exigências para aminoácidos mudem devido a diversos fatores, as relações ideais deles com a lisina tendem a permanecer similares (EMMERT & BAKER, 1997). A exigência de treonina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, segundo as recomendações do NRC (1994) é de 0,74% em rações com 3.200 kcal EM/kg de ração. ROSTAGNO et al. (2000) recomendaram valores de treonina digestível de 0,61% de 22 a 42 dias de idade.

Segundo FERNANDEZ et al. (1994) a exigência de treonina para manutenção é alta em relação aos demais aminoácidos em função de seu grande conteúdo nas secreções intestinais endógenas. Assim, a treonina apresenta maior importância em fases avançadas de desenvolvimento, pois as proporções de exigências para manutenção são altas nessa fase.

KIDD & KERR (1996) em uma extensa revisão bibliográfica, concluíram que existem muitas controvérsias em relação às atuais exigências de treonina para frangos de corte, pois ainda não se estabeleceu a maneira apropriada para expressar essas exigências, seja em porcentagem da dieta ou em energia metabolizável, em proteína bruta ou ainda em relação à lisina. Além disso, as respostas devem vir de exaustivos estudos em frangos jovens. Porém, estudos de exigências em frangos mais velhos precisam ser conduzidos de forma a aliar as exigências para manutenção, desempenho e rendimento de carcaça.

Em um experimento com frangos de corte de 30 a 42 dias de idade, arraçoados com dieta contendo 3.200 kcal EM/kg de ração e 1,10% de lisina, KIDD & KERR (1997) estimaram o requerimento de treonina total como sendo 0,70; 0,70 e 0,78% da dieta para ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de peito respectivamente. Avaliando os níveis de lisina e treonina para frangos de corte Ross, KIDD et al. (1997) observaram interação destes dois aminoácidos para ganho de peso e rendimento de peito.

SOARES et al. (1999) trabalhando com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, arraçoados com dieta contendo 18,8% de proteína bruta e 1,00% de lisina total, utilizando seis níveis de treonina total (0,67; 0,71; 0,75; 0,79; 0,83; e 0,87%), não encontraram efeitos dos níveis de treonina sobre as características de desempenho,

concentração plasmática de ácido úrico, características de carcaça e composição corporal das aves. Machos e fêmeas diferiram quanto à qualidade da carcaça, com maiores valores de rendimento de peito para as fêmeas e de rendimento de carcaça, coxa e sobrecoxa para os machos. As fêmeas apresentaram maior valor de gordura corporal e menor valor de matéria seca na carcaça que machos. Os níveis de 0,67% de treonina total e 0,57% de treonina digestível foram suficientes para maximizar o desempenho de frangos de corte, machos e fêmeas, no período de 22 a 42 dias de idade.

DOZIER III et al. (2001) trabalhando com dieta contendo 18% de proteína bruta e 3.200 kcal EM/kg de ração e dois níveis de treonina total (0,52 e 0,74%), observaram melhor retenção de nitrogênio e energia em frangos de corte machos arraçoados com o nível mais alto de treonina. ROSA et al. (2001) trabalhando com frangos de corte Arbor Acres alimentados com dieta basal contendo 23% de proteína bruta e 3.200 kcal EM/kg de ração, determinaram os requerimentos de treonina como sendo 0,71% para ganho de peso e conversão alimentar para machos e 0,72% para ganho de peso e 0,71% para conversão alimentar no caso de fêmeas até os 18 dias de idade.

ATENCIO et al. (2004) realizaram três experimentos com o objetivo de determinar as exigências de treonina e a relação treonina:lisina digestível para frangos de corte machos, nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. Os níveis de treonina digestível utilizados nas diferentes fases foram: 0,684 a 0,870% (1 a 20 dias de idade, incremento de 0,047%); 0,637 a 0,807% (24 a 38 dias de idade, incremento de 0,043%); e 0,565 a 0,715% (44 a 56 dias de idade, incremento de 0,037%). Houve efeito quadrático para consumo de ração e ganho de peso na fase de 1 a 20 dias de idade e as exigências de treonina digestível e total nessa fase foram respectivamente 0,777% e 0,890%, correspondente a uma relação treonina:lisina de 67%, de acordo com o modelo broken line para o resultado de ganho de peso. Na fase de 24 a 38 dias de idade, não foi observado efeito dos níveis de treonina sobre as características de desempenho, sugerindo que os níveis 0,637% de treonina digestível e 0,731% de treonina total (relação aa:lisina de 60%), foram suficientes para atender às exigências das aves. As características de desempenho e rendimento de carcaça na fase de 44 a

56 dias de idade não foram afetadas pelos níveis de treonina, sugerindo-se que os níveis 0,565% de treonina digestível e 0,650% de treonina total (relação aa:lisina de 60%) foram suficientes para atender à exigência das aves, havendo necessidade de mais estudos utilizando-se níveis mais baixos para essa fase de criação. KIDD & KERR (1996) relataram que o melhor desenvolvimento para carne de peito ocorreu nas aves que receberam dietas com 0,75% de treonina na fase final de criação (30 a 42 dias de idade), havendo interação entre lisina e treonina para melhor desenvolvimento das características da carcaça.

SAMANDI & LIEBERT (2006) observaram que a concentração ótima de treonina foi influenciada pela idade, pelo sexo, pelo nível de proteína bruta depositada, pela eficiência da utilização da treonina dietética e pelo consumo de ração. Para frangos de corte machos, supondo uma deposição média de proteína bruta (60% do potencial) e uma eficiência média de utilização da treonina, observaram-se os níveis 0,78% (10 a 25 dias), 0,73% (30 a 45 dias), 0,65% (50 a 65 dias) e 0,55% (70 a 85 dias), como concentrações ótimas de treonina do total na dieta, correspondentes a 60, 135, 160 e 180 gramas do consumo de ração diário respectivamente. Segundo os mesmos autores (SAMANDI & LIEBERT, 2007) a concentração ótima de treonina dietética (porcentagem da ração) estabelecida por diferentes previsões para consumo de ração diário, foi 0,83 e 0,87% (10 a 25 dias), 0,73 e 0,75% (30 a 45 dias), 0,66 e 0,69% (50 a 65 dias) e 0,51 e 0,53% (70 a 85 dias) da ração para dois genótipos diferentes de frangos de corte, respectivamente.

BERRES et al. (2007) conduziram um experimento com o objetivo de avaliar o efeito de relações crescentes de treonina:lisina digestíveis em dietas de frangos de corte de 15 a 37 dias de idade, com aumentos dos níveis de treonina das dietas a partir de inclusões crescentes de farelo de soja ou L-treonina sintética (relações entre treonina e lisina 63,5; 66,0 e 68,5%). Não houve efeito do nível de treonina sobre respostas de desempenho, consumo de água, matéria seca da cama, lesões de pododermatite e rendimento de carcaça e cortes. Também não foi observado efeito da fonte de treonina sobre peso corporal, consumo de ração, matéria seca da cama, lesões de pododermatite, rendimento de carcaça, de filé de peito e de coxas +

sobrecoxas. Entretanto, a conversão alimentar foi melhor e o consumo de água maior quando o aumento em treonina foi originado do farelo de soja, enquanto o rendimento de peito foi superior para as dietas suplementadas com L-Treonina sintética. Foi possível identificar uma resposta diferenciada entre fonte e nível de treonina para ganho de peso e conversão alimentar, demonstrando que, quando a relação treonina:lisina foi de 68,5%, existiu uma evidente melhora quando o nível de treonina aumentou a partir do farelo de soja. As quantidades de aminoácidos essenciais a partir do quarto aminoácido limitante foram superiores para as dietas com níveis crescentes de farelo de soja. Supõe-se que as diferenças obtidas entre as respostas das aves recebendo dietas com o aumento de treonina a partir da inclusão da L-Treonina ou do farelo de soja tenham sido devidas a desiguais quantidades ou balanceamento de aminoácidos essenciais consumidos. A relação treonina:lisina digestível de 63,5% foi considerada suficiente para maximizar o desempenho das aves, enquanto que aumentos no níveis de treonina a partir da inclusão de farelo de soja influenciaram os resultados provavelmente por disponibilizarem maior quantidade de aminoácidos.

De acordo com MACK et al. (1999) e DOESCHATE (1999) a relação treonina:lisina ideal é de 63% de 20 a 40 dias de idade e de 68% para a fase de 22 a 49 dias de idade respectivamente. DIONIZIO et al. (2003) verificaram que os melhores valores de conversão alimentar e de gordura abdominal foram obtidos na relação treonina:lisina digestível de 70%. KIDD & KERR (1996) recomendaram as relações treonina:lisina de 70% para a fase de crescimento e ROSTAGNO et al. (2005) sugeriram como sendo de 65% a relação ideal entre treonina e lisina para o período de 1 a 56 dias de idade.

CORZO et al. (2006, 2007) estudaram o impacto do ambiente na exigência de treonina para frangos de corte machos da linhagem Ross, utilizando cama nova ou reutilizada de quatro lotes, durante a fase de 21 a 42 dias de idade com lisina digestível ajustada em 1,0% da dieta. Os níveis de treonina digestíveis variaram de 0,43% a 0,78% (0,51% a 0,86% de treonina totais), em incrementos de 0,07%, através da adição de L-treonina, fornecendo 6 pontos ao longo da curva de exigência em relação à lisina. Para todas as variáveis a exigência determinada de treonina foi mais elevada para as

aves criadas em cama reutilizada do que em cama nova. Em média, as aves criadas em cama nova tiveram a exigência de treonina digestível em relação à lisina digestível de 65%. As aves criadas em cama reutilizada tiveram essa exigência três pontos acima, ou seja, de 68%. Os níveis ótimos de treonina digestível e a relação à treonina:lisina digestíveis encontrados foram respectivamente 0,74 e 66% para ganho de peso e 0,72 e 64% para conversão alimentar quando criadas em cama nova e de 0,77 e 69% para ganho de peso e 0,73 e 65% para conversão alimentar quando criadas em cama reutilizada.

KIDD et al. (2007) testaram a inclusão da L-Treonina nos níveis 0,0 e 0,5% ou 1,0 libra (453,59 g) por tonelada, em dietas basais para frangos de corte na fase de 25 a 43 dias de idade, sobre o desempenho, rendimento de carcaça e na concentração de nitrogênio nas excretas. A lisina digestível foi adicionada em 1,0% da dieta e a relação treonina:lisina digestíveis mantida constante em 65%. Os outros aminoácidos essenciais foram ajustados nas seguintes relações com a lisina: metionina + cistina: 75; valina: 75; isoleucina: 66, arginina: 110. Nenhuma diferença significativa foi observada no desempenho das aves aos 43 dias de idade, indicando que a inclusão da L-treonina até 1,0 libra por tonelada de ração não afetou negativamente o desempenho das aves, não havendo necessidade de limitar a inclusão da L-treonina até estes níveis. Níveis mais elevados de treonina têm sido utilizados na produção industrial de frangos de corte com resultados positivos.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal – UNESP, durante 22 a 42 dias de idade das aves. Foram utilizados 1920 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb, que foram alojados em um galpão de alvenaria com 80 boxes, com cobertura de telha sanduíche, piso de concreto, paredes

laterais com 0,30 m de altura, e tela de arame até o telhado e cortinado externo móvel, dividido em boxes de 3,2 x 1,4m, separados por muretas de alvenaria de 0,40m de altura e completadas com tela de arame até uma altura de 1,80m.

O aquecimento inicial foi realizado por meio de lâmpadas de infra-vermelho de 250 watts, procurando manter a temperatura ambiente entre 28 e 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida. Os pintos foram vacinados contra as doenças de Marek, Gumboro e Bouda no incubatório, seguindo-se a vacinação no 5º e 21º dias contra a Doença de Gumboro e no 8º dia contra a Doença de New Castle.

A cama utilizada foi de maravalha e a quantidade colocada em cada box foi de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada, de modo que todos os tratamentos tiveram a mesma quantidade inicial deste material utilizado como cama a uma altura de 5cm. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz, durante todo o período experimental.

Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações, sendo esses dados utilizados para os cálculos das médias semanais (Tabela 1).

Tabela 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.

Semana	Temperatura (°C)		
	Máximas	Mínimas	Médias
1	35,0	21,5	28,2
2	34,0	20,5	27,2
3	33,8	18,6	26,2

Durante o período inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão experimental, recebendo ração com 3.005 kcal de EM/kg e 21,6% de PB, para satisfazer suas exigências nutricionais, segundo as médias das recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) para as fases de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade. Ao final do 21º dia de idade, os frangos foram pesados, selecionados seguindo-se o critério do peso médio de cada box e distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, envolvendo seis tratamentos (níveis de treonina digestível) com oito repetições de 40 aves cada.

As recomendações nutricionais em termos de proteína bruta, energia

metabolizável, cálcio, fósforo disponível e aminoácidos digestíveis, utilizadas nas rações experimentais, foram as estabelecidas por ROSTAGNO et al. (2005), através das médias de suas recomendações para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade (Tabela 1A).

Foram realizadas as análises químico-bromatológicas dos ingredientes das rações experimentais (Tabela 2), de acordo com os métodos descritos por SILVA (1990) e os valores de energia metabolizável (EM) e dos coeficientes de digestibilidade utilizados foram os estabelecidos por ROSTAGNO et al. (2005).

Tabela 2. Conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd), sódio (Na) e composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) dos ingredientes das rações experimentais.

%	Milho		Farelo de soja	
MS	88,90		89,10	
PB	8,11		44,40	
EM (kcal/kg)	3381		2256	
EE	3,61		1,66	
FB	1,73		5,41	
Ca	0,03		0,24	
Pd	0,08		0,18	
Na	0,02		0,02	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Alanina	0,59	0,55	1,94	1,90
Arginina	0,36	0,33	3,19	3,06
Glicina	0,31	0,30	1,89	1,88
Isoleucina	0,27	0,24	2,01	1,83
Leucina	0,97	0,92	3,42	3,12
Lisina	0,23	0,20	2,72	2,50
Cistina	0,18	0,16	0,62	0,60
Metionina	0,17	0,16	0,60	0,54
Met + Cis	0,35	0,32	1,22	1,06
Fenilalanina	0,39	0,35	2,32	2,15
Tirosina	0,24	0,21	1,50	1,47
Treonina	0,29	0,24	1,74	1,53
Triptofano	0,06	0,05	0,58	0,52
Valina	0,39	0,34	2,13	1,90
Histidina	0,24	0,22	1,16	1,10
Serina	0,39	0,34	2,29	2,24

¹ Aminoácidos totais, determinados pelo Laboratório da Degussa – Animal Nutrition Service – São Paulo, SP. ² Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade descritos nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2005).

Os tratamentos consistiram no fornecimento de uma dieta basal deficiente em treonina, formulada com base em aminoácidos digestíveis, de acordo com o conceito de proteína ideal, durante 22 a 42 dias de idade, suplementadas com cinco diferentes níveis de treonina digestível.

Tabela 3. Composição percentual da ração experimental para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Ração 0,5904	Ração 0,6441	Ração 0,6977	Ração 0,7514	Ração 0,8051	Ração 0,8588
Milho	66,6208	66,6208	66,6208	66,6208	66,6208	66,6208
Farelo de soja	25,7800	25,7800	25,7800	25,7800	25,7800	25,7800
Óleo de soja	3,0300	3,0300	3,0300	3,0300	3,0300	3,0300
Fosfato bicálcico	1,6300	1,6300	1,6300	1,6300	1,6300	1,6300
Calcário calcítico	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600	0,9600
Ácido L-Glutâmico	0,3692	0,2954	0,2215	0,1477	0,0740	0,0000
L-lisina HCl	0,2700	0,2700	0,2700	0,2700	0,2700	0,2700
DL- metionina	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
L-treonina	0,0000	0,0537	0,1074	0,1611	0,2148	0,2685
L- arginina	0,0600	0,0600	0,0600	0,0600	0,0600	0,0600
L-valina	0,0900	0,0900	0,0900	0,0900	0,0900	0,0900
L-isoleucina	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Supl. min.+vit.*	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
Sal	0,4400	0,4400	0,4400	0,4400	0,4400	0,4400
Inerte (Areia lavada)	0,0000	0,0201	0,0403	0,0604	0,0804	0,1007
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados						
Proteína bruta (%)	17,7608	17,7608	17,7608	17,7608	17,7608	17,7608
Energia met (kcal/kg)	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750
Ca (%)	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740
Na (%)	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
Fósforo total (%)	0,6280	0,6280	0,6280	0,6280	0,6280	0,6280
Fósforo disp (%)	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060
Lisina dig. (%)	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735
Metionina dig. (%)	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663
Met + cist dig. (%)	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730
Triptofano dig. (%)	0,1820	0,1820	0,1820	0,1820	0,1820	0,1820
Treonina dig. (%)**	0,5904	0,6441	0,6977	0,7514	0,8051	0,8588
Arginina dig. (%)	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270
Valina dig. (%)	0,8210	0,8210	0,8210	0,8210	0,8210	0,8210
Isoleucina dig. (%)	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190

* Enriquecimento por quilograma de ração: 8.000 UI vitamina A, 1.800 UI vitamina D₃, 12 mg vitamina E, 2 mg vitamina K₃, 1 mg vitamina B₁, 4 mg vitamina B₂, 1 mg vitamina B₆, 10 mcg vitamina B₁₂, 0,40 mg ácido fólico, 0,04 mg biotina, 28 mg niacina, 11 mg pantotenato de cálcio, 6 mg Cu, 0,10 mg Co, 1 mg I, 50 mg Fe, 65 mg Mn, 45 mg Zn, 0,21 mg Se, 500 mg cloreto de colina 50%, 60 mg coccidiostático, 12 mg antioxidante. **O nível de 0,6977% de treonina digestível foi o recomendado por ROSTAGNO et al. (2005).

