

FERNANDO DE CASTRO TAVERNARI

**ATUALIZAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE:
VALINA E ISOLEUCINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

T233a
2010

Tavernari, Fernando de Castro, 1983-
Atualização da proteína ideal para frango de corte: valina
e isoleucina / Fernando de Castro Tavernari. – Viçosa, MG,
2010.

xii, 61f. : il. ; 29cm.

Orientador: Horacio Santiago Rostagno.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Proteínas.
3. Valina. 4. Isoleucina. 5. Aminoácidos. I. Universidade
Federal de Viçosa. II. Título.

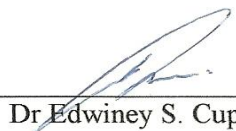
CDD 22. ed. 636.50855

FERNANDO DE CASTRO TAVERNARI


**ATUALIZAÇÃO DA PROTEÍNA IDEAL PARA FRANGOS DE CORTE:
VALINA E ISOLEUCINA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*”.


APROVADA: 04 de outubro de 2010




Dr. Edwiney S. Cupertino



Prof. Marcelo Dias da Silva



Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Coorientador)



Prof. Juarez Lopes Donzele
(Coorientador)



Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Orientador)

A família e aos amigos, pelo carinho, suporte e conselhos.

A todos que de alguma forma fizeram parte desta história.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Viçosa (UFV) pela oportunidade de realização do doutorado.

Ao Prof. Dr Horacio Santiago Rostagno por ter me aceito como orientado, pelas oportunidades, ensinamentos e apoio em minhas decisões.

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino pela coorientação, pelos ensinamentos, pela amizade e pelas oportunidades na UFV.

Ao Prof. Dr. Juarez Lopes Donzele pela coorientação e ensinamentos.

A CAPES e ao CNPq pelas bolsas de pesquisa.

A EVONIK pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Aos amigos da UFV em especial Alfredo, Anastácia, Carla, Eliane, Gabriel, Gonzalo, Guilherme, João Paulo, Jorge, Lidson, Maurício, Paulo Roberto (Nash), Reinaldo, Richard, Rodolfo, Rodrigo (Rosca), Rosana, Sandra, Sebastian, Silvano, Tiago, Thony, Valdir e Wagner.

Aos amigos da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em especial Carlos Alberto (Beto), Danielly, Giancarlos, Guido, Fred&Inácio, Karin, Rafael (Jack) e Roni.

A todos da UEM, UFV e UFRPE que de alguma forma me ajudaram na realização da pós-graduação e formação profissional e pessoal.

BIOGRAFIA

Fernando de Castro Tavernari, filho de Claudionor João Tavernari e Gláucia de Freitas Castro Tavernari, nasceu em 12 de maio de 1983, em Jales - SP.

Em julho de 2002 ingressou no curso de Zootecnia, na Universidade Estadual de Maringá, em Maringá - PR, colando grau em fevereiro de 2007.

Em março de 2007, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Produção e Nutrição de monogástricos, na Universidade Federal Rural de Pernambuco.

De julho de 2007 a março de 2008 realizou mestrado sanduíche na Universidade Federal de Viçosa, através do Programa de Cooperação Acadêmica (PROCAD/CAPES).

Em julho de 2008 submeteu-se a defesa de dissertação para a obtenção do título de "*Magister Scientiae*".

Em agosto de 2008, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia, na área de Produção e Nutrição de monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa.

Em outubro de 2010, submeteu-se à defesa de tese para a obtenção do título de "*Doctor Scientiae*".

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FÍGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Proteína bruta, aminoácido total e aminoácido digestível em formulações de dietas.....	3
2.2. Proteína ideal.....	5
2.3. Redução do nível de proteína bruta da dieta.....	7
2.4. Determinação das relações aminoácido/lisina.....	9
2.5. Valina: recomendações para frangos de corte.....	13
2.6. Isoleucina: recomendações para frangos de corte.....	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16

CAPÍTULO I

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO.....	24
ABSTRACT.....	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
CONCLUSÃO.....	39
AGRADECIMENTOS.....	39
REFERÊNCIAS.....	39

CAPÍTULO II

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES ISOLEUCINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	42
INTRODUÇÃO.....	43
MATERIAL E MÉTODOS.....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
CONCLUSÃO.....	59
AGRADECIMENTOS.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
CONCLUSÕES GERAIS.....	61

LISTA DE TABELAS

Página

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1 -	Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com base em aminoácido total (AAT) e digestível (AAD).....	4
Tabela 2 -	Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de carne e ossos, formuladas com base em aminoácido total, digestível e disponível.....	4
Tabela 3 -	Perfil ideal de aminoácidos essenciais para frangos de corte em relação à lisina.....	6
Tabela 4 -	Perfil ideal de aminoácidos essenciais para poedeiras em relação à lisina.....	6
Tabela 5 -	Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase inicial.....	7
Tabela 6 -	Relações aminoácidos/lisina digestível para frangos de corte.....	10
Tabela 7 -	Relações aminoácidos/lisina digestível para poedeiras.....	11
Tabela 8 -	Necessidades de lisina total (g/kg dieta) segundo o critério utilizado para otimizar os índices zootécnicos.....	12

CAPÍTULO I

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

Tabela 1 -	Dietas basais da fase inicial (08 a 21 dias) e da fase final (30 a 43 dias).....	28
Tabela 2 -	Composição das dietas basais, valores calculados e determinados.....	29
Tabela 3 -	Valina nas dietas experimentais da fase inicial (08 a 21 dias de idade).....	29
Tabela 4 -	Valina nas dietas experimentais da fase final (30 a 43 dias de idade).....	29
Tabela 5 -	Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível durante a fase inicial (08 a 21 dias).....	31
Tabela 6 -	Peito (P), rendimento de peito (RP), filé (F) e rendimento de filé (RF) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível durante a fase inicial (08 a 21 dias) e abatidos aos 21 dias de vida.....	33
Tabela 7 -	Relações ideais de valina/lisina digestível (%) obtidas para ganho de peso e conversão alimentar, frente às diferentes análises utilizadas, para frangos de corte na fase inicial (08 a 21 dias).....	34
Tabela 8 -	Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com diferentes relações valina/lisina digestível durante a fase final (30 a 43 dias).....	35

Tabela 9 -	Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível sobre Carcaça (C), gordura abdominal (GA), peito (P), file de peito (FP) e coxa e sobrecoxa (CS) de frangos de corte abatidos aos 44 dias de vida.....	37
Tabela 10 -	Relações ideais de valina/lisina digestível (%) obtidas para ganho de peso e conversão alimentar, frente às diferentes análises utilizadas, para frangos de corte na fase final (30 a 43 dias).....	38

CAPÍTULO II

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES ISOLEUCINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

Tabela 1 -	Dietas basais da fase inicial (07 a 21 dias) e da fase final (30 a 43 dias).....	46
Tabela 2 -	Composição das dietas basais, valores calculados e determinados.....	47
Tabela 3 -	Isoleucina nas dietas experimentais da fase inicial (07 a 21 dias de idade).....	47
Tabela 4 -	Isoleucina nas dietas experimentais da fase final (30 a 43 dias de idade).....	47
Tabela 5 -	Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações de isoleucina/lisina digestível durante a fase inicial (07 a 21 dias).....	49
Tabela 6 -	Peito (P), rendimento de peito (RP), filé (F) e rendimento de filé (RF) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações de isoleucina/lisina digestível durante a fase inicial (07 a 21 dias) e abatidos aos 21 dias de vida.....	51
Tabela 7 -	Relações ideais de isoleucina/lisina digestível obtidas para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de peito (P), rendimento de peito (RP), peso de filé de peito (F) e rendimento de filé de peito (RF), frente às diferentes análises utilizadas, para frangos de corte na fase inicial (07 a 21 dias).....	54
Tabela 8 -	Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com diferentes relações isoleucina/lisina digestível durante a fase final (30 a 43 dias).....	55
Tabela 9 -	Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível sobre Carcaça (C), gordura abdominal (GA), peito (P), file de peito (FP) e coxa e sobrecoxa (CS) de frangos de corte abatidos aos 44 dias de vida.....	58
Tabela 10 -	Relações ideais de isoleucina/lisina digestível (%) obtidas para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, frente às diferentes análises utilizadas, para frangos de corte na fase final (30 a 43 dias).....	59