A ração basal (Tabela 3) foi formulada para conter 0,5904% de treonina

digestível (55% de 1,0735 de lisina), e as outras rações com níveis crescentes de 60%, 65%, 70%, 75% e 80% em relação à lisina, as quais contiveram 0,6441; 0,6977; 0,7514; 0,8051 e 0,8588 (dois níveis abaixo e três acima do nível 0,6977% recomendado por ROSTAGNO et al. (2005)). Os níveis de lisina, metionina + cistina e dos demais aminoácidos, utilizados na formulação das rações, foram os estabelecidos por ROSTAGNO et al. (2005).

Neste estudo, a adição de treonina à dieta basal foi feita em substituição ao ácido glutâmico, no intuito de manter todos os tratamentos com o mesmo nível de nitrogênio e eliminar qualquer efeito relacionado à diferenças em sua concentração. Portanto, as dietas com menores níveis de treonina contem maiores níveis de ácido glutâmico.

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso, pela diferença entre as pesagens entre o 21^o e 42^o dias. Da mesma forma, o consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras das rações nos comedouros. Posteriormente, foi calculada a conversão alimentar pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves. A viabilidade criatória foi obtida tomando-se o número total de aves alojadas menos as aves mortas ou retiradas da parcela, dividido pelo total de aves alojadas (multiplicado por 100).

Ao final do período experimental (42 dias de idade), após as pesagens, foram separadas oito aves por parcela, utilizando-se como critério de escolha, os frangos que apresentarem o peso corporal próximo ao peso médio da respectiva parcela. As aves selecionados de cada parcela (oito aves por parcela) foram submetidas a um período de jejum de 6 horas, sacrificadas por sangria da jugular, depenadas, evisceradas e após pesagem da carcaça, foram submetidas a cortes para avaliação do rendimento de carcaça (desconsiderando cabeça, pescoço e pés), rendimento de peito, rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de asas e rendimento de dorso.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2002). Em caso de significância estatística, foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de

probabilidade. Para a determinação das exigências de treonina foram utilizados três modelos de regressão: o modelo quadrático descrito por ROBBINS et al. (1979), os modelos exponencial e de retas segmentadas ou broken line (“linha quebrada”) descritos por NOLL & WAIBEL (1989), com 90% do quadrado máximo.

Resultados e Discussão

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos tratamentos sobre os parâmetros avaliados, exceto para conversão alimentar, cujas equações de regressão obtidas, os coeficientes de determinação (R^2) e os níveis de treonina digestível estimados estão apresentados na Tabela 5 e na Figura 2.

Tabela 4. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de treonina digestível de 22 a 42 dias de idade.

Níveis de treonina digestível (%)	Parâmetros de desempenho			
	CR (kg)	GP (kg)	CA (kg/kg)	VC (%)
0,5904	3,202	1,756	1,823 B	97,917
0,6441	3,179	1,760	1,807 AB	98,958
0,6977	3,239	1,779	1,821 AB	98,958
0,7514	3,144	1,780	1,766 A	98,415
0,8051	3,231	1,810	1,784 AB	98,438
0,8588	3,217	1,817	1,769 AB	97,894
Valores de F	0,53 NS	1,02 NS	2,14 *	0,21 NS
CV(%)	4,30	3,97	2,71	2,98

NS = não significativo; * $P < 0,05$. Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan. VC = Viabilidade Criatória (número de aves terminadas)

Não se observou efeito do nível de treonina da ração sobre o ganho de peso e o consumo de ração (Tabela 4). O nível de 0,6441% de treonina digestível, correspondente à relação treonina:lisina digestível de 60%, foi suficiente para atender à exigência (para máximo desempenho) de machos alimentados com dietas contendo

17,76% de proteína bruta. Cabe salientar que a exigência mínima para o máximo desempenho pode estar abaixo deste menor nível testado. Evidência disso é o resultado encontrado por SOARES et al. (1999), que indica valor de treonina digestível inferior (0,57%) ao encontrado neste experimento para machos Hubbard, na fase de 22 a 42 dias de idade. LECLERCQ (1998) propõe valores de 0,61% de treonina digestível para ganho de peso utilizando o modelo descontínuo e WEBEL et al. (1996) indicam 0,61% de treonina total para ganho de peso. MACK et al. (1999) utilizando o modelo descontínuo, recomendam uma relação treonina:lisina de 63% para as linhagens ROSS e ISA, na fase de 20 a 40 dias, portanto, muito próxima da menor relação utilizada neste experimento (60%).

Não foi realizado um ajuste adequado pelos modelos quadrático ou exponencial aos dados de desempenho das aves uma vez que estes modelos não foram significativos ($P > 0,05$) pela análise de variância da regressão. A resposta de conversão alimentar foi ajustada adequadamente pelo modelo broken line (Tabela 5), onde o nível ótimo de treonina na ração, estimado pelo intercepto da reta ascendente com o platô, foi de 0,7642%. Pelo teste de Duncan (0,05%), o nível de 0,7514% de treonina digestível promoveu o melhor resultado para conversão alimentar, nível este bem próximo ao estabelecido pelo modelo broken line de 0,7642%, discordando dos achados de DOZIER III et al. (2000b) que estimaram a exigência de treonina em torno de 0,67% para frangos de corte machos criados em altas temperaturas ambientais na fase de 42 a 56 dias de idade para se alcançar a melhor conversão alimentar.

Tabela 5. Equações ajustadas para conversão alimentar (CA), em função dos níveis de treonina digestível, coeficientes de determinação (R^2), e níveis de treonina estimados (NTreo) com o uso dos diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NTreo(%)	R^2
Linear	$CA = 1,9455 - 0,2074 \times NTreo$	-	0,68
Broken line	$CA = 1,777 + 0,2921 \times (0,764 - NTreo)$	0,7642	0,70

Com base no modelo broken line, o nível estimado de 0,7642% de treonina digestível na dieta pode ser interpretado como sendo o nível de treonina a partir do qual não ocorrerá melhora na CA das aves, sendo este valor superior às recomendações do

NRC (1994) de 0,74% em rações com 3.200 kcal EM/kg de ração, de ROSTAGNO et al. (2000) que recomendaram o nível de 0,69% de treonina digestível para um bom desempenho de frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, e também de SAMANDI & LIEBERT (2006, 2007) que encontraram o nível de 0,73% de treonina digestível para promover o máximo desempenho de frangos de corte de 30 a 45 dias de idade.

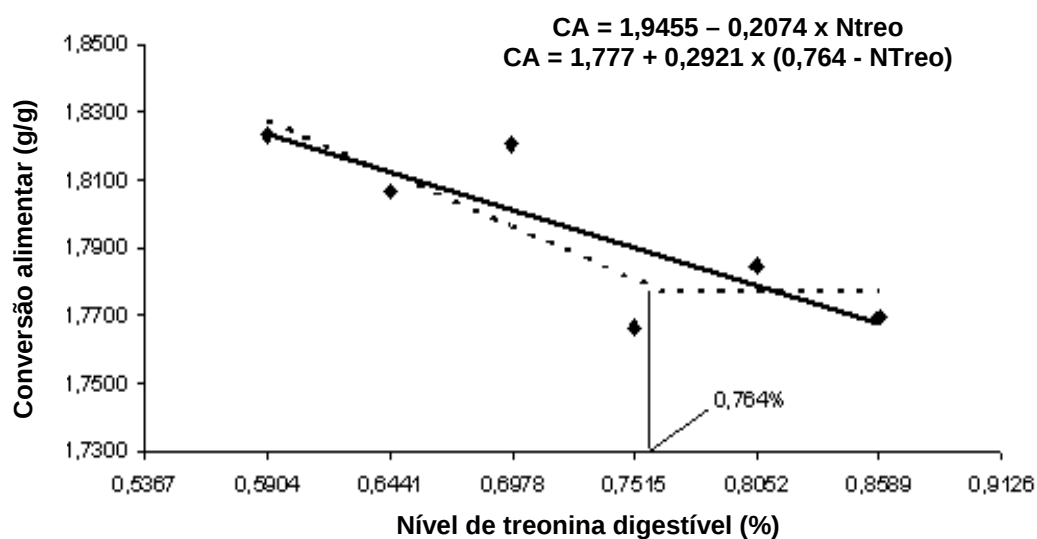


Figura 2. Representação gráfica do nível de treonina digestível na ração adequado para maximizar a CA, estimado por meio do primeiro intercepto da equação linear com o platô do broken line, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Os valores observados por PENZ Jr. et al. (1991) das exigências de treonina total para ganho de peso e eficiência alimentar para machos e fêmeas foram de 0,66 e 0,68%, respectivamente, quando trabalharam com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, enquanto RANGEL-LUGO et al. (1994) encontraram níveis de 0,63 e 0,69% de treonina para ganho de peso e conversão alimentar, para frangos de corte na fase de crescimento. KIDD & KERR (1996) relataram que dietas contendo níveis limitantes de treonina podem causar prejuízos pela piora da conversão alimentar, não afetando, porém, o peso corporal e o rendimento de carcaça. Em outro experimento, os mesmos autores relataram que os melhores níveis para rendimento de carne de peito e de ganho de peso é, respectivamente, 0,75 e 0,65%, e o nível de 0,74% estabelecido pelo

NRC (1994) é inadequado para o ótimo desenvolvimento do frango de corte na fase de crescimento.

No presente estudo o nível de lisina digestível das rações experimentais foi de 1,0735%, considerando o coeficiente de digestibilidade da lisina de 90,7% (ROSTAGNO et al. ,1996) e os níveis de treonina digestível encontrados para melhor conversão alimentar foram 0,7642% e 0,7514% sendo as proporções de treonina digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal, de aproximadamente 71,19% e 70,00% segundo o modelo broken line e o teste de Duncan a 5% de probabilidade respectivamente. Esses valores estão de acordo com KIDD & KERR (1996) e DIONIZIO et al. (2003), mas foram superiores aos sugeridos por BAKER & HAN (1994) de 67%, do valor ótimo encontrado por SOARES et al. (1999) de 63%, por ROSTAGNO et al. (2000) de 57%, por ROSTAGNO et al. (2005) de 65% e por EMMERT & BAKER (1997) de 68,5% para a fase de 21 aos 56 dias de idade.

De acordo com DOESCHATE (1999) a relação é de 65% para a fase de 1 a 21 dias de idade e de 68% para a fase de 22 a 49 dias de idade. Por isso, mais trabalhos são necessários para confirmar estes achados. ATENCIO et al. (2004) trabalhando com frangos de corte machos dos 24 aos 38 dias de idade, também não encontraram evidências da influência da relação treonina:lisina sobre as características de desempenho, e indicaram a relação de 60% como ideal para atender as exigências das aves. BERRES et al. (2007) recomendou a relação treonina:lisina de 68,5%, para frangos de corte de 15 a 37 dias de idade.

WEBEL et al. (1996) utilizando rações com 20% de proteína bruta, encontraram o valor de 0,70% de treonina total, para máximo desempenho de frangos de corte machos, no período de 22 a 42 dias de idade. Segundo os mesmos autores, o nível de treonina total para alcançar a máxima eficiência alimentar, de 22 a 42 dias de idade é de 0,72%, e a relação ótima treonina:lisina é 70% para a fase de 21 a 56 dias de idade.

Segundo CORZO et al. (2006,2007) os níveis ótimos de treonina total e de treonina digestível em relação à lisina digestível encontrados foram respectivamente 0,74 e 66% para ganho de peso e 0,72 e 64% para conversão alimentar das aves criadas em cama nova e 0,77 e 69% para ganho de peso e 0,73 e 65% para conversão

alimentar de frangos de corte criados em cara reutilizada, na fase de 21 a 42 dias de idade.

Para rendimento de carcaça e de partes (Tabela 6), os níveis de treonina digestível da ração não influenciaram significativamente as variáveis avaliadas ($P>0,05$). Não foi realizado um ajuste adequado pelos modelos quadrático, exponencial e broken line aos dados de rendimento de carcaça das aves uma vez que estes não foram significativos ($P>0,05$) pela análise de variância da regressão. Embora não tenha se verificado efeito significativo dos níveis de treonina sobre as características de carcaça, numericamente, o nível de 0,6441% de treonina digestível indicou melhor rendimento de peito, coxa+sobrecoxa e asas que os demais. Esse valor difere numericamente da resposta encontrada para machos por SOARES et al. (1999).

Tabela 6. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa + sobrecoxa (RC+SC), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asas (RA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de treonina digestível de 22 a 42 dias de idade.

Níveis de treonina digestível (%)	Parâmetros de rendimento de carcaça ¹				
	RC (%)	RP (%)	RC+SC (%)	RD (%)	RA (%)
0,5904	71,623	34,723	31,126	23,512	10,446
0,6441	71,224	35,488	31,242	22,976	10,587
0,6977	71,411	34,976	30,869	23,221	10,456
0,7514	71,270	35,234	30,965	23,214	10,423
0,8051	71,528	34,450	31,232	23,236	10,514
0,8588	71,256	35,077	31,090	23,173	10,353
Valores de F	0,15 NS	0,94 NS	0,21NS	0,41 NS	0,44 NS
CV(%)	1,66	3,08	2,91	3,27	3,25

NS = não significativo; ¹carcaça eviscerada sem pés, sem cabeça e sem pescoço.

O mesmo foi observado por KIDD & KERR (1996) que avaliando o efeito de diferentes níveis de treonina em rações de frangos de corte sobre o rendimento de carcaça, relataram que o melhor desenvolvimento para carne de peito ocorreu com as aves que receberam dietas com 0,75% de treonina na fase final de criação (30 a 42 dias de idade), em relação àquelas aves que receberam dietas com 0,55% deficientes em treonina. DOZIER III et al. (2000a) estimaram um requerimento de 0,62% de

treonina total para frangos de corte de 42 a 56 dias de idade, para máximo rendimento de caracaça.

Em um experimento com frangos de corte de 30 a 42 dias de idade, arraçoados com dieta contendo 3.200 kcal EM/kg e 1,10% de lisina, KIDD & KERR (1997) estimaram o requerimento de treonina total como sendo 0,78% da dieta para rendimento de peito. ATENCIO et al. (2004) observaram efeito linear dos níveis de treonina digestível sobre o rendimento de perna, na fase de 24 a 38 dias de idade. REGINATTO et al. (2000) concluíram que a suplementação de treonina não influencia a composição das carcaças. Da mesma forma, KIDD et al. (2002a) não encontraram diferenças entre a concentração de treonina dietética sobre os parâmetros de carcaça mensurados.

Observando os resultados obtidos por LECLERCQ (1998) em que dietas variando o nível de treonina foram ministradas a frangos de corte machos dos 20 aos 40 dias de idade, apenas um nível muito baixo (0,48% de treonina digestível) foi capaz de influenciar negativamente características como ganho diário, conversão alimentar e deposição de carne de peito.

Conclusões

Com base no comportamento dos dados o modelo broken line estabeleceu o nível de 0,7642% e o teste de Duncan a 5% de probabilidade o nível de 0,7514% de treonina digestível para a melhor conversão alimentar, correspondentes às relações treonina:lisina digestíveis de 71,19% e 70,00% respectivamente.

Referências

ATENCIO, A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Exigências de treonina para frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.880- 893, 2004.

BAKER, D.H.; HAN, Y. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks post hatching. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1739- 1745, 1994.