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

Figura 1 -	Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre o ganho de peso de frangos de corte na fase de 08 a 21 dias.....	32
Figura 2 -	Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre a conversão alimentar de frangos de corte na fase de 08 a 21 dias.....	33
Figura 3 -	Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre o ganho de peso de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.....	36
Figura 4 -	Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre a conversão alimentar de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.....	37

CAPÍTULO II

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES ISOLEUCINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

Figura 1 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o ganho de peso de frangos de corte na fase de 07 a 21 dias.....	50
Figura 2 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre a conversão alimentar de frangos de corte na fase de 07 a 21 dias.....	50
Figura 3 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o peso de peito de frangos de corte abatidos aos 21 dias de idade.....	52
Figura 4 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o rendimento de peito de frangos de corte abatidos aos 21 dias de idade.....	52
Figura 5 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o peso de filé de peito de frangos de corte abatidos aos 21 dias de idade.....	53
Figura 6 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o rendimento de filé de peito de frangos de corte abatidos aos 21 dias de idade.....	53
Figura 7 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o consumo de ração de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.....	56
Figura 8 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o ganho de peso de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.....	57
Figura 9 -	Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre a conversão alimentar de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.....	57

RESUMO

TAVERNARI, Fernando de Castro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2010. **Atualização da proteína ideal para frangos de corte: valina e isoleucina.** Orientador: Horacio Santiago Rostagno. Coorientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino e Juarez Lopes Donzele.

Quatro experimentos foram realizados no setor de avicultura do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para atualizar o perfil de proteína ideal para frangos de corte. No primeiro e segundo experimento foram avaliadas diferentes relações valina/lisina digestível na fase inicial (08 a 21 dias) e final (30 a 43 dias). O delineamento experimental nas duas fases foi em blocos casualizados com sete tratamentos (seis diferentes relações valina/lisina digestível e um tratamento controle) e oito repetições de 25 e 20 aves (machos, COBB) por unidade experimental na fase inicial e final, respectivamente. As dietas atenderam as exigências exceto para valina e lisina. Para evitar o excesso de lisina digestível o nível desta foi calculado para ser 93% do recomendado. O tratamento controle foi adequado em lisina e valina. Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça nas duas fases. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) das diferentes relações no consumo de ração, contudo foi observado efeito quadrático ($P<0,05$) para ganho de peso e para conversão alimentar nas duas fases. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) nas características de carcaça avaliadas nas duas fases. A exigência de valina para os parâmetros de carcaça é menor do que a exigência para o desempenho. A relação valina digestível/lisina digestível recomendada para frangos de corte na fase inicial (08 a 21 dias) é de 76% e para a fase final (30 a 43 dias) é de 76%. No terceiro e quarto experimento foram avaliadas diferentes relações isoleucina/lisina digestível na fase inicial (07 a 21 dias) e final (30 a 43 dias). O delineamento experimental nas duas fases foi em blocos casualizados com sete tratamentos (seis diferentes relações isoleucina/lisina digestível e um tratamento controle) e oito repetições de 25 e 20 aves (machos, COBB) por unidade experimental na fase inicial e final, respectivamente. As dietas atenderam as exigências exceto para isoleucina e lisina. Para evitar o excesso de lisina digestível o nível desta foi calculado para ser 87% e 89% do recomendado para a fase inicial e final, respectivamente. O tratamento controle foi adequado em lisina e isoleucina. Foram avaliados o consumo de ração, o

ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça nas duas fases. Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) das diferentes relações sobre o consumo de ração na fase final e sobre o ganho de peso e conversão alimentar nas duas fases. Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para rendimento de peito e filé de peito na fase inicial, porém não houve efeito significativo ($P > 0,05$) nas características de carcaça avaliadas na fase final. A relação isoleucina digestível/lisina digestível recomendada para frangos de corte na fase inicial (07 a 21 dias) é de 66% e para a fase final (30 a 43 dias) é de 68%.

ABSTRACT

TAVERNARI, Fernando de Castro, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, october 2010. **Updating the ideal protein for broiler chickens: valine and isoleucine.** Advisor: Horacio Santiago Rostagno. Co-advisers: Luiz Fernando Teixeira Albino and Juarez Lopes Donzele.

Four experiments were carried out at the Department of Animal Science of Federal University of Viçosa to update the profile of the ideal protein for broiler chickens. The first and second experiment evaluated different digestible valine/lysine ratios in the starter (08 to 21 days) and finishing (30 to 43 days) phases. It was used, in both phases, a randomized block experimental design with seven treatments (six different digestible valine/lysine ratios and one control) and eight replicate of 25 and 20 birds (males, COBB) in the starter and finishing phases, respectively. The diets were adequate of requirements except for valine and lysine. To avoid excess lysine in the experimental diets the digestible lysine content was calculated to be about 93% of the requirements. The control diet was adequate in lysine and valine. Feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield in two phases were evaluated. There was no significant effect ($P>0.05$) of the different ratios in feed intake, however was quadratic effect ($P<0.05$) on weight gain and feed conversion in both phases. There was no significant effect ($P>0.05$) on carcass yields evaluated in both phases. The requirement of valine for the carcass parameters is lower than the requirements for performance. The digestible valine/lysine ratios recommended for broiler chickens in the initial phase (08 to 21 days) is 76% and for the final phase (30 to 43 days) is 76%. The third and fourth experiment evaluated different digestible isoleucine/lysine ratios in the starter (07 to 21 days) and finishing (30 to 43 days) phases. It was used, in both phases, a randomized block experimental design with seven treatments (six different digestible isoleucine/lysine ratios and one control) and eight replicate of 25 and 20 birds (males, COBB) in the starter and finishing phases, respectively. The diets were adequate of requirements except for isoleucine and lysine. To avoid excess lysine in the experimental diets the digestible lysine content was calculated to be about 87% and 89% of the requirements in the starter and finishing phases, respectively. The control diet was adequate in lysine and isoleucine. Feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield in two phases were evaluated. There was quadratic effect ($P<0.05$) of

different ratios on feed intake in the finishing phase and over the weight gain and feed conversion in both phases. There was quadratic effect ($P<0.05$) on breast meat and breast fillet yields in the starter phase, but there was no significant effect ($P>0.05$) on carcass yield in the finishing phase. The digestible isoleucine/lysine ratios recommended for broiler chickens in the starter phase (07 to 21 days) is 66% and for the finishing phase (30 to 43 days) is 68%.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura brasileira alcançou nos últimos anos, níveis de produtividade e de organização que a coloca como uma das mais competitivas do mundo. Assim, o Brasil ocupa posição de destaque situando-se como o maior exportador e um dos maiores produtores de carne de frango (UBA, 2009). O contínuo progresso e a melhora do desempenho da indústria avícola são produtos da contribuição científica e tecnológica de diferentes áreas. Dentre todas as áreas na criação de frangos de corte, a que possui maior impacto na rentabilidade é a nutrição, uma vez que esta representa aproximadamente 70% do custo total da produção. Desta maneira, é constante a preocupação em reduzir os gastos com a alimentação, para isso têm-se buscado conhecer as matérias primas utilizadas quanto à composição nutricional e energética, usar programas de alimentação específicos e adotar o uso de formulações de dietas com base no conceito de aminoácidos digestíveis e de proteína ideal.

Basicamente os aminoácidos são os monômeros que formam os polímeros denominados proteínas que participam da constituição dos músculos (carne), ovos, leite, dentre outros. Mas também, são fontes primárias de nitrogênio para os animais, sendo precursores de substâncias não protéicas como nucleotídeos, creatina, porfirinas, pigmentos e neurotransmissores (Lehninger et al., 2002).