BERRES, J.; VIEIRA, S. L.; CONEGLIAN, J. L. B.; et al. Respostas de frangos de corte a aumentos graduais na relação entre treonina e lisina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.2, p.510-517, 2007.

CORZO, A.; KIDD, M. T.; PHARR, G. T. et al. Immune and growth responses to dietary L-threonine of broilers raised in different litter conditions. **Poultry Science**, Champaign, v. 85(Suppl. 1), p. 32. (Abstr.), 2006.

CORZO, A., KIDD, M. T.; DOZIER III, W. A. et al. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, p. 593-604, 2007.

DIONIZIO, M. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Dietas vegetais com diferentes níveis de proteína e de relação treonina/lisina para frangos de corte. In: Conferência APINCO 2003 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2003, Campinas. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.5, p.69, 2003.

DOESCHATE, R. A. H. M. Nutrição de aminoácidos para frangos de corte: ciência e realidade comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL ACAV EMBRAPA SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1, **Anais...**, Concórdia, 1999.

DOZIER III, W. A.; MORAN, Jr., E. T.; KIDD, M. T. Threonine requirement for broiler males from 42 to 56 days of age. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, 214-222, 2000a.

DOZIER III, W. A.; MORAN Jr., E. T.; KIDD, M. T. Threonine requirement of broilermales from 42 to 56 days in a summer environment. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 9, p. 496–500, 2000b.

DOZIER III, W. A.; MORAN Jr., E. T.; KIDD, M. T. Male and female responses to low and adequate dietary threonine on nitrogen and energy balance. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, p. 926-930, 2001.

EMMERT, J. L.; BAKER, D. H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.6, n.4, p.462-470, 1997.

FERNANDEZ, S. R.; AOYAGI, S.; HAN, Y. et al. Limiting order of amino acid in corn and soybean meal cereal for growth of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1887-1896, 1994.

KIDD, M. T.; KERR, B. J., Threonine responses in commercial broilers at 30 to 42 days, **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 6, p.362-367, 1997.

KIDD, M. T.; KERR, B. J. Threonine and broiler nutrition. In: MEETING ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1996, Fayetteville. **Proceedings...** Fayetteville: The Poultry Federation, 1996, p.203-228.

KIDD, M. T.; CORZO, A.; DOZIER III, W. A. et al. Practical dietary L-Threonine inclusion and resultant impact on broiler growth, yield, and nitrogen excretion. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 1574, (Abstr.), 2007.

KIDD, M.T.; ZUMWALT, C. D.; CHAMBLEE, D. W. et al. Broiler growth and carcass responses to diets containing L-threonine versus diets containing threonine from intact

protein sources. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v.11, n. 1, p.83-89, 2002a.

KIDD, M.T. DOZIER III, W. A.; BARBER, S. J. et al. Threonine needs of Cobb male broilers from days 42 to 56. **Poultry Science**, Champaing, v.81 (Suppl. 1), p.115, 2002b.

KIDD, M. T.; KERR, B. J.; ANTHONY, N. B. Dietary interactions between lysine and threonine in broilers. **Poultry Science**, Champaing, v.76, n. 4, p.608-614, 1997.

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

MACK, S.; BERCOVICI, D.; DEGROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specifications for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 40, p.257-265, 1999.

NOLL S. L.; WAIBEL, P. E. Lysine requirement of the growing turkey in various temperature environments. **Poultry Science**, Champaing, v. 68, n. 6, p. 781-794, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 155p. 1994.

PARSONS, C.M.; HASHIMOTO, K.; WEDEKIND, K.J. et al. Effect of overprocessing on availability of amino acids and energy in soybean meal. **Poultry Science**, v.71, p.133-140, 1992.

PENZ Jr., A. M.; COLNAGO, G. L.; JENSEN, L. S. Threonine requirement of broiler chickens from 3 to 6 weeks of age. **Poultry Science**, Champaing, p.70-93, 1991 (Abstract).

RANGEL-LUGO, M.; SU, C. L.; AUSTIC, R. E. Threonine requirement and threonine imbalance in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaing, v. 73, p.670-681, 1994.

REGINATTO, M. F.; RIBEIRO, A. M. L.; PENZ Jr., A. M. et al. Suplementação de treonina em dietas de frangos de corte, variando a energia e as relações energia:proteína. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.2, n.3, p.239-247, 2000.

ROBBINS, K. R.; NORTON, H. W.; BAKER, D. H. Estimation of nutrient requirements from growth data. **The Journal of Nutrition**, v. 109, Baltimore p.1710–1714, 1979.

ROBBINS, K. R. Threonine requirement of the chick as affected by protein level and source. **Poultry Science**, Champaign, v. 66, p. 1531-1534, 1987.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 1996. 141p

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F.T; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2^a. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186 p.

SAMADI; LIEBERT, F. Modeling of threonine requirement in fast-growing chickens, depending on age, sex, protein deposition, and dietary threonine efficiency. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n. 11, p. 1961–1968, 2006.

SAMADI; LIEBERT, F. Threonine requirement of slow-growing male chickens depends on age and dietary efficiency of threonine utilization. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, n. 6, p.1140–1148, 2007.

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

SILVA, D. J. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990, 165p.

SOARES, R. T. R. N.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. et al. Exigência de treonina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 127-131, 1999.

WEBEL, D.M.; FERNANDEZ, S.R.; PARSONS, C.M. et al. Digestible threonine requirement of broiler chickens during the period three to six and six to eight weeks posthatching. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p.1253-1257, 1996.

3. CAPÍTULO 3 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM TRIPTOFANO PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

Critérios de Avaliação das Exigências em Triptofano para Frangos de Corte de 22 a 42 Dias de Idade

RESUMO - Um experimento foi realizado com o objetivo de estabelecer critérios de avaliação das exigências de triptofano digestível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, utilizando diferentes modelos de regressão (quadrático, exponencial e de retas segmentadas ou broken line) e em caso de significância estatística foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Foram utilizados 1.920 frangos de corte machos com 22 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos (seis níveis de triptofano digestível: 0,1395; 0,1610; 0,1825; 0,2040; 0,2255 e 0,2470%) e oito repetições de 40 aves cada. Utilizou-se como padrão o nível de 0,1825% de triptofano digestível. As dietas foram formuladas fixando-se o nível de treonina digestível em 0,7642%, estabelecido pelo modelo broken line pela melhor resposta para conversão alimentar no experimento 1. Foram avaliados dados de desempenho e características de carcaça. O nível 0,2255%, correspondente à relação triptofano:lisina digestíveis de 21,00%, indicou melhora numérica na conversão alimentar e os níveis 0,1825 e 0,1919% de triptofano digestível proporcionaram os melhores resultados de rendimento de carcaça, correspondentes às relações triptofano:lisina digestíveis de 17,88% e 17,00% estimados pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade e por meio da equação quadrática, respectivamente.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, análise de regressão, broken line, desempenho, proteína ideal, triptofano digestível

Introdução

O triptofano (Figura 1) pertence ao grupo dos aminoácidos R-aromáticos, com cadeias laterais aromáticas e relativamente apolar, hidrofóbico. A quebra do triptofano é a mais complexa de todas as vias do catabolismo dos aminoácidos nos tecidos animais. Porções do triptofano (que possui um total de seis átomos de carbono) liberam acetil-CoA por duas vias diferentes, uma por meio do piruvato e a outra por meio do acetoacetil-CoA.

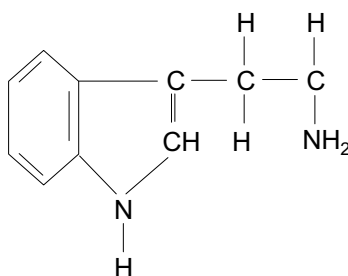


Figura 1: Estrutura química do triptofano

Alguns dos intermediários no catabolismo do triptofano são precursores necessários para a biossíntese de outras biomoléculas importantes, incluindo o nicotinato, um precursor do NAD e do NADP nos animais (NELSON & COX, 2002). O nicotinato que é também chamado de niacina ou vitamina B₃, é derivado do triptofano e sua síntese é possível devido ao suprimento adequado de triptofano na dieta. Uma dieta deficiente em triptofano e em nicotinato pode levar à dermatite, diarreia e demência (BERG, 2001).

Entre outros aminoácidos essenciais, o triptofano destaca-se porque, além de participar da síntese protéica, é precursor de serotonina, que está relacionada ao estímulo da ingestão de alimento (HENRY et al., 1992) e à diminuição do estresse que antecede o abate. Este aminoácido é bastante relatado pela sua importância nas funções terapêuticas, dado que somente uma pequena proporção de triptofano serve como precursor para a síntese de serotonina pelo cérebro, produzindo somente 1 a 2%

da serotonina corporal (KERR et al., 2005).

Segundo SMITH et al. (1983) a via de oxidação do triptofano leva à produção de serotonina no cérebro. A serotonina é produzida diretamente da hidroxilação do triptofano, pela enzima triptofano 5-monooxigenase, resultando na formação de 5-hidroxitriptofano, que é então descarboxilado pela atuação da enzima 5-hidroxitriptofano descarboxilase, produzindo 5-hidroxitriptamina (serotonina).

Segundo KIDD & HACKENHAAR (2006), a deficiência de triptofano não somente prejudica a qualidade da carcaça por participar na síntese de proteína corporal como também prejudica a síntese de neurotransmissores importantes como a serotonina e a melatonina. Esta deficiência pode ser evitada se estabelecida uma proporção ou uma relação à lisina de 17% ou mais na formulação das rações.

Alguns trabalhos são realizados visando testar o efeito sedativo do triptofano, via serotonina. SAVORY et al. (1999) utilizaram uma dieta suplementada com 20 g triptofano/kg e verificaram a redução significativa nos danos causados pela bicagem nas penas em galinhas da raça bantam (galinhas anãs) de 4 e 6 semanas de idade com a dieta teste em comparação com a dieta controle, sem suplementação de triptofano. Entretanto, GUANDOLINI et al. (2004) avaliando a imobilidade tônica e a agressividade em codornas na fase de recria, com a inclusão de triptofano na dieta, relataram que não houve diferença nas alterações de agressividade e nem na resposta de imobilidade tônica, nos níveis de triptofano que foram testados.

O triptofano pertence à classe dos aminoácidos ditos como essenciais, ou seja, não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo às suas necessidades. Dependendo da dieta, ele pode ser considerado como terceiro aminoácido limitante para aves, seguido da metionina e de lisina (PEGANOVA et al., 2003). Ele pode ser suplementado em dietas, na sua forma sintética L-triptofano, com 99,3% de digestibilidade para aves. Atualmente ainda não é economicamente viável a sua suplementação, visto que, normalmente as dietas compostas de milho e de farelo de soja possuem quantidades adequadas deste aminoácido. No caso da utilização de ingredientes alternativos, deficientes em triptofano e em dietas formuladas com base na proteína ideal, a sua suplementação é indicada,

pois oferece aos nutricionistas, a possibilidade de balanceamento das dietas, permitindo maior flexibilidade na formulação das mesmas (KIDD & HACKENHAAR, 2006).

No Brasil, as indústrias de rações utilizam em larga escala, subprodutos de cereais e de origem animal, principalmente as farinhas de carne e ossos, o glúten de milho e o farelo de trigo nas formulações de rações, em substituição ao milho e farelo de soja. Os aminoácidos das farinhas de origem animal não são tão digestíveis quanto àqueles presentes no farelo de soja (PUPA, 1995). Segundo COLNAGO (1992) o aumento do uso de glúten de milho como fonte de proteína bruta para aves, associado à disponibilidade de triptofano sintético a preços competitivos no mercado, tem estimulado pesquisas para melhor definir os requerimentos de triptofano para frangos de corte em crescimento.

CASTRO et al. (2000a) com o objetivo de determinar as exigências nutricionais em triptofano para frangos de corte machos e fêmeas durante a fase inicial, utilizaram uma dieta basal deficiente em triptofano sintético (0,180%), suplementada com cinco níveis de triptofano (0; 0,015; 0,030; 0,045; e 0,060%), sugerindo a recomendação mínima de 0,208 e 0,191% de triptofano total e digestível, respectivamente. Os mesmos autores (CASTRO et al., 2000b), trabalhando com frangos de corte machos e fêmeas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) e final (43 a 49 dias de idade), recebendo ração basal deficiente em triptofano (0,160 e 0,140%, respectivamente) suplementadas com cinco níveis de triptofano sintético (0,0; 0,015; 0,030; 0,045; e 0,060%), totalizando os níveis de 0,16; 0,175; 0,190; e 0,205% para a fase de crescimento e 0,140; 0,155; 0,170; 0,185; 0,200% de triptofano para a fase final, observaram que os níveis de triptofano na fase de crescimento influenciaram o ganho de peso (GP) e o consumo de ração (CR) dos machos, sugerindo os níveis de 0,196 e 0,176% de triptofano total e digestível respectivamente. Os níveis de triptofano influenciaram a CA das fêmeas, sugerindo recomendação mínima de 0,173 e 0,155% de triptofano total e digestível respectivamente. Para a fase final a exigência mínima para os machos foi de 0,176 e 0,157% e para as fêmeas de 0,168 e 0,150% de triptofano total e digestível respectivamente.

ROSA et al. (2001) citaram vários trabalhos onde as exigências deste

aminoácido variaram de 0,13 a 0,25% da dieta, até os 21 dias de idade em frangos de corte machos. Estes autores, baseados na revisão dos dados de vários trabalhos sobre os quais foram aplicados modelos matemáticos não-lineares (linha ascendente com platô e linha quadrática ascendente com platô), determinaram o nível de triptofano como sendo de 0,25% para a fase de 1 a 21 dias de idade.

A exigência de triptofano para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, segundo as recomendações do NRC (1994) é de 0,18% em rações com 3.200 kcal EM/kg de ração. Para essa mesma fase, a exigência de triptofano, segundo os resultados obtidos por BEHM et al. (1991), foi de 0,20% Trp/Mcal e, segundo as recomendações de ROSTAGNO et al. (1992) e AEC (1987), 0,063% Trp/Mcal de energia metabolizável. Já o NRC (1994) recomenda 0,056% Trp/Mcal para esta mesma fase de energia metabolizável. No período de 43 a 56 dias de idade a exigência de triptofano para frangos de corte, segundo as recomendações de ROSTAGNO et al. (1992) é de 0,057% de Trp/Mcal de energia metabolizável, já o NRC (1994) recomenda 0,16% em rações com 3200 kcal EM/kg de ração.

Conforme resultados obtidos por HUNGHAR & THOMAS (1976) trabalhando com uma ração fornecendo 3.300 kcal EM/kg para frangos de corte na fase de 4 a 7 semanas de idade, a exigência de triptofano para máximo crescimento e eficiência alimentar foi 0,179 e 0,170% para machos e 0,173 e 0,163% para as fêmeas, respectivamente. Estudando o requerimento de aminoácidos, em função da idade, MURAMOTO et al. (1994) verificaram que os níveis de aminoácidos para máximo ganho de peso e eficiência alimentar diminuiu com a idade, sendo o máximo ganho de peso observado na fase de 42 a 56 dias de idade.

CORZO et al. (2005) realizaram um experimento para determinar as exigências de triptofano digestível para frangos de corte de 42 a 56 dias de idade, utilizando uma dieta a base de milho, farelo de soja, glúten de milho e gelatina. Essa dieta basal foi formulada para fornecer 0,12% de triptofano e as demais dietas 0,16; 0,20 e 0,24% (níveis crescentes de 0,04%). Os autores observaram redução no desempenho das aves alimentadas com a dieta deficiente em triptofano (0,12%), não ocorrendo o mesmo nos níveis a partir de 0,16%. De acordo com os resultados da regressão exponencial, o

ganho de peso e o rendimento de carcaça aumentaram com a inclusão de L-triptofano nas dietas, com melhores resultados nos níveis 0,17% e 0,16% respectivamente. Esses resultados sugeriram que para essas aves na fase estudada, o requerimento de triptofano é 0,17%.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal – UNESP, durante 22 a 42 dias de idade das aves. Foram utilizados 1.920 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb, que foram alojados em um galpão de alvenaria com 80 boxes, com cobertura de telha sanduíche, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura, completados com tela de arame até o telhado e cortinado externo móvel, dividido em boxes de 3,2 x 1,4m, separados por muretas de alvenaria de 0,40m de altura e completadas com tela de arame até uma altura de 1,80m.