Para dimensionar a importância da proteína e dos aminoácidos nas dietas, dentre os nutrientes que a compõe, a proteína é tida como o segundo elemento mais oneroso. Assim, cada vez mais os nutricionistas buscam o atendimento das exigências nutricionais aliados à diminuição da excreção de nitrogênio, que além de representar um gasto desnecessário também é fator determinante na poluição ambiental.

Segundo Parsons & Baker (1994), proteína ideal é uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e de metabolismo, capaz de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção. Os pesquisadores do ARC (Conselho Britânico de Pesquisa Agrícola), em 1981, foram pioneiros ao proporem que a proteína ideal poderia ser estabelecida expressando as exigências de todos os aminoácidos essenciais como percentagem da lisina, porém a suposição de que a relação de cada aminoácido com a lisina seja fixa é freqüentemente criticada (Zanella et al., 2004).

A lisina, embora seja o segundo aminoácido limitante para aves, foi estabelecida como referência para as exigências dos outros aminoácidos essenciais por possuir as seguintes características: é um aminoácido estritamente essencial, não havendo nenhuma via de síntese endógena; possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal; a sua análise nos alimentos está em contínuo avanço, e muita informação existe sobre sua concentração e digestibilidade nos alimentos; existe grande quantidade de pesquisas e informações sobre os requisitos de lisina para aves frente a uma variedade de dietas, condições ambientais e composição corporal.

De acordo com Baker & Han (1994), em situações práticas, os aminoácidos sulfurados, lisina, treonina, arginina, isoleucina, valina e triptofano são os aminoácidos de maior importância para a produção de aves. Os três primeiros aminoácidos limitantes para frangos de corte, metionina, lisina e treonina foram extensamente avaliados, quando comparado aos demais. Na grande maioria das dietas, verifica-se que a valina é o quarto aminoácido limitante para frangos de corte, enquanto que a isoleucina geralmente ocupa a quinta posição, assim, atenção especial tem sido dada a estes aminoácidos devido à possibilidade de redução da proteína bruta e por consequência redução na excreção de nitrogênio.

Contudo, apesar de grandes progressos na nutrição é comum observar diferentes relações aminoácidos essenciais/ lisina para a mesma categoria animal e fase de criação, em função de diversos fatores que afetam a determinação das exigências como genética e status fisiológico ou mesmo as análises estatísticas e variáveis respostas utilizadas.

Outro fator importante é a mudança do perfil de proteína ideal com o avanço da idade das aves. A determinação da proteína ideal diária só seria possível com a aplicação de equações complexas das exigências para manutenção e para ganho de peso de cada aminoácido, sendo então estabelecidas, de modo prático, as relações dos aminoácidos essenciais/lisina para as fases inicial, de crescimento e final.

Diante deste contexto, torna-se importante o estudo da relação entre isoleucina digestível/lisina digestível e valina digestível/lisina digestível, em dietas para frangos de corte de diferentes idades, de maneira a maximizar o desempenho dos animais e a redução dos custos de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PROTEÍNA BRUTA, AMINOÁCIDO TOTAL E AMINOÁCIDO DIGESTÍVEL EM FORMULAÇÕES DE DIETAS

Um dos primeiros conceitos utilizados em formulações para garantir o atendimento de proteína e de aminoácidos da dieta foi a Proteína Bruta (PB). A PB é estimada através do conteúdo de nitrogênio total do alimento a ser avaliado, portanto, envolve um grande grupo de substâncias com estruturas semelhantes, porém com funções fisiológicas muito diferentes. Ao longo dos anos o uso deste conceito em formulações sofreu várias críticas, não só porque considera outros compostos nitrogenados como proteína, mas devido ao conhecimento de que a proteína é digerida, liberando peptídeos e aminoácidos.

Com o desenvolvimento da nutrição animal e a possibilidade de determinação dos aminoácidos nos alimentos, surgiram então formulações com base em aminoácidos totais. Este sistema de formulação foi reavaliado em diversas pesquisas, pois nem toda a fração aminoacídica da dieta é digerida e diferentes alimentos apresentam diferentes coeficientes de digestibilidade da proteína e dos aminoácidos, tornando estas dietas poluentes e desvantajosas economicamente.

Atualmente, para a formulação de dietas é fundamental considerar os efeitos da digestibilidade dos aminoácidos para maximizar a absorção e a síntese de proteínas nos tecidos e, por consequência, a eficiência de ganho. Isto se torna necessário uma vez que as proteínas dos alimentos são diferentes e apresentam diferentes coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos. Vários experimentos mostraram que dietas calculadas usando dados de aminoácidos digestíveis, principalmente com o uso de alimentos alternativos ou subprodutos de origem animal, resultam em melhor desempenho dos animais e maiores benefícios econômicos em relação à formulação com base em aminoácidos totais.

Albino et al. (1992) verificaram que é viável economicamente, a utilização de dietas com base em aminoácidos digestíveis para frangos de corte e Rostagno et al. (1995) demonstraram que aves alimentadas com dietas complexas formuladas com base em aminoácido digestível, proporcionam melhor conversão alimentar, maior ganho de peso e benefício econômico (Tabela 1).

Tabela 1 - Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com base em aminoácido total (AAT) e digestível (AAD)

Parâmetro	M + FS ¹	AAT	AAD ²
1 a 21 dias			
Ganho de peso (g)	697 a	673 b	706 a
Conversão alimentar	1,473 a	1,532 b	1,502 ab
1 a 42 dias			
Ganho de peso (g)	2.333 a	2.241 b	2.330 a
Conversão alimentar	1,786 a	1,848 b	1,799 a
Rendimento de carcaça (%)	72,4 a	72,4 a	72,6 a
Rendimento de peito (%)	30,1 a	29,0 c	29,6 b
Custo da ração / kg de PV (US\$/kg)	0,383	0,375	0,370
Custo da ração / kg de carcaça (US\$/kg)	0,529	0,518	0,510
Custo da ração / kg de peito (US\$/kg)	1,759	1,785	1,722

Adaptado de Rostagno et al. (1995).

¹ M + FS = milho + farelo de soja, AAT = sorgo (25%) + farelo de arroz (4 - 7%) + farinha de carne e ossos (2,5 - 2,9%) + farinha de vísceras (4%) + farinha de penas (1,0 - 1,5%).

² AAD = AAT + DL-metionina e L-lisina (metionina e lisina digestível = M + FS).

A digestibilidade é determinada pela diferença entre a quantidade de aminoácidos consumida e a excretada nas fezes, porém nem toda a fração digerida está disponível para a utilização pelo animal. Segundo Ferket et al. (2002) dos 100% do nitrogênio ingerido 85% são digeridos e 80% encontram-se disponível. Contudo a utilização da disponibilidade dos nutrientes em formulações pode ser criticada devido às dificuldades de determinação destes valores.

Wang & Parsons (1998) utilizando alimentos alternativos formularam dietas para frangos de corte com base em aminoácidos totais, digestíveis e disponíveis, e concluíram que as dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis proporcionaram desempenho semelhante às formuladas com aminoácidos disponíveis, no entanto superiores às formuladas com base em aminoácidos totais (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de carne e ossos, formuladas com base em aminoácido total, digestível e disponível

Variável	Inclusão	AA total	AA digestível	AA disponível
Ganho de peso (g)	10%	322	330	335
Consumo de ração (g)		492	478	486
Ganho de peso (g)	20%	310	319	332
Consumo de ração (g)		475	485	486

Adaptado de Wang & Parson (1998).

2.2. PROTEÍNA IDEAL

O conceito de proteína ideal foi definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou de proteína cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e de crescimento. De acordo com Parsons & Baker (1994), proteína ideal é uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e de metabolismo, capaz de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção.