O aquecimento inicial foi realizado por meio de lâmpadas de infra-vermelho de 250 watts, procurando manter a temperatura ambiente entre 28 e 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida. Os pintos foram vacinados contra as doenças de Marek, Gumboro e Bouda no incubatório, seguindo-se a vacinação no 5º e 21º dias contra a Doença de Gumboro e no 8º dia contra a Doença de New Castle.

A cama utilizada foi de maravalha e a quantidade colocada em cada box foi de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada, de modo que todos os tratamentos tiveram a mesma quantidade inicial deste material utilizado como cama a uma altura de 5cm. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz, durante todo o período experimental.

Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações, sendo esses dados utilizados para os cálculos das médias semanais (Tabela 1).

Tabela 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.

Semana	Temperatura (°C)		
	Máximas	Mínimas	Médias
1	35,0	14,5	24,7
2	35,5	13,3	24,4
3	34,4	13,8	24,1

Durante o período inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão experimental, recebendo ração com 3.005 kcal de EM/kg e 21,6% de PB, para satisfazer suas exigências nutricionais, segundo as médias das recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) para as fases de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade. Ao final do 21º dia de idade, os frangos foram pesados, selecionados seguindo-se o critério do peso médio de cada box e distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, envolvendo seis tratamentos (níveis de triptofano digestível) com oito repetições de 40 aves cada.

As recomendações nutricionais em termos de proteína bruta, energia metabolizável, cálcio, fósforo disponível e aminoácidos digestíveis, utilizadas nas rações experimentais, foram as estabelecidas por ROSTAGNO et al. (2005), através das médias de suas recomendações para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade (Tabela 1A).

Foram realizadas as análises químico-bromatológicas dos ingredientes das rações experimentais (Tabela 2), de acordo com os métodos descritos por SILVA (1990) e os valores de energia metabolizável (EM) e dos coeficientes de digestibilidade utilizados foram os estabelecidos por ROSTAGNO et al. (2005).

Para se conseguir uma dieta basal deficiente em triptofano, foi necessária a inclusão da gelatina como ingrediente da mesma, adquirida do grupo GELITA South America, fabricada a partir de peles (suína e bovina) e ossos de animais abatidos e aprovados para o consumo humano, sendo o colágeno a verdadeira matéria-prima para a sua fabricação. Para melhor entendimento, o colágeno natural é uma escleroproteína baseada em uma cadeia de polipeptídeos que compreende aproximadamente 1.050 aminoácidos. Um terço dos aminoácidos do colágeno, e conseqüentemente da gelatina, é formado por glicina; outros 22% de prolina e hidroxiprolina e os restantes 45% são

distribuídos em 17 aminoácidos diferentes. Uma característica especial da gelatina é o seu alto teor em aminoácidos básicos e ácidos.

Tabela 2. Conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd), sódio (Na) e composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) dos ingredientes das rações experimentais.

%	Milho		Farelo de Soja		Gelatina*		Glúten de milho 60%	
MS	88,90		89,10		100,00		90,60	
PB	8,11		44,40		87,60		62,35	
EM (kcal/kg)	3381		2256		2874		3696	
EE	3,61		1,66		21,87		2,57	
FB	1,73		5,41		1,25		1,07	
Ca	0,03		0,24		0,49		0,03	
Pd	0,08		0,18		0,06		0,15	
Na	0,02		0,02		-		0,01	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Alanina total	0,59	0,55	1,94	1,90	5,52	5,48	5,38	5,34
Arginina total	0,36	0,33	3,19	3,06	7,60	7,37	1,96	1,89
Glicina total	0,31	0,30	1,89	1,88	31,13	31,12	1,70	1,69
Isoleucina total	0,27	0,24	2,01	1,83	1,80	1,75	2,51	2,36
Leucina total	0,97	0,92	3,42	3,12	3,40	3,29	9,68	9,41
Lisina total	0,23	0,20	2,72	2,50	4,40	4,27	1,05	0,96
Cistina total	0,18	0,16	0,62	0,60	0,22	0,20	1,07	1,05
Metionina total	0,17	0,16	0,60	0,54	0,74	0,72	1,43	1,38
Met + Cis total	0,35	0,32	1,22	1,06	0,84	0,81	2,49	2,31
Fenilalanina total	0,39	0,35	2,32	2,15	2,06	1,99	3,93	3,73
Tirosina total	0,24	0,21	1,50	1,47	0,37	0,34	3,00	3,97
Treonina total	0,29	0,24	1,74	1,53	1,70	1,65	2,08	1,92
Triptofano total	0,06	0,05	0,58	0,52	-	-	0,34	0,31
Valina total	0,39	0,34	2,13	1,90	2,80	2,72	2,82	2,65
Histidina total	0,24	0,22	1,16	1,10	0,95	0,92	1,30	1,22
Serina total	0,39	0,34	2,29	2,24	3,43	3,38	3,16	3,11

¹ Aminoácidos totais, determinados pelo Laboratório da Degussa – Animal Nutrition Service – São Paulo, SP. ² Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade descritos nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2005). * GELITA®, GELITA DO BRASIL Ltda. Rua Phillip Leiner 200, CEP 06714-285, Cotia, São Paulo, Brasil.

Dos aminoácidos ácidos (ácido glutâmico e ácido aspártico), cerca de um terço apresenta-se em forma de amida, como glutamina e asparagina. Dos aminoácidos sulfurados, a metionina é o único presente, porém em pequena proporção. A cisteína e o triptofano estão completamente ausentes e, por esse motivo, esse alimento rico em proteína foi utilizado nas dietas experimentais, a fim de se promover a deficiência em

triptofano na dieta basal.

Os tratamentos consistiram no fornecimento de uma dieta basal deficiente em triptofano, formulada com base em aminoácidos digestíveis, de acordo com o conceito de proteína ideal, durante 22 a 42 dias de idade, suplementadas com cinco níveis de triptofano digestível, incluindo-se o melhor nível de treonina digestível encontrado no experimento 1 (0,7642%), selecionado de acordo com a melhor resposta para conversão alimentar.

A ração basal (Tabela 3) foi formulada para conter 0,1395% de triptofano digestível (13% de 1,0735 de lisina), e as outras rações com níveis crescentes de 15%, 17%, 19%, 21% e 23% em relação à lisina, as quais contiveram 0,1610; 0,1825; 0,2040; 0,2255 e 0,2470 (dois níveis abaixo e três acima do nível 0,1825% recomendado por ROSTAGNO et al. (2005)). Os níveis de lisina, metionina + cistina e dos demais aminoácidos, utilizados na formulação das rações, foram os estabelecidos por ROSTAGNO et al. (2005).

Neste estudo, a adição de triptofano à dieta basal foi feita em substituição ao ácido glutâmico, no intuito de manter todos os tratamentos com o mesmo nível de nitrogênio e eliminar qualquer efeito relacionado à diferenças em sua concentração. Portanto, as dietas com menores níveis de triptofano contem maiores níveis de ácido glutâmico.

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso, pela diferença entre as pesagens entre o 21^o e 42^o dias. Da mesma forma, o consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras das rações nos comedouros. Posteriormente, foi calculada a conversão alimentar pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves. A viabilidade criatória foi obtida tomando-se o número total de aves alojadas menos as aves mortas ou retiradas da parcela, dividido pelo total de aves alojadas (multiplicado por 100).

Tabela 3. Composição percentual da ração experimental para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Ração 0,1395	Ração 0,1610	Ração 0,1825	Ração 0,2040	Ração 0,2255	Ração 0,2470
Milho	66,2950	66,2950	66,2950	66,2950	66,2950	66,2950
Farelo de soja	21,3655	21,3655	21,3655	21,3655	21,3655	21,3655
Glúten de milho 60%	4,5800	4,5800	4,5800	4,5800	4,5800	4,5800
Gelatina	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000
Oleo de soja	1,9650	1,9650	1,9650	1,9650	1,9650	1,9650
Fosfato bicálcico	1,6420	1,6420	1,6420	1,6420	1,6420	1,6420
Calcário calcítico	0,9730	0,9730	0,9730	0,9730	0,9730	0,9730
Ácido L-Glutâmico	0,1621	0,1297	0,0973	0,0648	0,0324	0,0000
L-lisina HCl	0,2900	0,2900	0,2900	0,2900	0,2900	0,2900
DL- metionina	0,1410	0,1410	0,1410	0,1410	0,1410	0,1410
L-triptofano	0,0000	0,0215	0,0430	0,0645	0,0860	0,1075
L-treonina	0,1234	0,1234	0,1234	0,1234	0,1234	0,1234
L- arginina	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
L-valina	0,0140	0,0140	0,0140	0,0140	0,0140	0,0140
L-isoleucina	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Supl. min.+vit.*	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
Sal	0,4490	0,4490	0,4490	0,4490	0,4490	0,4490
Inerte (Areia lavada)	0,0000	0,0109	0,0218	0,0328	0,0437	0,0546
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados para 100 kg de ração						
Proteína bruta (%)	20,1100	20,1100	20,1100	20,1100	20,1100	20,1100
Energia met (kcal/kg)	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750
Ca (%)	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740
Na (%)	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
Fósforo total (%)	0,6282	0,6282	0,6282	0,6282	0,6282	0,6282
Fósforo disp (%)	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060
Lisina dig. (%)	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735
Metionina dig. (%)	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663
Met + cist dig. (%)	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730
Triptofano dig.(%)**	0,1395	0,1610	0,1825	0,2040	0,2255	0,2470
Treonina dig. (%)	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642
Arginina dig. (%)	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270
Valina dig. (%)	0,8210	0,8210	0,8210	0,8210	0,8210	0,8210
Isoleucina dig. (%)	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190

Enriquecimento por quilograma de ração: 8.000 UI vitamina A, 1.800 UI vitamina D₃, 12 mg vitamina E, 2 mg vitamina K₃, 1 mg vitamina B₁, 4 mg vitamina B₂, 1 mg vitamina B₆, 10 mcg vitamina B₁₂, 0,40 mg ácido fólico, 0,04 mg biotina, 28 mg niacina, 11 mg pantotenato de cálcio, 6 mg Cu, 0,10 mg Co, 1 mg I, 50 mg Fe, 65 mg Mn, 45 mg Zn, 0,21 mg Se, 500 mg cloreto de colina 50%, 60 mg coccidiostático, 12 mg antioxidante. ** O nível de 0,1825% de triptofano digestível foi o recomendado por ROSTAGNO et al. (2005).

Ao final do período experimental (42 dias de idade), após as pesagens, foram separadas oito aves por parcela, utilizando-se como critério de escolha, os frangos que apresentarem o peso corporal próximo ao peso médio da respectiva parcela. As aves

selecionados de cada parcela (oito aves por parcela) foram submetidas a um período de jejum de 6 horas, sacrificadas por sangria da jugular, depenadas, evisceradas e após pesagem da carcaça, foram submetidas a cortes para avaliação do rendimento de carcaça (desconsiderando cabeça e pés), rendimento de peito, rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de asas e rendimento de dorso.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2002). Em caso de significância estatística, foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para a determinação das exigências de triptofano foram utilizados três modelos de regressão: o modelo quadrático descrito por ROBBINS et al. (1979), os modelos exponencial e de retas segmentadas ou broken line (“linha quebrada”) descritos por NOLL & WAIBEL (1989), com 90% do quadrado máximo.

Resultados e Discussão

As médias de desempenho das aves, no período de 22 aos 42 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 4. Os níveis de triptofano digestível da ração não influenciaram significativamente as variáveis avaliadas ($P>0,05$).

Não foi realizado um ajuste adequado pelos modelos quadrático, exponencial e broken line aos dados de desempenho das aves uma vez que estes modelos não foram significativos ($P>0,05$) pela análise de variância da regressão. As equações obtidas com as análises de regressão no presente estudo não se mostraram confiáveis para a valoração de um nível de triptofano ótimo para as variáveis analisadas. Em virtude da não significância ($P>0,05$) do efeito dos níveis de triptofano sobre as variáveis estudadas e/ou dos baixos coeficientes de determinação (R^2) encontrados com as análises de regressão propostas, as médias foram comparadas pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Embora não tenha ocorrido diferença entre os níveis avaliados,

pode-se inferir que o nível de 0,2255% de triptofano digestível, indicou melhora numérica na conversão alimentar, discordando dos valores de 0,18% preconizados pelo NRC (1994) e por ROSTAGNO et al. (2005), para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Tabela 4. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de triptofano digestível de 22 a 42 dias de idade.

Níveis de triptofano digestível (%)	Parâmetros de desempenho			
	CR (kg)	GP (kg)	CA (kg/kg)	VC (%)
0,1395	3,484	1,849	1,884	97,500
0,1610	3,479	1,847	1,883	97,916
0,1825	3,495	1,859	1,881	96,250
0,2040	3,409	1,838	1,856	94,583
0,2255	3,419	1,859	1,840	96,666
0,2470	3,428	1,821	1,881	94,166
Valores de F	1,33 NS	0,53 NS	1,43 NS	1,47 NS
CV(%)	2,68	3,00	2,37	3,69

NS = não significativo; VC = Viabilidade Criatória (número de aves terminadas)

Segundo ROSEBROUGH (1996) dietas com baixo nível de proteína bruta (12%), suplementadas com excesso de triptofano, causaram redução no consumo de ração, não ocorrendo o mesmo em dietas com alta proteína bruta (30%) para frangos de corte machos aos 28 dias de idade. No presente experimento, os níveis de suplementação de triptofano não afetaram significativamente o consumo de ração, mesmo utilizando-se baixo nível de suplementação (0,1395 e 0,1610%) quando comparado ao nível 0,1825% de exigência preconizado por ROSTAGNO et al. (2005). Esse efeito pode ter ocorrido devido ao nível adequado de proteína bruta das rações experimentais (20,11%). Numericamente, o nível 0,1825% promoveu maior consumo de ração, que reduziu nos níveis mais elevados de suplementação. EDMONDS & BAKER (1987) verificaram que o excesso de 4% de triptofano reduziu em 57% o ganho de peso dos frangos de corte.

Resultados obtidos por WARNICK & ANDERSON (1968) e ROGERS & PESTI (1990) também utilizando frangos de corte, indicaram que dietas deficientes em triptofano determinaram redução no ganho de peso dos frangos. Por outro lado,

KOELKEBECK et al. (1991) constataram que o excesso de triptofano nas dietas ocasionou redução no ganho de peso de poedeiras. Esses mesmos autores observaram ainda, que o efeito do excesso de triptofano sobre a redução do ganho de peso foi mais evidente que o excesso de metionina. Os dados obtidos no presente experimento, ainda que não tenham apresentado efeito significativo dos níveis de triptofano, também demonstraram que o excesso de triptofano causou uma diminuição numérica no ganho de peso das aves. De acordo com LEESON (1995) e SI et al. (2001), frangos de corte alimentados com dietas marginais em aminoácidos consomem mais ração para alcançar seus requerimentos para ganho de peso. Segundo TEETER et al. (1993) o padrão e a quantidade de aminoácidos consumidos pelas aves tem grande influência sobre ganho de peso, composição do ganho e consumo de alimento.

No presente estudo o nível de lisina digestível das rações experimentais foi de 1,0735%, considerando o coeficiente de digestibilidade da lisina de 90,7% (ROSTAGNO et al., 1996) e o nível de triptofano digestível encontrado para melhor conversão alimentar foi de 0,2255%. De acordo com essas informações, a proporção de triptofano digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal, foi de aproximadamente 21,00%, valor superior aos sugeridos por BAKER et al. (2002) de 16,6 % e por ROSTAGNO et al. (2005) de 17%.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, não foi possível descrever o comportamento dos dados por meio dos modelos de regressão propostos, exceto para rendimento de carcaça, cuja equação de regressão obtida, o coeficiente de determinação (R^2) e o nível de triptofano digestível estimado são apresentados na Tabela 6 e na Figura 2. Em virtude da não significância ($P > 0,05$) do efeito dos níveis de triptofano sobre as demais variáveis estudadas e/ou dos baixos coeficientes de determinação (R^2) encontrados com as análises de regressão propostas, as médias foram comparadas pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa + sobrecoxa (RC+SC), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asas (RA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de triptofano digestível de 22 a 42 dias de idade.

Níveis de triptofano digestível (%)	Parâmetros de rendimento de carcaça ¹				
	RC (%)	RP (%)	RC+SC (%)	RD (%)	RA (%)
0,1395	72,908 B	36,228	30,552	22,250	10,663
0,1610	73,166 AB	36,518	30,399	21,512	10,721
0,1825	74,038 A	36,629	29,923	21,615	10,560
0,2040	73,487 AB	36,299	30,044	22,140	10,592
0,2255	73,055 B	36,233	29,932	21,900	10,644
0,2470	72,976 B	36,023	30,754	22,136	10,466
Valores de F	2,07 *	0,24NS	1,03 NS	0,90 NS	1,03 NS
CV(%)	1,14	3,45	3,23	4,14	2,42

NS = não significativo; * P < 0,05. Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (P < 0,05) pelo teste de Duncan. ¹ carcaça eviscerada sem pés, sem cabeça e sem pescoço.

Apesar dos níveis de triptofano na dieta não terem afetado significativamente o rendimento de peito, de coxa + sobrecoxa, de dorso e de asas, observou-se que as aves alimentadas com a dieta contendo 0,1825% de triptofano, apresentaram maior rendimento de peito, em relação àquelas que se alimentaram com as demais dietas. A exigência estimada em triptofano para os frangos de corte machos, ajustada adequadamente por meio do modelo de regressão quadrática foi de 0,1919% e pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade foi de 0,1825% de triptofano digestível para o rendimento de carcaça.

Tabela 6. Equação ajustada para rendimento de carcaça (RC), em função dos níveis de triptofano digestível, coeficientes de determinação (R^2), e níveis de triptofano estimados (NTrip) com o uso dos diferentes modelos.

Modelo	Variável / equação	NTrip(%)	R^2
Quadrático	$RC = -266,64 \times Ntrip^2 + 102,32 \times Ntrip + 63,813$	0,1919	0,54

As proporções de triptofano digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal foram de aproximadamente 17,88% e 17,00% segundo o modelo quadrático e o teste de Duncan a 5% de probabilidade respectivamente, concordando com os resultados de CORZO et al. (2005) e ROSTAGNO et al. (2005). FREEMAN (1979) em experimento com frangos de corte da linhagem Cobb, utilizando-

se níveis de 0,09; 0,12; 0,15; 0,18; 0,21; 0,24; 0,27 e 0,30% de triptofano na dieta, concluiu que os requerimentos para machos e fêmeas na fase de 7 a 35 dias de idade, foi de 0,17% para ambos os sexos.

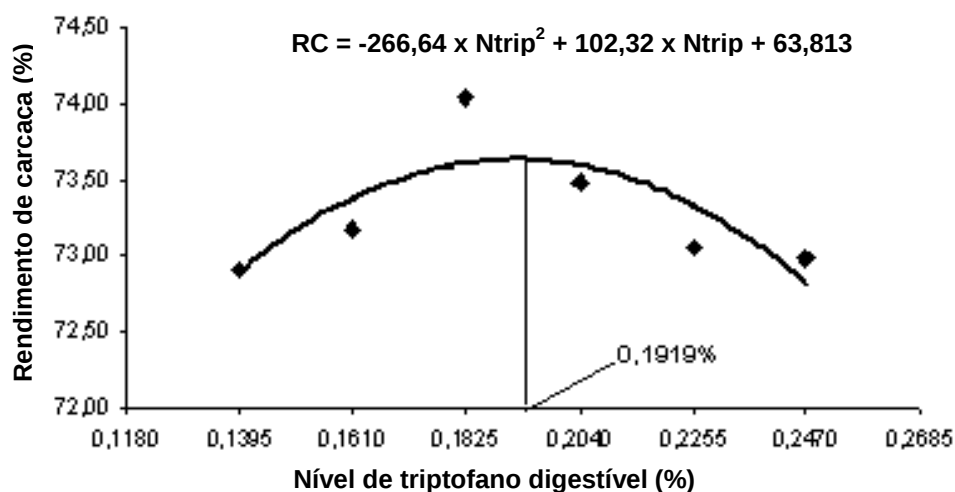


Figura 2. Representação gráfica do nível de triptofano digestível na ração adequado para melhor RC, estimado por meio da equação quadrática, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Conclusões

O nível de 0,2255% de triptofano digestível, indicou melhora numérica na conversão alimentar e os níveis de 0,1825 e 0,1919% proporcionaram melhores resultados de rendimento de carcaça, estimados pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade e por meio da equação quadrática respectivamente.

As proporções de triptofano digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal foram de aproximadamente 21,00% para conversão alimentar 17,88% e 17,00% pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade e por meio da equação quadrática respectivamente para rendimento de carcaça.

Referências

AEC. **Tabelas de recomendações para a nutrição animal**. 5. ed. Antony Cedex. 86p. 1987.

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**, Champaing, v. 81, n. 4, p. 485-494, 2002.

BEHM, G.; DRESSLER, D.; GAUS, G. et al. **Los aminoacidos en la nutrition animal**. 52p. 1991.

BERG, J.M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. **Biochemistry**. Q.P.514.2.S.66., p.708-709, 2001.

CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R. et al. Exigência de triptofano para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1743-1749, 2000a.

CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R. et al. Exigência de triptofano para frangos de corte nas fases de crescimento e final. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29(Suplemento 1), n. 6, p. 2057-2065, 2000b.

COLNAGO, L. G. Aminoácidos em rações de frangos e matrizes pesadas. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, Santos, 1992. **Anais...** Santos: FACTA, 1992. p. 45-54.

CORZO, A.; MORAN Jr., E. T.; HOEHLER, D.; LEMME, A. Dietary tryptophan need of broiler males from forty-two to fifty-six days of age. **Poultry Science**, Champaing, v. 84, n. 2, p. 226-231, 2005.

EDMONDS, M. S.; BAKER, D. H. Comparative effects of individual amino acid excesses when added to a corn-soybean meal diet: effects on growth and dietary choice in the chick. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 65, p. 699-705, 1987.

FREEMAN, C. P. The tryptophan requirement of broiler chicks. **British Poultry Science**, London, v. 20, p. 27-37, 1979.

GUANDOLINI, G. C.; RIZZO, P. V.; MONSALVES, F. M. et al. Avaliação de imobilidade tônica e agressividade em codornas na fase de recria: efeitos da inclusão de triptofano na alimentação. **II Simpósio Internacional e I Congresso Brasileiro de Coturnicultura** – Lavras, MG, p.204, 2004.

HENRY, Y.; SÈVE, B.; COLLÉAUX, Y. et al. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.1873-1887, 1992.

HUNGAR, J. G.; THOMAS, O. P. The tryptophan requirement of male and female broilers during the 4-7 week period. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, p. 379-383, 1976.

KERR, B. J.; MORAN Jr., E. T.; KIDD, M. T. Effect of supplementary tryptophan prior to marketing on carcass quality in broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v.14, n. 2, p. 306-314, 2005.

KIDD, M.T.; HACKENHAAR, L. Dietary threonine for broilers: dietary interactions and feed additive supplement use. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, 1, N° 005, 6 pp. 2006.

KOELKEBECK, K. W.; BAKER, D.H.; HAN, Y. et al. Research note: effect of excess lysine, methionine, threonine, or tryptophan on production performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 70, p. 1651-1653, 1991.

LEESON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: COFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, 1995. **Anais...** p. 111-118.

MURAMOTO, T.; FUJIMURA, S.; ISHIBASHI, T. Effects of dietary amino acid and metabolizable energy levels on performance of native chicken, Hinai-dori. **Japanese Poultry Science**, Champaign, v. 31, n. 2, p. 93-102, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 155p. 1994.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger princípios de bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 975 p., 2002.

NOLL S. L.; WAIBEL, P. E. Lysine requirement of the growing turkey in various temperature environments. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 6, p. 781-794, 1989.

PEGANOVA, S.; HIRCHE, F.; EDER, K. Requirement of tryptophan in relation to the supply of large neutral amino acids in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.82, n. 5, p.815-822, 2003.

PUPA, J.M.R. **Rações para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros, determinados com galos cecectomizados**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

ROBBINS, K. R.; NORTON, H. W.; BAKER, D. H. Estimation of nutrient requirements from growth data. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 109, Baltimore p.1710–1714, 1979.

ROGERS, S.R.; PESTI, G.M. The influence of dietary tryptophan on broiler chick growth and lipid metabolism as mediated by dietary protein levels. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 5, p. 746-756, 1990.

ROSA, A.P.; PESTI, G.M.; EDWARDS Jr., H.M.; et al. Tryptophan requirements of

different broiler genotypes. **Poultry Science**, v. 80, Champaign, n.12, p. 1718-1722, 2001.

ROSEBROUGH, R. W. Crude protein and supplemental dietary tryptophan effects on growth and tissue neurotransmitter levels in the broiler chicken. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 76, p. 87-96, 1996.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas brasileiras)**. Viçosa, MG: UFV. 59p. 1992.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 1996. 141p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2^a. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186 p.

SAVORY, C. J.; MANN, J. S.; MACLEOD, M. G. Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 579-584, 1999.

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

SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J.; WALDROUP, P.W. Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p. 1472-1479, 2001.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 160p. 1990.

SMITH, E. L.; HILL, R. L.; LEHMAN, I. R. et al. **Principles of Biochemistry**, 7^a Ed., p. 639-641, 1983.

TEETER, R. G.; BELAY, T.; WIERNUSZ, C. J. Poultry nutrition research. In: ANNUAL PFIZER RESEARCH CONFERENCE, 41, 1992, New York. **Proceedings...**New York: Pfizer, 1993. p.170-274.

WARNICK, R.E.; ANDERSON, J.O. Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v.47, p.281-287, 1968.

4. CAPÍTULO 4 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM VALINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

Critérios de Avaliação das Exigências em Valina para Frangos de Corte de 22 a 42 Dias de Idade

RESUMO - Um experimento foi realizado com o objetivo de estabelecer critérios de avaliação das exigências de valina digestível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, utilizando diferentes modelos de regressão (quadrático, exponencial e de retas segmentadas ou broken line) e em caso de significância estatística foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Foram utilizados 1.920 frangos de corte machos com 22 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos (seis níveis de valina digestível: 0,7192; 0,7729; 0,8265; 0,8802; 0,9339 e 0,9876%) e oito repetições de 40 aves cada. Utilizou-se como padrão o nível de 0,8265% de triptofano digestível. As dietas foram formuladas fixando-se o nível de treonina digestível em 0,7642% encontrado no experimento 1 pela melhor conversão alimentar e o nível de triptofano digestível em 0,1919% encontrado no experimento 2 pelo melhor rendimento de carcaça. Foram avaliados os dados de desempenho e as características de carcaça. A valina quando no nível de 0,7729% (valina:lisina digestíveis de 72%) proporcionou melhores resultados de consumo de ração e viabilidade criatória, de 0,8802% (valina:lisina digestíveis de 82%) os melhores ganho de peso e conversão alimentar e de 0,8265 e 0,9339% (valina:lisina digestíveis de 77 e 87%) o maior rendimento de dorso.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, análise de regressão, broken line, desempenho, proteína ideal, valina digestível

Introdução

A valina (Figura 1) é um aminoácido alifático similar à leucina e à isoleucina em estrutura e função. Estes aminoácidos são muito hidrofóbicos e se encontram quase sempre no interior das proteínas. As fontes importantes de valina são a farinha de soja, pescados e carnes. Ela se incorpora às proteínas e às enzimas em um índice molar de 6,9% quando se compara com os outros aminoácidos.

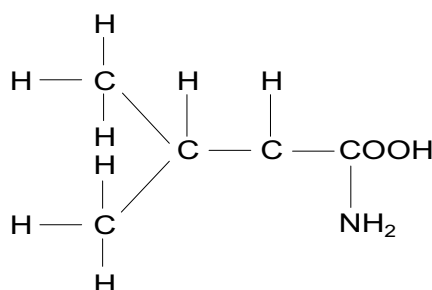


Figura 1: Estrutura química da valina

A valina é um aminoácido essencial potencialmente limitante em dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja para frangos de corte (HAN et al., 1992; CORZO et al., 2004; THRENTON et al., 2006). Essa limitação é particularmente evidente para idades maiores, quando a proteína da dieta diminui e os grãos aumentam. As proporções relativamente baixas de valina e isoleucina na proteína do milho são acompanhadas por alta leucina. Dietas com altos níveis de leucina têm sido utilizadas para aumentar os requerimentos de valina e isoleucina para frangos de corte e perus (D'MELLO & LEWIS, 1970; ALLEN & BAKER, 1972; TUTTLE & BALLOUN, 1976).

Dietas inadequadas em valina para aves não só reduzem o ganho de peso e pioram a conversão alimentar, como também determinaram anormalidades das pernas e empenamento (ANDERSON & WARNICK, 1967; ROBEL, 1977; FARRAN & THOMAS, 1992a,b). Níveis extremamente altos de leucina também levam a problemas

de empenamento similares àqueles descritos para os ocorridos para baixa valina (PENZ Jr. et al., 1984). LECLERCQ (1998) também observou redução no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas deficientes em valina, mas não mencionou efeito sobre empenamento e problemas de pernas. Formular rações para frango de corte para minimizar os níveis excessivos de aminoácidos essenciais não só melhora o desempenho (BAKER, 1994; MACK et al. 1999) como também reduz a excreção de nitrogênio e a poluição ambiental (DE LANGE, 1993).

CORZO et al. (2004) conduziram um experimento utilizando frangos de corte machos da linhagem Ross para estimar o requerimento de valina necessária para frangos de corte de 42 a 56 dias de idade. Todas as aves receberam as mesmas dietas de 0 a 42 dias e as dietas experimentais até 56 dias. A dieta consistiu de milho, farelo de soja e glúten de milho (17% PB, 3.250 kcal EM/grama de ração) contendo 0,60% de valina na dieta basal. Todos os outros aminoácidos essenciais foram acima dos níveis recomendados. Sucessivas adições de 0,07% de L-valina foram isonitrogenicamente substituídos por ácido L-Glutâmico até um total de 0,81%. A análise de regressão indicou que o nível de 0,72% de valina na dieta maximizou o ganho de peso considerando 0,73% para conversão alimentar. A quantidade de gordura abdominal foi inalterada, e o peso da carcaça após o resfriamento foi maximizada utilizando 0,73% de valina na dieta, assim como o ganho de peso final.

MENDONCA & JENSEN (1989) sugerem um requerimento de 0,70% de valina para frangos de corte na fase de 3 a 6 semanas de idade. As exigências de valina para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade, segundo as recomendações do NRC (1994) é de 0,82% em rações com 3.200 kcal EM/kg de ração e de 0,73% de acordo com THORNTON et al. (2006).

KIDD & HACKENHAAR (2006) utilizaram uma variedade de ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte, na tentativa de supor qual seria o quarto aminoácido limitante após a treonina para cada uma das circunstâncias criadas. Segundo os autores, quando se usa milho e farelo de soja como ingredientes fornecedores da proteína dietética, a valina foi o quarto aminoácido limitante. CORZO et al. (2004) e THORNTON et al. (2006), descreveram a importância de se manter os

níveis adequados de valina na dieta ao reduzir a proteína bruta, particularmente em dietas basais.

De acordo com CORZO et al. (2007) ao suplementar uma dieta basal baixa em proteína bruta com lisina, metionina e treonina há uma redução concomitante no custo da dieta. Entretanto, a habilidade de uma dieta de suportar um ótimo desempenho das aves dependerá da manutenção dos níveis adequados dos aminoácidos subsequentes à treonina. Os resultados desses mesmos autores recomendaram uma relação valina:lisina de 78 (0,74% valina digestível; 0,82% valina total) para frangos de corte machos de 21 a 42 dias da idade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal – UNESP, durante 22 a 42 dias de idade das aves. Foram utilizados 1920 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb, que foram alojados em um galpão de alvenaria com 80 boxes, com cobertura de telha sanduíche, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura, completados com tela de arame até o telhado e cortinado externo móvel, dividido em boxes de 3,2 x 1,4m, separados por muretas de alvenaria de 0,40m de altura e completadas com tela de arame até uma altura de 1,80m.

O aquecimento inicial foi realizado por meio de lâmpadas de infra-vermelho de 250 watts, procurando manter a temperatura ambiente entre 28 e 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida. Os pintos foram vacinados contra as doenças de Marek, Gumboro e Bouda no incubatório, seguindo-se a vacinação no 5º e 21º dias contra a Doença de Gumboro e no 8º dia contra a Doença de New Castle.

A cama utilizada foi de maravalha e a quantidade colocada em cada box foi de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada, de modo que todos os tratamentos tiveram a mesma quantidade inicial deste material utilizado como cama a uma altura de 5cm. O

programa de luz adotado foi de 24 horas de luz, durante todo o período experimental.

Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações, sendo esses dados utilizados para os cálculos das médias semanais (Tabela 1).

Tabela 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.