É importante salientar que a dieta pode fornecer aos animais os 20 aminoácidos, entretanto, cerca da metade deles pode ser formado pelo próprio organismo, sendo assim chamados de aminoácidos não essenciais. Os demais, os aminoácidos essenciais, são necessários para diversas funções no organismo, e para tanto, são obrigatoriamente obtidos pelas dietas. Dependendo do estado fisiológico, da fase e da espécie animal um aminoácido não essencial pode ser utilizado pelo organismo mais rapidamente do que é produzido se tornando um aminoácido condicionalmente essencial (D’Mello, 2003).

Como proposto, os aminoácidos essenciais são expressos em taxas ideais ou em porcentagem do aminoácido-referência. A lisina, embora seja o segundo aminoácido limitante para aves, foi estabelecida como referência para as exigências dos outros aminoácidos essenciais por possuir as seguintes características: é um aminoácido estritamente essencial, não havendo nenhuma via de síntese endógena; possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal; a sua análise nos alimentos está em contínuo avanço, e muita informação existe sobre sua concentração e digestibilidade nos alimentos; existe grande quantidade de pesquisas e informações sobre os requisitos de lisina para aves frente a uma variedade de dietas, condições ambientais e composição corporal.

Na Tabela 3 são apresentadas algumas relações aminoácidos/lisina encontradas na literatura para frangos de corte e na Tabela 4 para poedeiras.

Tabela 3 - Perfil ideal de aminoácidos essenciais para frangos de corte em relação à lisina

Aminoácido	Geraert (2005) 1994-1999 ¹	Baker (2003)	Rostagno et al. (2005) Inicial / Crescimento
Lisina, %	100	100	100 / 100
Met + Cis %	74	72	71 / 72
Treonina, %	68	56 - 58	65 / 65
Arginina, %	116	105	105 / 105
Valina, %	80	78	75 / 77
Isoleucina, %	69	61	65 / 67
Triptofano, %	17	17	16 / 17

¹Média das publicações entre 1994 e 1999 de cinco autores, citados por Geraert et al. (2005).

Tabela 4 - Perfil ideal de aminoácidos essenciais para poedeiras em relação à lisina

Aminoácido	Publicações 1994-2005 ¹	Bregendahl et al. (2008)	Rostagno et al. (2005)
Lisina, %	100	100	100
Met + Cis, %	87	94	91
Triptofano, %	20	22	23
Treonina, %	73	77	66
Valina, %	88	93	90
Isoleucina, %	83	79	83

¹Média de cinco autores.

A maior vantagem na utilização do conceito de proteína ideal é que esta simplifica a formulação da ração. Uma vez determinada a exigência do animal em lisina, as exigências de todos os outros aminoácidos essenciais podem ser facilmente calculadas. O uso da proteína ideal também facilita contornar outros fatores que influenciam as exigências dos animais em aminoácidos, tais como a densidade energética, nível protéico e potencial genético do animal para ganho em carne magra (Baker & Chung, 1992; Parsons & Baker, 1994; Cuarón, 2000). Outro fator importante é que formulações com base em proteína ideal, por reduzirem a quantidade de aminoácidos em excesso na dieta, minimizam o uso ineficiente de excessos de aminoácidos como fonte de energia, a excreção de produtos residuais nitrogenados e a poluição ambiental (Parsons & Baker, 1994; Suida, 2001).

Melhores resultados ao se usar o conceito da proteína ideal são observados quando as dietas são formuladas com base em aminoácidos digestíveis, principalmente quando é utilizado grande quantidade de ingredientes alternativos e/ou de subprodutos de origem animal. Salvador et al. (2003) avaliaram o uso do conceito de proteína ideal

em dietas com alimentos alternativos formuladas com aminoácidos totais ou aminoácidos digestíveis para frangos de corte nas fases de 01 a 7; de 01 a 14 e de 01 a 21 dias de idade. Os autores observaram que no período de 01 a 14 dias de idade, a conversão alimentar foi pior para as aves que receberam dietas formuladas para atender as exigências em aminoácidos totais. Em experimento semelhante, Borges et al. (2003) avaliaram a utilização de ingredientes alternativos para frangos em dietas formuladas com base no conceito de proteína ideal. Os autores observaram que a formulação de dietas com aminoácidos digestíveis resultou em maior ganho e melhor conversão alimentar de 01 a 7 dias, bem como de 01 a 21 dias de idade (Tabela 5).

Tabela 5 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte na fase inicial

Aminoácidos	01 a 07 dias			01 a 21 dias		
	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA
Digestíveis	159	136 a	1,172 a	1,164	849 a	1,372 a
Totais	158	130 b	1,218 b	1,148	818 b	1,404 b
CV (%)	5,05	5,86	5,67	2,83	406	3,51

Adaptado de Borges et al. (2003).

^{a,b} Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

É importante salientar que a proteína ideal não é estática, a exigência dos aminoácidos pode ser afetada por diversos fatores como idade, ambiente, sanidade, etc. Portanto, como a proteína ideal é dinâmica, deve-se levar em consideração ao formular dietas as alterações na exigência de lisina e nas relações entre os aminoácidos com a lisina.

2.3. REDUÇÃO DO NÍVEL DE PROTEÍNA BRUTA DA DIETA

A suplementação com aminoácidos industriais, principalmente metionina e lisina, tem sido comum, permitindo considerável redução no nível de proteína bruta das dietas. De acordo com Le Tutour (1994), uma dieta com baixa proteína bruta pode proporcionar melhor desempenho que dietas com alto teor de proteína, que podem conter excesso de aminoácidos a serem catabolizados, representando uma fonte onerosa de energia.

É importante salientar que formular dietas de frangos de corte para minimizar níveis excessivos de aminoácidos não só melhora o desempenho como também diminui

os níveis de excreção de nitrogênio e a poluição ambiental. No entanto, de acordo com Penz Jr. (1996), a questão que permanece é o quanto se pode reduzir no nível dietético de proteína sem prejudicar o desempenho dos animais quando se consideram os aminoácidos não-essenciais, que poderiam, então, passar a níveis marginais, tornando-se limitantes. O autor cita como ideal, a relação 55:45 entre aminoácidos essenciais e não essenciais.

Conforme a proteína dietética é reduzida com a introdução dos aminoácidos industriais, 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 industriais necessários a serem adicionados, para manter o ótimo balanço dos aminoácidos essenciais. Para as aves em dietas a base de milho/sorgo e farelo de soja tem-se a metionina como primeiro aminoácido limitante, depois a lisina e a treonina, como segundo e terceiro limitantes respectivamente (Kidd et al., 1996). A glicina ou a arginina podem ser consideradas o quarto aminoácido limitante em dietas de frangos de corte.

Pesquisas sobre a redução do teor de PB e a suplementação de aminoácidos industriais em dietas para frangos de corte têm indicado diminuição no ganho de peso, piora na conversão alimentar e aumento na quantidade de gordura abdominal (Waldroup, 2000; Sabino et al., 2004). Entretanto, Rostagno et al. (2002) concluíram que é possível reduzir para 19% o nível de PB das dietas para frangos de corte de 08 a 21 dias de idade, desde que haja suplementação de aminoácidos e que o balanço eletrolítico se encontre entre 173 e 223 meq/kg. Esses autores avaliaram o efeito do nível de PB e da suplementação dos aminoácidos (arginina, glicina, ácido glutâmico, valina e isoleucina) sobre o desempenho produtivo de pintos de corte de 08 a 21 dias de idade e constataram que a redução da PB para 18% piorou o desempenho e que as dietas contendo 19% de PB necessitam ser suplementadas com glicina para proporcionar desempenho semelhante ao obtido com a dieta controle (22% de PB).

Segundo Waldroup (2000), a não obtenção de um ótimo desempenho pelas aves que consomem dietas com níveis de PB reduzidos tem sido atribuída a fatores como: níveis reduzidos de potássio e/ou balanço iônico alterado, em decorrência da redução na quantidade de farelo de soja nessas dietas, visto que esse alimento constitui a principal fonte de potássio nas dietas; falta de *pool* suficiente de nitrogênio para realizar a síntese de aminoácidos não-essenciais; desbalanço entre determinados aminoácidos

como arginina/lisina ou aminoácidos de cadeia ramificada; possíveis níveis tóxicos de certos aminoácidos; e relação inadequada de triptofano e outros aminoácidos neutros (isoleucina, valina, leucina, fenilalanina e tirosina), que podem inibir a ingestão de alimentos pelos animais alimentados com dietas com nível reduzido de PB, pois o triptofano é precursor de serotonina, um neurotransmissor envolvido na regulação do consumo de alimentos.

Leeson (1995), avaliando dietas com diferentes níveis de proteína (17 e 20%), suplementadas com metionina ou metionina e lisina, observou que as aves alimentadas com dietas de menor nível protéico apresentaram maior porcentagem de gordura. De fato Cabel & Waldroup (1990) afirmaram que a redução dos níveis protéicos em dietas para frangos de corte está associada à maior deposição de gordura na carcaça, explicado em parte, pelo aumento da energia líquida da dieta, resultante da redução do incremento calórico causado pela digestão e metabolismo da proteína.

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 01 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.

Rodrigues (2006) observou ser possível reduzir o teor de proteína da dieta de frangos de corte, no período de 21 a 42 dias de idade, sem afetar o desempenho e rendimento de carcaça das aves, bem como o teor de gordura abdominal. O mesmo autor observou que a redução no teor de PB da dieta até o nível de 18,5%, para aves na fase de crescimento (01 a 21 dias de idade) possibilitou uma redução no nitrogênio excretado em aproximadamente 24%. Tal redução representa 8% na excreção de nitrogênio, para cada ponto percentual que se reduz na proteína bruta da dieta.

Silva et al. (2006) verificou que os teores de PB das dietas para frangos de corte na fase inicial (01 a 21 dias) poderiam ser reduzidos para 17%, desde que sejam suplementadas com aminoácidos.

2.4. DETERMINAÇÃO DAS RELAÇÕES AMINOÁCIDO/LISINA

A avicultura se desenvolveu muito nas últimas décadas, graças, principalmente, aos avanços no melhoramento genético, o que possibilitou melhora nos índices

zootécnicos tornando extremamente importante a constante atualização das exigências nutricionais para o adequado balanceamento das dietas.

O conhecimento acurado das exigências nutricionais de aminoácidos essenciais e da composição nutricional de matérias-primas é fundamental para o correto balanceamento das dietas e, neste sentido, a atualização dos perfis de proteína ideal, de valina e isoleucina e triptofano para frangos de corte e galinhas poedeiras, e ainda de arginina para frangos e treonina para poedeiras é imprescindível, pois estes determinam o quanto a proteína bruta poderá ser reduzida, além de serem os aminoácidos menos estudados quando comparados com a lisina e a metionina.

No Brasil, desde 1983 quando foi lançada a primeira edição das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, pesquisas têm sido realizadas na Universidade Federal de Viçosa com o objetivo de reavaliar as exigências dos aminoácidos para as novas edições, contudo, na edição de 2000, com base no conceito de proteína ideal é que foram apresentadas as relações aminoácidos/lisina digestível. Nas Tabelas 6 e 7 são apresentadas as relações entre aminoácidos/lisina digestível para frangos de corte e poedeiras nas edições de 2000 e 2005.

Tabela 6 - Relações aminoácidos/lisina digestível para frangos de corte

Aminoácido	Rostagno et al. (2000) Inicial / Final	Rostagno et al. (2005) Inicial / Final
Lisina, %	100 / 100	100 / 100
Met + Cis %	71 / 71	71 / 72
Treonina, %	59 / 57	65 / 65
Valina, %	77 / 80	75 / 77
Isoleucina, %	65 / 67	65 / 67
Arginina, %	105 / 108	105 / 105
Triptofano, %	16 / 17	16 / 17
Gli + Ser Total, %	114 / 114	150 / 140

Tabela 7 - Relações aminoácidos/lisina digestível para poedeiras

Aminoácido	Rostagno et al. (2000) Leves / Semipesadas	Rostagno et al. (2005)
Lisina, %	100 / 100	100
Met + Cis %	87 / 88	91
Treonina, %	62 / 63	66
Triptofano, %	25 / 23	23
Valina, %	87 / 87	90
Isoleucina, %	82 / 83	83

Diversas instituições relacionadas a pesquisa, no Brasil e no mundo, realizam experimentos para a determinação de exigências nutricionais de aves, entretanto em função das diferenças em metodologia, variedade genética e ambiência é possível observar valores diferentes de exigência na literatura.

Segundo Leclercq (1998b) algumas das dificuldades em estabelecer valores de exigências para aminoácidos seriam os critérios utilizados para determinar as necessidades dos aminoácidos (ganho de peso, peso de peito ou conversão alimentar), as análises estatísticas e a falta de conhecimento sobre as necessidades de aminoácidos não essenciais.

Em muitos trabalhos se utiliza como único critério para a determinação da exigência ou da relação entre os aminoácidos o ganho de peso, o que pode conduzir a uma subestimação das necessidades, uma vez que normalmente este parâmetro apresenta os menores valores quando comparado com a conversão alimentar, o rendimento de peito e a gordura abdominal.

Para um mesmo ganho de peso alguns aminoácidos, como a lisina, podem reduzir a deposição de lipídios e aumentar a deposição de proteína, sendo este efeito claramente demonstrado por Grisoni (1991) e Leclercq (1998a) (Tabela 8). Aumento da concentração de lisina sobre a necessidade de ganho de peso pode induzir em maior rendimento de peito. Assim, as necessidades de lisina são maiores quando se utiliza como critério o rendimento de peito no lugar de ganho de peso. De forma similar, a conversão alimentar é freqüentemente utilizada para estimar as necessidades de aminoácidos e, portanto, para calcular o perfil ideal em aminoácidos da proteína da dieta. Segundo Han & Baker (1994) para vários aminoácidos, as necessidades para

otimizar o índice de conversão são mais elevados que para o ganho de peso.

Tabela 8 - Necessidades de lisina total (g/kg dieta) segundo o critério utilizado para otimizar os índices zootécnicos

Modelo	Linear Response Plateau	Exponencial
Ganho de peso	9,24	9,69
Conversão alimentar	10,10	11,84
Rendimento de peito	9,75	10,63
Gordura abdominal	11,88	28,78

Adaptado de Leclercq (1998a).

Segundo Leclercq (1998b) também surgem outros problemas com as aproximações matemáticas utilizadas. Algumas curvas de resposta biológica são próximas do modelo do Linear Response Plateau (LRP), mas outras são claramente curvilíneas. Portanto, para muitos aminoácidos o modelo LRP subestima as necessidades quando comparada com as respostas curvilíneas e econômicas. Além disso, os autores raramente ofereciam informações precisas acerca da aproximação matemática que utilizavam para suas propostas de proteína ideal, o que levanta dúvidas sobre os resultados obtidos.

Quanto a metodologia, segundo Leclercq (1998b) as necessidades de leucina, histidina e aminoácidos aromáticos, que são tidos como aminoácidos essenciais, não podem ser facilmente determinadas, porque eles são abundantes em alimentos e, portanto, não é fácil induzir uma deficiência drástica desses aminoácidos na dieta. Além disso, como observado no trabalho de Balbino (2008) as formulações de dietas experimentais podem levantar dúvidas quanto aos resultados de exigência obtidos em experimentos, não só pela dificuldade de atender as exigências dos aminoácidos essenciais com alterações nos níveis de lisina avaliados e a redução da proteína bruta, mas também pelas poucas informações existentes sobre as exigências de aminoácidos não essenciais.

Segundo Bedford & Summers (1985) e Moran & Stilborn (1996) aparentemente as exigências de aminoácidos não essenciais representam 45% ou menos do total de aminoácidos. Contudo, tem sido proposta a adição de ácido glutâmico nas dietas, que é um importante precursor de aminoácidos.