Semana	Temperatura (°C)		
	Máximas	Mínimas	Médias
1	32,2	14,8	23,5
2	31,5	12,9	22,2
3	30,2	13,8	22,0

Durante o período inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão experimental, recebendo ração com 3.005 kcal de EM/kg e 21,6% de PB, para satisfazer suas exigências nutricionais, segundo as médias das recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) para as fases de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade. Ao final do 21º dia de idade, os frangos foram pesados, selecionados seguindo-se o critério do peso médio de cada box e distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, envolvendo seis tratamentos (níveis de valina digestível) com oito repetições de 40 aves cada.

As recomendações nutricionais em termos de proteína bruta, energia metabolizável, cálcio, fósforo disponível e aminoácidos digestíveis, utilizadas nas rações experimentais, foram as estabelecidas por ROSTAGNO et al. (2005), através das médias de suas recomendações para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade (Tabela 1A).

Foram realizadas as análises químico-bromatológicas dos ingredientes das rações experimentais (Tabela 2), de acordo com os métodos descritos por SILVA (1990) e os valores de energia metabolizável (EM) e dos coeficientes de digestibilidade utilizados foram os estabelecidos por ROSTAGNO et al. (2005).

Os tratamentos consistiram no fornecimento de uma dieta basal deficiente em valina, formulada com base em aminoácidos digestíveis, de acordo com o conceito de proteína ideal, durante 22 a 42 dias de idade, suplementadas com cinco diferentes

níveis de valina digestível, incluindo-se o melhor nível de treonina digestível encontrado no experimento 1 (0,7642%), selecionado de acordo com a melhor resposta para conversão alimentar e o melhor nível de triptofano digestível encontrado no experimento 2 (0,1919%), selecionado de acordo com o melhor resultado de rendimento de carcaça.

Tabela 2. Conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd), sódio (Na) e composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) dos ingredientes das rações experimentais.

%	Milho		Farelo de soja	
MS	88,90		89,10	
PB	8,11		44,40	
EM (kcal/kg)	3381		2256	
EE	3,61		1,66	
FB	1,73		5,41	
Ca	0,03		0,24	
Pd	0,08		0,18	
Na	0,02		0,02	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Alanina	0,59	0,55	1,94	1,90
Arginina	0,36	0,33	3,19	3,06
Glicina	0,31	0,30	1,89	1,88
Isoleucina	0,27	0,24	2,01	1,83
Leucina	0,97	0,92	3,42	3,12
Lisina	0,23	0,20	2,72	2,50
Cistina	0,18	0,16	0,62	0,60
Metionina	0,17	0,16	0,60	0,54
Met + Cis	0,35	0,32	1,22	1,06
Fenilalanina	0,39	0,35	2,32	2,15
Tirosina	0,24	0,21	1,50	1,47
Treonina	0,29	0,24	1,74	1,53
Triptofano	0,06	0,05	0,58	0,52
Valina	0,39	0,34	2,13	1,90
Histidina	0,24	0,22	1,16	1,10
Serina	0,39	0,34	2,29	2,24

¹ Aminoácidos totais, determinados pelo Laboratório da Degussa – Animal Nutrition Service – São Paulo, SP. ² Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade descritos nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2005).

A ração basal (Tabela 3) foi formulada para conter 0,7192% de valina digestível (67% de 1,0735 de lisina), e as outras rações com níveis crescentes de 72%, 77%, 82%, 87% e 92% em relação à lisina, as quais contiveram 0,7729; 0,8265; 0,8802; 0,9339 e 0,9876 (dois níveis abaixo e três acima do nível 0,8265% recomendado por

ROSTAGNO et al. (2005)). Os níveis de lisina, metionina + cistina e dos demais aminoácidos, utilizados na formulação das rações, foram os estabelecidos por ROSTAGNO et al. (2005).

Tabela 3. Composição percentual da ração experimental para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Ração 0,7192	Ração 0,7729	Ração 0,8265	Ração 0,8802	Ração 0,9339	Ração 0,9876
Milho	66,4461	66,4461	66,4461	66,4461	66,4461	66,4461
Farelo de soja	25,2690	25,2690	25,2690	25,2690	25,2690	25,2690
Óleo de soja	3,5450	3,5450	3,5450	3,5450	3,5450	3,5450
Fosfato bicálcico	1,6360	1,6360	1,6360	1,6360	1,6360	1,6360
Calcário calcítico	0,9640	0,9640	0,9640	0,9640	0,9640	0,9640
Ácido L-Glutâmico	0,3719	0,2975	0,2231	0,1487	0,0743	0,0000
L-lisina HCl	0,2860	0,2860	0,2860	0,2860	0,2860	0,2860
DL- metionina	0,2080	0,2080	0,2080	0,2080	0,2080	0,2080
L-triptofano	0,0590	0,0590	0,0590	0,0590	0,0590	0,0590
L-treonina	0,2320	0,2320	0,2320	0,2320	0,2320	0,2320
L- arginina	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800
L-valina	0,0000	0,0537	0,1074	0,1611	0,2148	0,2685
L-isoleucina	0,0620	0,0620	0,0620	0,0620	0,0620	0,0620
Supl. min.+vit.*	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
Sal	0,4410	0,4410	0,4410	0,4410	0,4410	0,4410
Inerte (Areia lavada)	0,0000	0,0207	0,0414	0,0621	0,0828	0,1034
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados para 100 kg de ração						
Proteína bruta (%)	17,4324	17,4324	17,4324	17,4324	17,4324	17,4324
Energia met (kcal/kg)	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750
Ca (%)	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740
Na (%)	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
Fósforo total (%)	0,6255	0,6255	0,6255	0,6255	0,6255	0,6255
Fósforo disp (%)	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060
Lisina dig. (%)	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735
Metionina dig. (%)	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663
Met + cist dig. (%)	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730
Triptofano dig.(%)	0,1919	0,1919	0,1919	0,1919	0,1919	0,1919
Treonina dig. (%)	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642
Arginina dig. (%)	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270
Valina dig. (%)**	0,7192	0,7729	0,8265	0,8802	0,9339	0,9876
Isoleucina dig. (%)	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190	0,7190

Enriquecimento por quilograma de ração: 8.000 UI vitamina A, 1.800 UI vitamina D₃, 12 mg vitamina E, 2 mg vitamina K₃, 1 mg vitamina B₁, 4 mg vitamina B₂, 1 mg vitamina B₆, 10 mcg vitamina B₁₂, 0,40 mg ácido fólico, 0,04 mg biotina, 28 mg niacina, 11 mg pantotenato de cálcio, 6 mg Cu, 0,10 mg Co, 1 mg I, 50 mg Fe, 65 mg Mn, 45 mg Zn, 0,21 mg Se, 500 mg cloreto de colina 50%, 60 mg coccidiostático, 12 mg antioxidante. ** O nível de 0,8265% de valina digestível foi o recomendado por ROSTAGNO et al. (2005).

Neste estudo, a adição de valina à dieta basal foi feita em substituição ao ácido

glutâmico, no intuito de manter todos os tratamentos com o mesmo nível de nitrogênio e eliminar qualquer efeito relacionado à diferenças em sua concentração. Portanto, as dietas com menores níveis de valina contêm maiores níveis de ácido glutâmico.

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso, pela diferença entre as pesagens entre o 21^o e 42^o dias. Da mesma forma, o consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras das rações nos comedouros. Posteriormente, foi calculada a conversão alimentar pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves. A viabilidade criatória foi obtida tomando-se o número total de aves alojadas menos as aves mortas ou retiradas da parcela, dividido pelo total de aves alojadas (multiplicado por 100).

Ao final do período experimental (42 dias de idade), após as pesagens, foram separadas oito aves por parcela, utilizando-se como critério de escolha, os frangos que apresentarem o peso corporal próximo ao peso médio da respectiva parcela. As aves selecionados de cada parcela (oito aves por parcela) foram submetidas a um período de jejum de 6 horas, sacrificadas por sangria da jugular, depenadas, evisceradas e após pesagem da carcaça, foram submetidas a cortes para avaliação do rendimento de carcaça (desconsiderando cabeça e pés), rendimento de peito, rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de asas e rendimento de dorso.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2002). Em caso de significância estatística, foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para a determinação das exigências de valina foram utilizados três modelos de regressão: o modelo quadrático descrito por ROBBINS et al. (1979), os modelos exponencial e de retas segmentadas ou broken line (“linha quebrada”) descritos por NOLL & WAIBEL (1989), com 90% do quadrado máximo, estabelecendo equações principalmente para ganho de peso e conversão alimentar.

Resultados e Discussão

As médias de desempenho das aves, no período de 22 aos 42 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Médias dos resultados de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de valina digestível de 22 a 42 dias de idade.

Níveis de valina digestível (%)	Parâmetros de desempenho			
	CR (kg)	GP (kg)	CA (kg/kg)	VC (%)
0,7192	2,922 AB	1,618 AB	1,806 AB	98,533 AB
0,7729	2,984 A	1,639 AB	1,821 B	99,562 A
0,8265	2,905 AB	1,621 AB	1,793 AB	97,163 AB
0,8802	2,947 AB	1,667 A	1,768 A	98,475 AB
0,9339	2,918 AB	1,632 AB	1,788 AB	98,629 AB
0,9876	2,868 B	1,600 B	1,793 AB	96,942 B
Valores de F	2,37*	1,75 *	1,38 *	1,64 *
CV(%)	2,45	2,98	2,38	2,22

*P< 0,05. Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Duncan. VC = Viabilidade Criatória (número de aves terminadas).

As equações obtidas com as análises de regressão não se mostraram confiáveis para a valoração de um nível de valina ótimo para as variáveis analisadas. Em virtude da não significância ($P>0,05$) do efeito dos níveis de valina sobre as variáveis estudadas e/ou dos baixos coeficientes de determinação (R^2) encontrados com as análises de regressão propostas, as médias foram comparadas pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Os níveis de valina digestível da ração influenciaram significativamente todas as variáveis avaliadas ($P<0,05$).

Para consumo de ração, o nível 0,7729% de valina digestível proporcionou o melhor resultado, não diferindo estatisticamente dos níveis 0,7192; 0,8265; 0,8802 e 0,9339%, enquanto o nível 0,9876% promoveu o pior resultado. De acordo com os achados de LEESON (1995) e SI et al. (2001), frangos de corte alimentados com dietas marginais em aminoácidos consumirão mais para alcançar seus requerimentos para

ganho de peso. Segundo TEETER et al. (1993) a quantidade de aminoácidos consumidos pelas aves tem grande influência sobre o consumo de alimento.

O maior ganho de peso foi observado quando as aves receberam o nível 0,8802% de valina não diferindo estatisticamente dos demais níveis, exceto do nível 0,9876% que levou ao pior resultado para o ganho de peso das aves. Relatos de FARRAN & THOMAS (1992a, b) apontam que dietas inadequadas em valina para aves não só reduzem o ganho de peso e a conversão alimentar, mas também determinaram anormalidades de pernas e empenamento. Níveis extremamente altos de leucina também levam a problemas de empenamento similares àqueles descritos para os ocorridos para baixa valina (PENZ Jr. et al., 1984). LECLERCQ (1998) também observou redução no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas deficientes em valina, mas não mencionou efeito sobre empenamento e problemas de pernas.

CORZO et al. (2008) trabalhando com dietas suplementadas com 0,64; 0,71; 0,78; 0,85; 0,92 e 0,99% de valina total em dietas de frangos de corte de 28 a 42 dias de idade, observaram resposta quadrática para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, encontrando os níveis de 0,84; 0,85 e 0,84% de valina total respectivamente. O nível de 0,85% de valina total é significativamente maior que o recomendado por MENDOCA & JENSEN (1989) de 0,72% ou de 0,70% recomendado pelo NRC (1994), para frangos de corte na fase de 21 a 42 dias de idade.

Formular rações para frango de corte para minimizar os níveis excessivos de aminoácidos essenciais não só melhora o desempenho (BAKER, 1994; MACK et al. 1999) como também reduz a excreção de nitrogênio e poluição ambiental (DE LANGE, 1993). De acordo com a Tabela 3, a melhor conversão alimentar foi observada no nível 0,8802% de valina digestível, não diferindo estatisticamente dos demais níveis, exceto do nível 0,7729% que piorou significativamente a conversão alimentar.

Para a viabilidade criatória, o nível de valina até 0,7729% determinou melhora nesse parâmetro, sem diferir estatisticamente dos demais níveis, exceto no nível 0,9876% que proporcionou piora significativa na viabilidade criatória das aves.

No presente estudo o nível de lisina digestível das rações experimentais foi de

1,0735%, considerando o coeficiente de digestibilidade da lisina de 90,7% (ROSTAGNO et al. ,1996) e os níveis de valina digestível encontrados para melhor consumo de ração e viabilidade criatória foi 0,7729% e para ganho de peso e conversão alimentar foi o 0,8802%. De acordo com essas informações, as proporções de valina digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal, foram de aproximadamente 72,00% para consumo de ração e viabilidade criatória e 82,00% para ganho de peso e conversão alimentar, sendo este valor (82%) superior aos valores sugeridos por ROSTAGNO et al. (2005), CORZO et al. (2007) e MACK et al. (1999) de 77, 78 e 81% respectivamente. BAKER et al. (2002) encontraram o valor de 77,5% na relação valina:lisina, utilizando o ganho de peso e a eficiência alimentar como critérios de avaliação.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de rendimentos de carcaça e de cortes nobres (peito, coxa + sobrecoxa, dorso e asas) dos frangos de corte, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de valina digestível e formuladas pelo conceito de proteína ideal.

As equações obtidas com as análises de regressão no presente estudo não se mostraram confiáveis para a valoração de um nível de valina ótimo para as variáveis analisadas. Em virtude da não significância ($P > 0,05$) do efeito dos níveis de valina sobre as variáveis estudadas e/ou dos baixos coeficientes de determinação (R^2) encontrados com as análises de regressão propostas, as médias foram comparadas pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Os níveis de valina digestível da ração não influenciaram significativamente as variáveis avaliadas ($P < 0,05$), exceto o rendimento de dorso que foi significativamente influenciado pelos níveis de valina digestíveis estudados. Os melhores rendimentos de dorso foram observados nos níveis 0,9339 e 0,8265%, valores estes que não diferiram estatisticamente dos demais níveis de valina digestível testados. Neste caso, as proporções de valina digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal foram de aproximadamente 77,00% e 87,00%.

Tabela 5. Médias dos resultados de rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa + sobrecoxa (RC+SC), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asas (RA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de valina digestível de 22 a 42 dias de idade.

Níveis de valina digestível (%)	Parâmetros de rendimento de carcaça ¹				
	RC (%)	RP (%)	RC+SC (%)	RD (%)	RA (%)
0,7192	77,107	36,902	29,560	22,188 AB	10,232
0,7729	75,665	36,472	30,173	22,635 AB	10,302
0,8265	75,418	36,881	29,351	22,929 A	10,225
0,8802	76,246	37,002	29,677	22,332 AB	10,065
0,9339	77,514	37,042	29,742	21,281 B	10,142
0,9876	76,237	36,561	29,845	22,739 AB	10,157
Valores de F	1,04 NS	0,36 NS	0,61 NS	1,51 *	0,37 NS
CV(%)	2,94	3,01	3,38	6,07	3,77

NS = não significativo; * P< 0,05. Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Duncan. ¹ carcaça eviscerada sem pés, sem cabeça e sem pescoço.

CORZO et al. (2007) trabalhando com frangos de corte na fase de 21 a 42 dias de idade, alimentados com dietas suplementadas com os níveis 0,59; 0,64; 0,69; 0,74; 0,79 e 0,84% de valina total, encontraram uma resposta linear (P<0,10) ao incremento de valina para peso de carcaça, não observando resposta para o rendimento de carcaça. Os mesmos autores (CORZO et al., 2008) observaram uma resposta quadrática para peso de carcaça, rendimento de carcaça sem osso e pele e rendimento de coxa+sobrecoxa, encontrando os níveis ótimos de 0,82; 0,82 e 0,83% de valina respectivamente. Para a fase estudada, os autores recomendaram os níveis de valina total variando de 0,82 a 0,85%, sendo o nível de 0,85% significativamente maior que os recomendados por MENDOCA & JENSEN (1989) de 0,72%, de 0,70% recomendado pelo NRC (1994), de 0,73% recomendado por THORNTON et al. (2006) e CORZO et al. (2004).

De acordo com LEESON (1995) a composição de aminoácidos da dieta também pode influenciar a composição da carcaça, especialmente quando são usadas dietas com teores baixos de proteína.