2.5. VALINA: RECOMENDAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE

A valina é reconhecida atualmente como o quarto aminoácido limitante em uma dieta baseada em milho e farelo de soja para frangos de corte (Corzo et al., 2007) e esta limitação é particularmente aparente com o avanço da idade dos animais, quando o nível de proteína bruta da dieta é menor.

Níveis inadequados de valina na dieta de frangos de corte podem ser responsáveis por diminuir o ganho de peso e a conversão alimentar Leclercq (1998a), mas segundo Corzo et al. (2004) também podem ser observadas anormalidades nas penas e nas pernas dos animais.

Comparativamente a lisina, existem poucos trabalhos na literatura sobre a exigência de valina ou relação valina/lisina para frangos de corte. Mendoca & Jensen (1989) sugerem um requerimento de 0,70% de valina total para frangos de corte na fase de 3 a 6 semanas de idade, valor próximo ao observado por Thornton et al. (2006), de 0,73%. Contudo, segundo o NRC (1994) a exigência de valina total para frangos de corte machos no período de 22 a 42 dias de idade é de 0,82%.

Corzo et al. (2004) em experimento com frangos de corte machos de 42 a 56 dias de idade concluíram como melhor nível 0,67% de valina digestível na dieta, uma vez que os animais apresentaram melhor desempenho, rendimento de carcaça e rendimento e qualidade da carne.

Baker et al. (2002) avaliaram a exigência de lisina e diferentes relações valina/lisina digestível para frangos de corte e concluíram como melhor relação para a fase inicial (08 a 21 dias) a relação valina/lisina digestível de 77,50%, com base no LRP do ganho de peso e da eficiência alimentar, valor similar aos apresentados por Baker (1997) e Mack et al. (1999) de 77 e 76%, respectivamente.

Segundo Rostagno et al. (2005) as recomendações de relação valina/lisina digestível pra frango de corte na fase inicial e (01-21 dias) e final (22-42 dias) são 75 e 77%, respectivamente.

Corzo et al. (2007), avaliaram relações valina/lisina digestível para frangos de corte, machos ROSS de 21 a 42 dias de idade, com dietas baseadas somente em produtos de origem vegetal e concluíram como melhor relação 78%, o que equivale a 0,74% de valina digestível na dieta. Neste trabalho os autores observaram que não houve efeito dos diferentes níveis de valina sobre o rendimento de carcaça e gordura

abdominal de frangos de corte abatidos aos 42 dias, mas foi observado efeito quadrático para rendimento de peito com melhor relação valina/lisina digestível de 70%, valor inferior ao observado para ganho de peso (78%).

Corzo et al. (2008) avaliaram o efeito de diferentes níveis de valina em frangos de corte ROSS e recomendaram os níveis de 0,91; 0,86 e 0,78% de valina digestível na fase inicial (01 a 14 dias), crescimento (14 a 28 dias) e terminação (28 a 42 dias), respectivamente. Os mesmo autores não observaram efeitos no rendimento de carcaça e gordura abdominal, corroborando com os resultados apresentados por Leclercq (1998b).

Campos et al. (2009a) concluíram como melhor relação valina/lisina digestível na fase inicial (07 a 21 dias) de 78%, enquanto que para a fase final (28 a 40 dias) de 79%.

Potença et al. (2009) avaliaram diferentes relações valina/lisina digestível (66, 70, 74, 78 e 82%) para frangos de corte na fase final (28 a 42 dias) e contrário a maioria dos resultados observados na literatura não observaram efeito significativo das diferentes relações no desempenho animal, contudo observaram aumento linear do rendimento de coxa e empenamento e menor rendimento de peito com o aumento das relações.

2.6. ISOLEUCINA: RECOMENDAÇÕES PARA FRANGOS DE CORTE

É conhecido há muito tempo, a partir de experimentos com ratos (Benton et al., 1956; Rogers et al., 1962), que existe antagonismo entre os três aminoácidos de cadeia ramificada (valina, isoleucina e leucina). Esse antagonismo é devido ao fato de que, além de compartilharem o mesmo sistema de transporte através das membranas celulares, esses três aminoácidos são degradados pelas mesmas enzimas e também concorrerem para a transferência para o cérebro através da barreira hemato-encefálica (Harper, 1984). O efeito depressor do desempenho de uma ingestão excessiva de leucina foi extensivamente estudado, especialmente em ratos (Harper et al., 1954; Sauberlich, 1961; Peng et al., 1973; Shinnick & Harper, 1977). A adição de isoleucina ou valina em dietas pode evitar o efeito depressor do excesso leucina em ratos (Aschkenasy, 1979) e aves (Park & Austic, 2000).

A isoleucina pode ser considerada o quarto aminoácido limitante no milho para aves em crescimento (Fernandez et al., 1994), mas é menos limitante que a valina em

dietas de baixa proteína baseadas em milho e farelo de soja (Edmonds et al., 1985; Han et al., 1992; Fernandez et al., 1994). A isoleucina é potencialmente limitante em dietas de baixa proteína para galinhas poedeiras que foram suplementados com lisina, metionina e triptofano (Jensen & Colnago, 1991; Keshavarz, 1997).

Farran & Thomas (1990) avaliaram a exigência de leucina, isoleucina e valina para frangos de corte durante a fase inicial (até as 3 semanas de idade) e concluíram como recomendação 1,16; 0,80 e 0,90% de leucina, isoleucina e valina total, respectivamente.

Barbour & Latshaw (1992) avaliaram os efeitos da leucina e valina na exigência de isoleucina para frangos de corte. Os autores não observaram efeito significativo dos níveis elevados de leucina e valina sobre a exigência de isoleucina e concluíram como exigência através de regressão não linear 8,44g/kg e 8,19 g/kg de isoleucina, segundo o ganho de peso e a eficiência alimentar, respectivamente.

Kidd et al. (2004) avaliaram o efeito de diferentes níveis de isoleucina em dietas de frangos de corte machos. As aves que receberam dieta deficiente em isoleucina tiveram piora no ganho de peso, conversão alimentar e efeitos na carcaça quando comparadas as aves que receberam incremento de isoleucina nas dietas. A adição de isoleucina na dieta teste resultou em desempenho equivalente e rendimento de carcaça as aves alimentadas com dieta controle a partir de fontes de proteínas intactas. Os autores concluíram como recomendação de isoleucina para frangos de corte 6,7 a 7,1g/kg para a idade de 18 a 30 dias, 6,4 a 6,6g/kg para a idade de 30 a 42 dias e 5,5 a 6,6 g/kg para a idade de 42 a 56 dias.

Segundo Rostagno et al. (2005) as recomendações de relação isoleucina/lisina digestível pra frango de corte na fase inicial e (01-21 dias) e final (22-42 dias) são 65 e 67%, respectivamente.

Campos et al. (2009b) concluíram como melhor relação isoleucina/lisina digestível na fase inicial (07 a 21 dias) 67%, enquanto que para a fase final (28 a 40 dias) 70%.

Corzo et al. (2009) avaliaram dietas com diferentes níveis de valina e isoleucina para determinar qual seria o quarto aminoácido limitante em dietas para frangos de corte. Os autores observaram que a valina é o quarto aminoácido limitante, principalmente quando levado em consideração as concentrações plasmáticas desta como resposta as dietas experimentais.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B. et al. Uso de aminoácidos disponível e proteína digestível na formulação de rações para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, p.1069-1076, 1992.
- ASCHKENASY, A. Prevention of the immunodepressive effects of excess dietary leucine by isoleucine and valine in the rat. **Journal of Nutrition**, v.109, p.1214–1222, 1979.
- BAKER, D.H. Ideal amino acid patterns for broiler chicks. In: D’MELLO, J.P.F. (Ed.) **Amino acid in animal nutrition**. 2 ed. Edinburgh: UK, 2003. p.223–235.
- BAKER, D.H. Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. **BioKyoowa Technical Review**, v.9, p.1–24, 1997.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BAKER, D.H.; CHUNG, T.K. **Ideal protein for swine and poultry**. St Louis: Biokyowa Publishing, 1992. 117p.
- BALBINO, E.M. **Níveis de lisina digestível em rações suplementadas ou não com aminoácidos industriais para frangos de corte mantidos em diferentes ambientes térmicos**. 2008. 82f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- 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**, v.33, n.3, p.561 – 568, 1992.
- BEDFORD, M.S.; SUMMERS, J.D. Influence of the ratio of essential to non essential amino acids on performance and carcass composition of the broiler chick. **British Poultry Science**, v.26, p.483-491, 1985.
- BENTON, D.A.; HARPER, A.E.; SPIVEY, H.E. et al. Leucine, isoleucine, and valine relationships in the rat. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.60, p.147-155, 1956.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; SAAD, C.E.P. et al. Avaliação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte utilizando diferentes metodologias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.722-733, 2003.

- BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A.; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744–758, 2008.
- CABEL, M.C.; WALDROUP, P.W. Effect of different nutrient-restriction programs early in life on broiler performance and abdominal fat content. **Poultry Science**, v.69, n4, p.652-660, 1990.
- CAMPOS, A.M.A.; NOGUEIRA, E.T.; ALBINO, L.F.T. et al. Digestible valine:lysine ratios for broilers during the starter and finisher periods. In: ANUAL MEETING, POULTRY SCIENCE, 2009a, North Carolina. **Anais...** North Carolina: Poultry Science, 2009a.
- CAMPOS, A.M.A.; NOGUEIRA, E.T.; ALBINO, L.F.T. et al. Effects of digestible isoleucine:lysine ratios on broiler performance and breast yield. In: ANUAL MEETING, POULTRY SCIENCE, 2009b, North Carolina. **Anais...** North Carolina: Poultry Science, 2009b.
- CORZO, A.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T. Valine Nutrient Recommendations for Ross × Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, v.87, p.335–338, 2008.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Marginality and Needs of Dietary Valine for Broilers Fed Certain All-Vegetable Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.546–554, 2007.
- CORZO, A.; LOAR, R.E.; KIDD M.T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, v.88, p.1934-1938, 2009.
- CORZO, A.; MORAN Jr., E.T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, v.83, p.946–951, 2004.
- CUARÓN, J.A. Proteína Ideal en la Alimentación de Cerdos: Aspectos Prácticos. In: BUTOLO, J.E.; JUNQUEIRA, O.M.; MIYADA, V.S. et al. (Ed.). **Simpósio Sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos**. Campinas: CBNA, 2000. p.197-220.
- D’MELLO, J.P.F. Amino acid as a multifunctional molecules. In: D’MELLO, J.P.F. (Ed.) **Amino acid in animal nutrition**. 2 ed. Edinburgh: UK, 2003. p.1-14.
- 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**, 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**, v.69, n.5, p.757-762, 1990.
- FERKET, P.R.; VAN HEUGTEN, E.; VAN KEMPEN, T.A.T.G. et al. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. **Journal of Animal Science**, v.80(E. Suppl.2), p.E168-E182, 2002.
- 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**, v.73, p.1887-1896, 1994.
- GERAERT, P.A.; MERCIER, Y.; JAKOB, S. Utilization Of The Factorial Model To Determine The Nutritional Requirement Of Poultry And Swine: Practical Aspects. In: ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T. (Ed.) **II Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**. Viçosa: Brasil, 2005. p.293-292.
- GRISONI, M.L. **Role des acides aminés alimentaires dans la lipogenese du poulet de chair**. 1991. 129f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - University of Aix-Marseille, Marseille.
- HAN, Y.; BAKER, D.H. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period tree to six weeks post hatching. **Poultry Science**. v.73, p.1739-1745, 1994.
- HAN, Y.; SUZUKI, H.; PARSONS, C.M. et al. Amino acid fortification of a lowprotein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, v.71, p.1168-1178, 1992.
- HARPER, A.E. Interrelationships among the branched chain amino acids. In: ADIBI, S.A.; FEKL, W.; LANGENBECK, U. et al. (Ed.) **Branched Chain Amino and Keto Acids in Health and Disease**. Basel: Switzerland, 1984. p.81-99.
- HARPER, A.E.; BENTON, D.A.; WINJE, M.E. et al. Leucine-isoleucine antagonism in the rat. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.51, p.523-524, 1954.
- JENSEN, L.S.; COLNAGO, G.L. Amino acids and protein for broilers and laying hens. In: MARYLAND NUTRITION CONFERENCE, 1991, Baltimore, **Anais...** Baltimore: Maryland Nutrition Conference, 1991. p.29-36.
- KESHAVARZ, K., Investigations on the use of low-protein, amino acid-supplemented diets for poultry. In: PROCEEDINGS CORNELL NUTRITION CONFERENCE

- FOR FEED MANUFACTURERS, 1997, Rochester. **Anais...** Rochester: NY, 1997. p.155–166.
- KIDD, M.T.; KERR, B.J.L. Threonine for poultry: a review. **Poultry Science**, v.5, p.358-367, 1996.
- KIDD, M.T.; BURNHAM, D.J.; KERR, B.J. Dietary isoleucine responses in male broiler chickens. **British Poultry Science**, v.45, n.1, p.67 – 75, 2004.
- LE TUTOUR, L. Applying the concept of ideal protein to piglet diet formulation. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.41-62.
- LECLERCQ, B. El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos estudio comparativo entre pollos y cerdos. In: XIV CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 1998b, Espanha. **Anais...** Espanha: FEDNA, 1998b.
- LECLERCQ, B. Lysine: Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p.118-123, 1998a.
- LEESON, S. Nutrição e qualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APINCO, 1995. p.111-118.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975p.
- 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**, v.40, p.257–265, 1999.
- MENDOCA, 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**, v.40, p.247–252, 1989.
- MITCHELL, H.H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. Academic Press, 1964. p.567-647.
- MORAN, E.T.; STILBORN, H.L. Effect of Glutamic Acid on Broilers Given Submarginal Crude Protein with Adequate Essential Amino Acids Using Feeds High and Low in Potassium. **Poultry Science**, v.75, p.120-129, 1996.
- NATIONAL RESEARCH CONUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9th revision edition. National Academic Press, Whashington, DC, 1994. p.155.

- PARK, B.C.; AUSTIC, R.E. Isoleucine imbalance using selected mixtures of imbalancing amino acids in diets of the broiler chick. **Poultry Science**, v.79, p.1782–1789, 2000.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.120-128.
- PENG, Y.; GUBIN, J.; HARPER, A.E. et al. Food intake regulation: Amino acid toxicity and changes in rat brain and plasma amino acid. **Journal of Nutrition**, v.103, p.608–617, 1973.
- PENZ Jr., A.M. Enzimas y preservadores en dietas de aves e cerdos. **Alimentos balanceados para Animales**, v.36, n.6, p.16-24, 1996.
- POTENÇA, A.; MURAKAMI, A. E.; URGNANI, F. J. et al. Valina na nutrição de frangos de corte na fase de 28 a 42 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009.
- RODRIGUES, K.F. **Relação lisina digestível:proteína bruta em dietas para frangos de corte**. 2006. 123f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ROGERS, Q.R.; SPOLTER, P.D.; HARPER, A.E. Effect of leucine— isoleucine antagonism on plasma amino acid pattern of rats. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.97, p.497–504, 1962.
- 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: Brasil, 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.ed. Viçosa: Brasil, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; PUPA, J.M.R.; PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acid. **Journal Applied Poultry Research**, v.4, p.293-299, 1995.
- ROSTAGNO, H.S.; VARGAS JR, J.G.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína, eletrólitos e aminoácidos em rações de frangos de corte na fase inicial. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002,

- Campinas. **Anais...** Campinas: Associação Brasileira de Produtores de Pinto de Corte, 2002. p.59a.
- SABINO, H.F.; SAKOMURA, N.K.; NEME, R. et al. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.407-412, 2004.
- SALVADOR, D.; LAURENTIZ, A.C.; DAHLKE, F. et al. Proteína ideal em dietas com ingredientes alternativos para frangos de corte na fase inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p.27 (suplemento5), 2003.
- SAUBERLICH, H.E. Studies on the toxicity and antagonism of amino acids for weanling rats. **Journal of Nutrition**, v.75, p. 61–72, 1961.
- SHINNICK, F.L.; HARPER, A.E. Effects of branchedchain amino acid antagonism in the rat on tissue amino acid and keto acid concentrations. **Journal of Nutrition**, v.107, p.887–895, 1977.
- SILVA, Y.L.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F. et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.840-848, 2006.
- SUIDA, D.I. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGIA LÍQUIDA E MODELAGEM, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2001.
- THORNTON, S.A.; CORZO, A.; PHARR, G.T. et al. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, v.47, p.190–199, 2006.
- UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA [2009]. **Relatório anual 2009**. Disponível em: <http://www.abef.com.br/portal/_clientes/abef/cat/Anuario_baixa_Resolucao.pdf> Acesso em: 10/9/2010.
- WALDROUP, P.W. Nutritional approaches to minimizing nitrogen and phosphorus excretion in broilers. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000. p.95-108.