Conclusões

Pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, a valina quando adicionada ao nível de 0,7729% proporciona um maior consumo de ração e melhor viabilidade criatória e ao nível de 0,8802% maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. As proporções de valina digestível em relação à lisina digestível foram de aproximadamente 72,00% para consumo de ração e viabilidade criatória e 82,00% para ganho de peso e conversão alimentar.

O melhor rendimento de dorso foi observado nos níveis 0,9339 e 0,8265% e as proporções de valina digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal, foram de aproximadamente 77,00% e 87,00%.

Referências

- 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**, Champaign, v.51, p.1292–1298, 1972.
- ANDERSON, H. C.; WARNICK, R. E. Gross abnormalities in chicks fed amino acid deficient diets. **Poultry Science**, Champaign, v.46, p. 856–861, 1967.
- BAKER, D. H. Ideal protein and amino acid requirement of broiler chicks. p. 21–24. In: CALIFORNIA NUTRITION CONFERENCE. **Proceedings...**, Fresno, California, 1994.
- 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**, Champaign, v. 81, p. 485-494, 2002.

- CORZO, A.; MORAN Jr., E. T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 946–951, 2004.
- CORZO, A.; KIDD, M. T.; DOZIER, W. A.; VIEIRA, S. L. Marginality and Needs of Dietary Valine for Broilers Fed Certain All-Vegetable Diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 16, p. 546–554, 2007.
- CORZO, A.; DOZIER III, W. A.; KIDD, M. T. Valine Nutrient Recommendations for Ross × Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 335–338, 2008.
- DE LANGE, C. F. M. Formulation of diets to minimize the contribution of livestock to environmental pollution. Pages 9–21. In: ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE. **Proceedings...** Fayetteville, AR, 1993.
- D'MELLO, J.P.F.; LEWIS, D. Amino acid interactions in chick nutrition. 2. The interrelationship between leucine, isoleucine, and valine. **British Poultry Science**, London, v. 11, p. 313-323, 1970.
- 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**, Champaign, v. 71, p. 1879–1884, 1992a.
- 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**, Champaign, v. 71, p. 1885–1890, 1992b.
- HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p. 1168–1178. 1992.
- LECLERCQ, B., Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 118-123, 1998.
- LEESON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: COFERÊNCIA

APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, 1995. **Anais...** p. 111-118.

MACK, S.; BERCOVICI, D.; DE GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 257-265, 1999.

MENDONCA, C. X.; JENSEN, L. S. Influence of valine level on performance of older broilers fed low protein diet supplemented with amino acids. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v. 40, p. 247-252, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 155p. 1994.

NOLL S. L.; WAIBEL, P. E. Lysine requirement of the growing turkey in various temperature environments. **Poultry Science**, Champaing, v. 68, n. 6, p. 781-794, 1989.

PENZ Jr., A.M.; CLIFFORD, A.J.; ROGERS, Q.R.; KRATZER, F.H. Failure of dietary leucine to influence the tryptophan-niacin pathway in chicken. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.114, n. 1, p. 33-41, 1984.

ROBBINS, K. R.; NORTON, H. W.; BAKER, D. H. Estimation of nutrient requirements from growth data. **The Journal of Nutrition**, Baltimore, v. 109, p.1710-1714, 1979.

ROBEL, E. J. A feather abnormality in chicks fed diets deficient in certain amino acids. **Poultry Science**, Champaing, 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**. 2^a. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186 p.

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

SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J.; WALDROUP, P.W. Relationship of dietary lysine

level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p. 1472-1479, 2001.

SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 160p. 1990.

TEETER, R. G.; BELAY, T.; WIERNUSZ, C. J. Poultry nutrition research. In: ANNUAL PFIZER RESEARCH CONFERENCE, 41, 1992, New York. **Proceedings...**New York: Pfizer, 1993. p.170-274.

THRONTON, 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**, London, v. 47, p. 190–199, 2006.

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

5. CAPÍTULO 5 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS EM ISOLEUCINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

Critérios de Avaliação das Exigências em Isoleucina para Frangos de Corte de 22 a 42 Dias de Idade

RESUMO - Um experimento foi realizado com o objetivo de estabelecer diferentes critérios de avaliação das exigências de isoleucina digestível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, utilizando diferentes modelos de regressão (quadrático, exponencial e de retas segmentadas ou broken line) e em caso de significância estatística foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Foram utilizados 1.920 frangos de corte machos com 22 dias de idade, distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos (seis níveis de isoleucina digestível: 0,6118; 0,6655; 0,7192 0,7729; 0,8265 e 0,8802%) e oito repetições de 40 aves cada. Utilizou-se como padrão o nível de 0,7192% de isoleucina digestível. As dietas foram formuladas fixando-se o nível de treonina digestível em 0,7642% encontrado no experimento 1 pela melhor conversão alimentar, o nível de triptofano digestível em 0,1919% encontrado no experimento 2 pelo melhor rendimento de carcaça e o nível de valina digestível em 0,8802%, encontrado no experimento 3 pela melhor conversão alimentar. Foram avaliados os dados de desempenho e as características de carcaça. A isoleucina quando no nível 0,7729% proporcionou a melhor resposta para conversão alimentar (isoleucina:lisina digestíveis de 72%), pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Palavras-chave: aminoácidos digestíveis, análise de regressão, broken line, desempenho, isoleucina digestível, proteína ideal

Introdução

A isoleucina (Figura 1) é um membro da família alifática (cadeia hidrocarbonada) de aminoácidos hidrofóbicos que se encontram principalmente no interior de proteínas e enzimas.

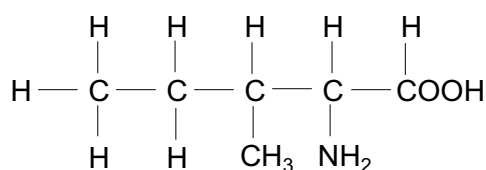


Figura 1: Estrutura química da isoleucina

A valina e a isoleucina são sintetizadas a partir do mesmo precursor, o piruvato. O piruvato, numa reação dependente de TTP (tiamina pirofosfato) e catalizada pela piruvato descarboxilase e por uma transcetolase, dá origem ao hidroxietil-TTP. Deste ponto em diante, dependendo do composto com que o hidroxietil-TTP se condensa, haverá a formação da valina ou da isoleucina. Quando o hidroxietil-TTP se condensa com outra molécula de piruvato formando o acetolactato a via é dirigida para a síntese de valina. Mas se o hidroxietil se condensar com o cetobutirato a via é desviada para a síntese de isoleucina.

A quantidade de isoleucina em grãos de cereais (milho, sorgo e trigo) e farelo de soja, quando misturados à dieta de frangos de corte indicam que pode ser o quarto aminoácido limitante depois da treonina (FERNANDEZ et al., 1994; KIDD et al., 2004), mas é menos limitante que a valina em dietas baixas em proteína bruta a base de milho e farelo de soja (EDMONDS et al., 1985; HAN et al., 1992; FERNANDEZ et al., 1994). É potencialmente limitante em dietas para poedeiras com baixa proteína bruta e suplementadas com lisina, metionina e triptofano (JENSEN & COLNAGO, 1991; KESHAVARZ, 1998). Alguns estudos estão sendo conduzidos direcionando para a necessidade de isoleucina até 21 dias de idade.

KLAIN et al. (1960) e DEAN & SCOTT (1965) recomendaram que o requerimento

de isoleucina para esse período, poderia ser entre 0,60 e 0,80% na dieta. Segundo FARRAN & THOMAS (1990) o requerimento de isoleucina para frangos de corte (1 a 21 dias de idade) foi 0,80% na dieta, concordando com a recomendação do NRC (1994). BARBOUR & LATSHAW (1992) indicaram que os requerimentos de isoleucina variaram de 0,72 a 0,84% da dieta.

Poucos estudos têm sido conduzidos a respeito dos requerimentos de isoleucina para frangos de corte com idade superior a 21 dias. O NRC (1994) recomenda o nível de 0,73% de isoleucina em rações com 3.200 kcal EM/kg de ração para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade. CORZO et al. (2004b) recomendam o nível de 0,66% de isoleucina digestível para a fase de 20 a 40 dias de idade. As relações ideais isoleucina:lisina digestíveis estabelecidas MACK et al. (1999) na fase de 20 a 40 dias de idade e BAKER et al. (2002) de 8 a 21 dias foram, respectivamente, 71 e 61%.

KIDD et al. (2000) avaliaram a resposta de frangos de corte machos alimentados com rações com níveis adequados ou deficientes em isoleucina (baseados no NRC, 1994) e constataram que aves alimentadas com 90% dos requerimentos estimados tiveram queda no rendimento de carne de peito. KIDD et al. (2004), conduziram experimentos para mensurar os requerimentos de isoleucina para frangos de corte machos de 18 a 30, 30 a 42 e 42 a 56 dias de idade. Em dietas deficientes em isoleucina, as aves tiveram redução no ganho de peso, piores conversões alimentares e menor rendimento de carcaça. As recomendações de isoleucina para o período de 30 a 42 dias de idade variaram dentro de 0,64 a 0,66 % na dieta. De acordo com THOMAS et al. (1992) as recomendações de isoleucina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, recebendo dietas com 3.150 kcal EM/kg é de 0,69% na dieta.

HALE et al. (2004) realizaram dois experimentos para avaliar os requerimentos de isoleucina para frangos de corte fêmeas na fase de 30 a 42 dias de idade. Foram testados dois níveis de isoleucina 0,42 e 0,72% na dieta (experimento 1) e os níveis variando de 0,42 a 0,82% na dieta, com incrementos de 0,08% (experimento 2). Respostas quadráticas foram obtidas para ganho de peso (0,67%), consumo de ração (0,66%), conversão alimentar (0,68%) e rendimento de carne de peito (0,63%). Os requerimentos para isoleucina encontrados para a fase de 30 a 42 dias de idade foram

entre 0,63 e 0,68 % da dieta (0,59 a 0,64 % de isoleucina digestível).

Diversos ingredientes tais como a gelatina, a farinha de carne e ossos, a farinha de sangue e a farinha de subprodutos avícolas têm sido relatados como pobres em isoleucina (BOOMGAARDT & BAKER, 1972; WANG et al., 1997; WANG & PARSONS, 1998). Em todos estes relatos, a isoleucina pode não ter sido necessariamente o primeiro aminoácido limitante, mas considerando suas contribuições no milho e no farelo de soja em uma dieta normal, suplementada com outros aminoácidos, é muito provável que a isoleucina esteja no topo da lista. De acordo com KIDD & HACKENHAR (2006), a isoleucina pode ser o quarto aminoácido limitante nas dietas a base de milho, farelo de soja e farinhas de subprodutos avícolas, ou em dietas baseadas em trigo, farelo de soja, farinhas de subprodutos avícolas e misturas de farinhas de carne.

CORZO et al. (2008) conduziram dois experimentos para avaliar a importância da isoleucina enquanto um aminoácido limitante nas dietas de frangos de corte de 35 a 54 dias de idade. O primeiro experimento comparou uma dieta do controle formulada para atender as exigências de todos os aminoácidos limitantes com uma dieta que também atendeu essas exigências, exceto para isoleucina (0,71 contra 0,58%). Os resultados do primeiro experimento mostraram um menor ganho de peso, pior conversão alimentar e pior relação custo da ração/ganho de peso das aves alimentadas com dieta deficiente em isoleucina quando comparada ao controle. O segundo experimento avaliou a suplementação de três níveis de isoleucina (0,58; 0,62 e 0,66%) à dieta deficiente em isoleucina utilizada no primeiro experimento. Os resultados mostraram que o nível 0,66% de isoleucina proporcionou o melhor ganho de peso e a melhor conversão alimentar. Os resultados indicaram que a isoleucina se tornou o quarto aminoácido limitante em dietas práticas para frangos de corte a base de milho e farelo de soja, contendo pelo menos 2% de farinha de carne e ossos, concordando com achados de KIDD & HACKENHAAR (2006) e CORZO (2007).

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de Jaboticabal – UNESP, durante 22 a 42 dias de idade das aves. Foram utilizados 1920 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb, que foram alojados em um galpão de alvenaria com 80 boxes, com cobertura de telha sanduíche, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura, completados com tela de arame até o telhado e cortinado externo móvel, dividido em boxes de 3,2 x 1,4m, separados por muretas de alvenaria de 0,40m de altura e completadas com tela de arame até uma altura de 1,80m.

O aquecimento inicial foi realizado por meio de lâmpadas de infra-vermelho de 250 watts, procurando manter a temperatura ambiente entre 28 e 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida. Os pintos foram vacinados contra as doenças de Marek, Gumboro e Bouda no incubatório, seguindo-se a vacinação no 5º e 21º dias contra a Doença de Gumboro e no 8º dia contra a Doença de New Castle.

A cama utilizada foi de maravalha e a quantidade colocada em cada box foi de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada, de modo que todos os tratamentos tiveram a mesma quantidade inicial deste material utilizado como cama a uma altura de 5cm. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz, durante todo o período experimental.

Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações, sendo esses dados utilizados para os cálculos das médias semanais (Tabela 1).

Tabela 1. Temperaturas máximas, mínimas e médias semanais durante o período experimental.

Semana	Temperatura (°C)		
	Máximas	Mínimas	Médias
1	34,0	20,5	27,2
2	33,8	18,6	26,2
3	35,0	14,5	24,7

Durante o período inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão experimental, recebendo ração com 3.005 kcal de EM/kg e 21,6% de PB, para satisfazer suas exigências nutricionais, segundo as médias das recomendações de ROSTAGNO et al. (2005) para as fases de 1 a 7 e 8 a 21 dias de idade. Ao final do 21º dia de idade, os frangos foram pesados, selecionados seguindo-se o critério do peso médio de cada box e distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, envolvendo seis tratamentos (níveis de isoleucina digestível) com oito repetições de 40 aves cada.

As recomendações nutricionais em termos de proteína bruta, energia metabolizável, cálcio, fósforo disponível e aminoácidos digestíveis, utilizadas nas rações experimentais, foram as estabelecidas por ROSTAGNO et al. (2005), através das médias de suas recomendações para as fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade (Tabela 1A).

Foram realizadas as análises químico-bromatológicas dos ingredientes das rações experimentais (Tabela 2), de acordo com os métodos descritos por SILVA (1990) e os valores de energia metabolizável (EM) e dos coeficientes de digestibilidade utilizados foram os estabelecidos por ROSTAGNO et al. (2005).

Os tratamentos consistiram no fornecimento de uma dieta basal deficiente em isoleucina, formulada com base em aminoácidos digestíveis, de acordo com o conceito de proteína ideal, de 22 a 42 dias de idade, suplementadas com cinco diferentes níveis de isoleucina digestível, incluindo-se o melhor nível de treonina digestível encontrado no experimento 1 (0,7642%), selecionado de acordo com a melhor resposta para conversão alimentar e o melhor nível de triptofano digestível encontrado no experimento 2 (0,1919%), selecionado de acordo com o melhor resultado de rendimento de carcaça e o nível de valina digestível encontrado no experimento 3 (0,8802%), selecionado de acordo com a melhor resposta para conversão alimentar.

A ração basal (Tabela 3) foi formulada para conter 0,6118% de isoleucina digestível (57% de 1,0735 de lisina), e as outras rações com níveis crescentes de 62%, 67%, 72%, 77% e 82% em relação à lisina, as quais contiveram 0,6655; 0,7192; 0,7729; 0,8265 e 0,8802 (dois níveis abaixo e três acima do nível 0,7192% recomendado por

ROSTAGNO et al. (2005)). Os níveis de lisina, metionina + cistina e dos demais aminoácidos, utilizados na formulação das rações, foram os estabelecidos por ROSTAGNO et al. (2005).

Tabela 2. Conteúdo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia metabolizável (EM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), cálcio (Ca), fósforo disponível (Pd), sódio (Na) e composição em aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) dos ingredientes das rações experimentais.

%	Milho		Farelo de soja	
MS	88,90		89,10	
PB	8,11		44,40	
EM (kcal/kg)	3381		2256	
EE	3,61		1,66	
FB	1,73		5,41	
Ca	0,03		0,24	
Pd	0,08		0,18	
Na	0,02		0,02	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Alanina	0,59	0,55	1,94	1,90
Arginina	0,36	0,33	3,19	3,06
Glicina	0,31	0,30	1,89	1,88
Isoleucina	0,27	0,24	2,01	1,83
Leucina	0,97	0,92	3,42	3,12
Lisina	0,23	0,20	2,72	2,50
Cistina	0,18	0,16	0,62	0,60
Metionina	0,17	0,16	0,60	0,54
Met + Cis	0,35	0,32	1,22	1,06
Fenilalanina	0,39	0,35	2,32	2,15
Tirosina	0,24	0,21	1,50	1,47
Treonina	0,29	0,24	1,74	1,53
Triptofano	0,06	0,05	0,58	0,52
Valina	0,39	0,34	2,13	1,90
Histidina	0,24	0,22	1,16	1,10
Serina	0,39	0,34	2,29	2,24

¹ Aminoácidos totais, determinados pelo Laboratório da Degussa – Animal Nutrition Service – São Paulo, SP. ² Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade descritos nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2005).

Neste estudo, a adição de isoleucina à dieta basal foi feita em substituição ao ácido glutâmico, no intuito de manter todos os tratamentos com o mesmo nível de nitrogênio e eliminar qualquer efeito relacionado à diferenças em sua concentração. Portanto, as dietas com menores níveis de isoleucina contêm maiores níveis de ácido glutâmico.

Tabela 3. Composição percentual da ração experimental para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

Ingredientes	Ração 0,6118	Ração 0,6655	Ração 0,7192	Ração 0,7729	Ração 0,8265	Ração 0,8802
Milho	69,2848	69,2848	69,2848	69,2848	69,2848	69,2848
Farelo de soja	22,4500	22,4500	22,4500	22,4500	22,4500	22,4500
Óleo de soja	3,0600	3,0600	3,0600	3,0600	3,0600	3,0600
Fosfato bicálcico	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000	1,6000
Calcário calcítico	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800
Ácido L-Glutâmico	0,3252	0,2601	0,1951	0,1300	0,0650	0,0000
L-lisina HCl	0,3800	0,3800	0,3800	0,3800	0,3800	0,3800
DL- metionina	0,2400	0,2400	0,2400	0,2400	0,2400	0,2400
L-triptofano	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800
L-treonina	0,2700	0,2700	0,2700	0,2700	0,2700	0,2700
L- arginina	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700	0,1700
L-valina	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
L-isoleucina	0,0000	0,0537	0,1074	0,1611	0,2148	0,2685
Supl. min.+vit.*	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
Sal	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500
Inerte (Areia lavada)	0,0000	0,0114	0,0227	0,0341	0,0454	0,0567
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores calculados para 100 kg de ração						
Proteína bruta (%)	16,6712	16,6712	16,6712	16,6712	16,6712	16,6712
Energia met (kcal/kg)	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750	3.1750
Ca (%)	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740	0,8740
Na (%)	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
Fósforo total (%)	0,6185	0,6185	0,6185	0,6185	0,6185	0,6185
Fósforo disp (%)	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060	0,4060
Lisina dig. (%)	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735	1,0735
Metionina dig. (%)	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663	0,4663
Met + cist dig. (%)	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730	0,7730
Triptofano dig.(%)	0,1919	0,1919	0,1919	0,1919	0,1919	0,1919
Treonina dig. (%)	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642	0,7642
Arginina dig. (%)	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270	1,1270
Valina dig. (%)	0,8802	0,8802	0,8802	0,8802	0,8802	0,8802
Isoleucina dig. (%)**	0,6118	0,6655	0,7192	0,7729	0,8265	0,8802

Enriquecimento por quilograma de ração: 8.000 UI vitamina A, 1.800 UI vitamina D₃, 12 mg vitamina E, 2 mg vitamina K₃, 1 mg vitamina B₁, 4 mg vitamina B₂, 1 mg vitamina B₆, 10 mcg vitamina B₁₂, 0,40 mg ácido fólico, 0,04 mg biotina, 28 mg niacina, 11 mg pantotenato de cálcio, 6 mg Cu, 0,10 mg Co, 1 mg I, 50 mg Fe, 65 mg Mn, 45 mg Zn, 0,21 mg Se, 500 mg cloreto de colina 50%, 60 mg coccidiostático, 12 mg antioxidante. ** O nível de 0,7192% de isoleucina digestível foi o recomendado por ROSTAGNO et al. (2005).

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso, pela diferença entre as pesagens entre o 21^o e 42^o dias. Da mesma forma, o consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras das rações nos comedouros. Posteriormente, foi calculada a

conversão alimentar pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves. A viabilidade criatória foi obtida tomando-se o número total de aves alojadas menos as aves mortas ou retiradas da parcela, dividido pelo total de aves alojadas (multiplicado por 100).

Ao final do período experimental (42 dias de idade), após as pesagens, foram separadas oito aves por parcela, utilizando-se como critério de escolha, os frangos que apresentarem o peso corporal próximo ao peso médio da respectiva parcela. As aves selecionados de cada parcela (oito aves por parcela) foram submetidas a um período de jejum de 6 horas, sacrificadas por sangria da jugular, depenadas, evisceradas e após pesagem da carcaça, foram submetidas a cortes para avaliação do rendimento de carcaça (desconsiderando cabeça e pés), rendimento de peito, rendimento de coxa+sobrecoxa, rendimento de asas e rendimento de dorso.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2002). Em caso de significância estatística, foi adotado também o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade. Para a determinação das exigências de isoleucina foram utilizados três modelos de regressão: o modelo quadrático descrito por ROBBINS et al. (1979), os modelos exponencial e de retas segmentadas ou broken line (“linha quebrada”) descritos por NOLL & WAIBEL (1989), com 90% do quadrado máximo.

Resultados e Discussão

As médias de desempenho das aves, no período de 22 aos 42 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 4. As equações obtidas com as análises de regressão no presente estudo não se mostraram confiáveis para a valoração de um nível de isoleucina ótimo para as variáveis analisadas. Em virtude da não significância ($P>0,05$) do efeito dos níveis de isoleucina sobre as variáveis estudadas e/ou dos baixos coeficientes de determinação

(R²) encontrados com as análises de regressão propostas, as médias foram comparadas pelo Teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de isoleucina digestível de 22 a 42 dias de idade.

Níveis de isoleucina digestível (%)	Parâmetros de desempenho			
	CR (g)	GP (g)	CA (g/g)	VC (%)
0,6118	3,481	1,818	1,915 A	99,112
0,6655	3,434	1,787	1,922 A	98,871
0,7192	3,493	1,748	1,999 B	97,837
0,7729	3,410	1,817	1,876 A	98,730
0,8265	3,422	1,801	1,899 A	98,004
0,8802	3,354	1,745	1,923 A	99,697
Valores de F	1,27 NS	1,97 NS	4,02*	0,90 NS
CV(%)	3,69	3,70	3,03	2,10

*P < 0,05; NS = não significativo. Médias na coluna seguidas de letras diferentes diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Duncan; VC = Viabilidade Criatória (número de aves terminadas).

Houve efeito significativo dos níveis de isoleucina digestível na ração somente para conversão alimentar (P<0,05), onde o nível de 0,7192% de isoleucina digestível proporcionou o pior resultado. O nível 0,7729% de isoleucina digestível, resultou no melhor resultado de conversão alimentar, concordando com os resultados de KLAIN et al. (1960) que recomendaram o requerimento de isoleucina para esse período entre 0,60 e 0,80% da dieta. Entretanto, HALE et al. (2004) encontraram os níveis de 0,67; 0,66 e 0,68% de isoleucina digestível em dietas de frangos de corte para melhores resultados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar respectivamente, na fase de 30 a 42 dias de idade e recomendaram os níveis de isoleucina total variando entre 0,63 e 0,68% da dieta (0,59 a 0,64 % de isoleucina digestível). Os demais níveis estudados não diferiram estatisticamente entre si nos resultados de desempenho, concordando com o NRC (1994) que recomenda o nível de 0,73% de isoleucina em rações com 3.200 kcal EM/kg de ração para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade.

No presente estudo o nível de lisina digestível das rações experimentais foi de 1,0735%, considerando o coeficiente de digestibilidade da lisina de 90,7% (ROSTAGNO

et al. ,1996) e o nível de isoleucina digestível encontrado para melhor conversão alimentar foi 0,7729%. De acordo com essas informações, a proporção de isoleucina digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal, foi de aproximadamente 72,00%, valor superior ao sugerido por ROSTAGNO et al. (2005) de 67%.

KIDD et al. (2004) conduziram experimentos para mensurar os requerimentos de isoleucina para frangos de corte machos de 18 a 30, 30 a 42 e 42 a 56 dias de idade. Em dietas deficientes em isoleucina, as aves tiveram redução no ganho de peso, pior conversão alimentar e menor rendimento de carcaça. As recomendações de isoleucina para o período de 30 a 42 dias de idade variaram de 0,64 a 0,66 % da dieta.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de rendimentos de carcaça e de cortes (peito, coxa + sobrecoxa, dorso e asas) dos frangos de corte, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de isoleucina digestível e formuladas pelo conceito de proteína ideal.

Tabela 5. Rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa + sobrecoxa (RC+SC), rendimento de dorso (RD) e rendimento de asas (RA) de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes níveis de isoleucina digestível de 22 a 42 dias de idade.

Níveis de isoleucina digestível (%)	Parâmetros de rendimento de carcaça ¹				
	RC* (%)	RP (%)	RC+SC (%)	RD (%)	RA (%)
0,6118	75,384	29,848	36,990	23,118	10,043
0,6655	75,073	30,041	36,713	22,748	10,496
0,7192	75,224	30,083	37,000	22,772	10,143
0,7729	75,153	29,780	37,771	22,117	10,330
0,8265	75,221	30,028	37,362	22,402	10,207
0,8802	74,437	30,207	36,972	22,633	10,188
Valores de F	0,47 NS	0,25 NS	0,96 NS	1,26 NS	1,72 NS
CV(%)	1,82	2,95	2,90	3,82	3,34

NS = não significativo; ¹ carcaça eviscerada sem pés, sem cabeça e sem pescoço.

Considerando-se os dados avaliados, não foi possível descrever o comportamento dos dados por meio dos modelos de regressão propostos, sendo utilizado apenas teste de médias para comparar os resultados. De acordo com os

resultados apresentados na Tabela 4, os parâmetros de rendimento de carcaça não foram afetados ($P>0,05$) pelos diferentes níveis de isoleucina digestível avaliados, concordando com os achados de CORZO et al. (2008) que trabalharam com níveis de 0,58; 0,66 e 0,68% de isoleucina na dieta de frangos de corte variando de

KIDD et al. (2000) avaliaram a resposta de frangos de corte machos alimentados com rações com níveis adequados ou deficientes em isoleucina (baseados no NRC, 1994) e constataram que aves alimentadas com 90% dos requerimentos estimados tiveram queda no rendimento de carne de peito.

HUSSEIN et al. (2001) trabalharam com frangos de corte na fase de 2 a 3 semanas de idade e dois níveis de proteína bruta na dieta (17,7% e 23% no experimento 1 e 17,3% e 23 % no experimento 2), suplementadas com lisina, arginina, metionina, treonina, triptofano, isoleucina e valina. No experimento 1, a adição de arginina, treonina e triptofano, mas não de isoleucina, aumentou o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar.

Conclusões

Para a conversão alimentar, o nível 0,7192% de isoleucina digestível proporcionou o pior resultado, no entanto, o nível 0,7729% resultou numericamente no melhor valor. A proporção de isoleucina digestível em relação à lisina digestível, dentro do conceito de proteína ideal, foi de aproximadamente 72,00%.

Referências

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**, Champaign, v. 81, p. 485-494, 2002.

BARBOUR, G.; LATSHAW, J. D. Isoleucine requirement of broiler chicks as affected by the concentrations of leucine and valine in practical diets. **British Poultry Science**, London, v. 33, p.561–568, 1992.

BOOMGAARDT, J.; BAKER, D.H. Sequence of limiting amino acids in gelatin for the growing chick. **Poultry Science**, Champaign, v. 51, p. 1650-1655, 1972.

CORZO, A., MORAN Jr., E. T.; HOEHLER, D. Isoleucine need of heavy broiler males. **Archiv Für Geflügelkunde, European Poultry Science Revue de Science Avicole Européenne**, Germany, v. 68, p. 194-198, 2004b.

CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER III, W.A.; VIEIRA, S. L. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diet. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v.16, p. 546-554, 2007.

CORZO, A.; DOZIER III, W. A.; KIDD, M.T.; HOEHLER, D. Impact of dietary isoleucine status on heavy-broiler production. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan v. 7, n. 6, p. 526-529, 2008.

DEAN, W. F.; SCOTT, H. M. The development of an amino acid reference diet for the early growth of chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 44, p.803–808, 1965.

EDMONDS, M. S.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 64, p. 1519–1526. 1985.

FARRAN, M. T.; THOMAS, O. P. Dietary requirements of leucine, isoleucine, and valine

in male broilers during the starter period. **Poultry Science**, Champaing, v. 69, p.757-762. 1990.

FERNANDEZ, S. R.; AOYAGI, S.; HAN, Y. et al. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, Champaing, v. 73, p. 1887–1896, 1994.

HALE, L. L.; BARBER, S. J.; CORZO, A.; KIDD, M. T. Isoleucine needs of thirty- to forty-two-day-old female chickens: growth and carcass responses. **Poultry Science**, Champaing, v. 83, p. 1986–1991, 2004.

HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, Champaing, v. 71, p. 1168–1178. 1992.

HUSSEIN, A.S.; CANTOR, A.H.; PESCATORE, J. et al. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, n.2, p.354-362, 2001.

JENSEN, L. S.; COLNAGO, G. L. Amino acids and protein for broilers and laying hens. . In: Maryland Nutrition Conference, 1991, Baltimore, MD. **Proceedings...** 1991. Maryland Nutrition Conference. Baltimore, MD: University of Maryland, 1991. p. 29-36.

KESHAVARZ, K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. **Poultry Science**, Champaing, v. 77, n. 9, p. 1320-1332, 1998.

KIDD, M.T.; BURNHAM, D.J.; KERR, B.J. Dietary isoleucine responses in male broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 45, p. 67-75, 2004.

KIDD, M. T., KERR, B. J.; ALLARD, J. P. et al. Limiting amino acid responses in commercial broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Savoy, v. 9, p. 223–233, 2000.

KIDD, M. T.; HACKENHAAR L. Dietary threonine for broilers: Dietary interactions and feed additive supplement use. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, Wallingford, 1, N^o: 005, 6 pp., 2006.

KLAIN, G. J.; SCOTT H. M.; JOHNSON B. C. The amino acid requirement of the growing chick fed a crystalline amino acid diet. **Poultry Science**, Champaign, v.39, p. 39–44, 1960.

MACK, S.; BERCOVICI, D.; DE GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, London, v. 40, p. 257-265, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 155p. 1994.

NOLL S. L.; WAIBEL, P. E. Lysine requirement of the growing turkey in various temperature environments. **Poultry Science**, Champaign, v. 68, n. 6, p. 781-794, 1989.

ROBBINS, K. R.; NORTON, H. W.; BAKER, D. H. Estimation of nutrient requirements from growth data. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 109, Baltimore p.1710–1714, 1979.

ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO JR., P.; BARBOZA, W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, 1996, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.326-388.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2^a. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2005, 186 p.

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

SILVA, D.J. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 160p. 1990.

THOMAS, O. P.; FARRAN, M. T.; TAMPLIN, C. B. Broiler nutrition update. In: Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 1992, Hyatt Regency, Inner Harbor, Baltimore, MD. **Proceedings....** Baltimore, MD, 1992, p. 45–53.

WANG, X.; CASTANON, F.; PARSONS, C. M. Order of limitation in meat and bone meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, p. 54-58, 1997.

WANG, X.; PARSONS, C.M. Order of limitation in poultry by-product meal. **British Poultry Science**, London v. 39, p. 113-116, 1998.

APÊNDICE

Tabela 1A. Exigências nutricionais de 22 a 42 dias de idade para frangos de corte e a relação aminoácido digestível:lisina digestível de acordo com o conceito de proteína ideal.

Nutrientes	Exigência Nutricional ROSTAGNO et al. (2005)	Relação aminoácido /lisina digestíveis *
	22 a 42 dias**	22 a 42 dias
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.175	-
Proteína (%)	19,02	-
Aminoácidos digestíveis (%)		
Lisina	1,0735	100
Metionina+Cistina	0,7730	72
Metionina	0,4295	40
Triptofano	0,1825	17
Treonina	0,6975	65
Arginina	1,1270	105
Valina	0,8265	77
Isoleucina	0,7190	67
Minerais (%)		
Cálcio	0,806	-
Fósforo disponível	0,402	-
Sódio	0,203	-

*Proteína ideal segundo ROSTAGNO et al. (2005). **Médias das fases de 22 a 33 e 34 a 42 dias de idade