- WANG, X.; PARSONS, C.M. Dietary formulation with meat and bone meal on a total versus a digestible or bioavailable amino acid basis. **Poultry Science**, v.77, p.1010-1015, 1998.
- ZANELLA, I.; D'ÁVILA, A.; RABER, M. Proteína ideal: conceito e aplicação na nutrição de aves e suínos. In: ZOOTECH, 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: ZOOTECH, 2004. p.1-6.
- ZAVIEZO, D. Requerimientos de aminoácidos de pollos y gallinas. **Avicultura Profesional**, v.18, p.18-22, 2000.

CAPÍTULO I

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

Artigo escrito segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO - Em decorrência dos avanços no melhoramento genético as exigências dos frangos de corte devem ser atualizadas constantemente. Assim sendo, realizou-se dois experimentos de desempenho para avaliar diferentes relações valina/lisina digestível na fase inicial (08 a 21 dias) e final (30 a 43 dias) de frangos de corte. O delineamento experimental nas duas fases foi em blocos casualizados com sete tratamentos (seis diferentes relações valina/lisina digestível e um tratamento controle) e oito repetições de 25 e 20 aves (machos, COBB) por unidade experimental na fase inicial e final, respectivamente. As dietas atenderam as exigências exceto para valina e lisina. Para evitar o excesso de lisina digestível o nível desta foi calculado para ser 93% do recomendado. O tratamento controle foi adequado em lisina e valina. Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça nas duas fases. Não houve efeito significativo das diferentes relações no consumo de ração, contudo foi observado efeito quadrático para ganho de peso e conversão alimentar nas duas fases. Não houve efeito significativo nas características de carcaça avaliadas. A exigência de valina para os parâmetros de carcaça é menor do que a exigência para o desempenho. A relação valina digestível/lisina digestível recomendada para frangos de corte na fase inicial (08 a 21 dias) é de 76% e para a fase final (30 a 43 dias) é de 76%.

Palavras-chave: exigência, lisina, relação, valina

ABSTRACT - **Effect of different digestible valine/lysine ratios for broiler chickens.** As a result of advances in genetic improvement requirements of broiler chickens must be updated constantly. Therefore, two performance experiments were carried out to evaluate different digestible valine/lysine ratios in the starter (08 to 21 days) and finishing (30 to 43 days) phases of broiler chickens. It was used, in both phases, a randomized block experimental design with seven treatments (six different digestible valine/lysine ratios and one control) and eight replicate of 25 and 20 birds (males, COBB) in the starter and finishing phases, respectively. The diets were adequate of requirements except for valine and lysine. To avoid excess lysine in the

experimental diets the digestible lysine content was calculated to be about 93% of the requirements. The control diet was adequate in lysine and valine. Feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield in two phases were evaluated. There was no significant effect of the different ratios in feed intake, however was quadratic effect on weight gain and feed conversion in both phases. There was no significant effect on carcass yields evaluated. The requirement of valine for the carcass parameters is lower than the requirements for performance. The digestible valine/lysine ratios recommended for broiler chickens in the initial phase (08 to 21 days) is 76% and for the final phase (30 to 43 days) is 76%.

Keywords: requirement, lysine, ratio, valine

INTRODUÇÃO

A avicultura de corte é uma atividade que se desenvolveu muito nas últimas décadas, graças, principalmente, aos avanços nas áreas do melhoramento genético, do manejo e da nutrição. Isto possibilitou aumento na taxa de deposição protéica, diminuindo cada vez mais o tempo de criação para o abate, tornando extremamente importante a constante atualização das exigências de aminoácidos para o adequado balanceamento das dietas.

Para a formulação de dietas é utilizado o conceito de proteína ideal, que foi definido por Parsons & Baker (1994) como uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e de metabolismo, capaz de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção. O excesso de aminoácidos na dieta representa gasto de energia para sua metabolização, implicando no aumento do custo de produção e na poluição ambiental devido a maior excreção de nitrogênio.

No conceito de proteína ideal a lisina foi estabelecida como aminoácido referência para a exigência dos outros aminoácidos essenciais, embora seja o segundo limitante, em função da grande quantidade de pesquisas e informações sobre os requisitos de lisina para aves frente a uma variedade de dietas, condições ambientais e composição corporal, dentre outros fatores. Contudo trabalhos sobre relação valina/lisina digestível são escassos na literatura (Corzo et al., 2008).

A valina é reconhecida atualmente como o quarto aminoácido limitante em uma dieta baseada em milho e farelo de soja para frangos de corte (Corzo et al., 2007) e esta limitação é particularmente aparente com o avanço da idade dos animais, quando o nível de proteína bruta da dieta é menor. Níveis inadequados de valina na dieta de frangos de corte podem ser responsáveis por diminuir o ganho de peso e a conversão alimentar (Leclercq, 1998a), mas segundo Corzo et al. (2004) também podem ser observadas anormalidades nas penas e nas pernas dos animais.

Diversas instituições relacionadas a pesquisa, no Brasil e no mundo, realizam experimentos para a determinação de exigências nutricionais de aves, entretanto em função das diferenças em metodologia, variedade genética e ambiência é possível observar valores diferentes de exigência na literatura. Segundo Leclercq (1998b) algumas das dificuldades em estabelecer valores de exigências para aminoácidos seriam os critérios utilizados para determinar as necessidades dos aminoácidos (ganho de peso, peso de peito ou conversão alimentar), as análises estatísticas e a falta de conhecimento sobre as necessidades de aminoácidos não essenciais.

Objetivou-se avaliar a relação valina/lisina digestível na dieta sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte machos COBB no período de 08 a 21 e de 30 a 42 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados para determinar as relações valina/lisina digestível para frangos de corte machos, COOB 500, nas fases de 08 a 21 dias e de 30 a 43 dias. Na fase inicial o período experimental teve duração de 13 dias (08 a 21 dias de idade), onde as dietas foram oferecidas *ad libitum*. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com sete tratamentos e oito repetições de 25 aves por unidade experimental, com peso médio inicial de 162g/ave. Seis diferentes relações valina/lisina digestível (67, 70, 73, 76,0, 79 e 82%) foram avaliadas. As dietas foram formuladas para atender as exigências segundo Rostagno et al. (2005), exceto para valina e lisina. Para evitar o excesso de lisina, o valor de lisina digestível das dietas experimentais foi calculada para atender 93% das exigências segundo Rostagno et al. (2005) (1,070%). Um tratamento controle positivo (C+) adequado em lisina digestível (1,146%) e valina digestível (0,877%) foi incluído no delineamento experimental.

Na fase final o período experimental teve duração de 13 dias (30 a 43 dias de idade), onde as dietas foram oferecidas *ad libitum*. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com sete tratamentos e oito repetições de 20 aves por unidade experimental, com peso médio inicial de 1486g/ave. Seis diferentes relações valina/lisina digestível (70, 73, 76, 79, 82 e 85%) foram avaliadas. As dietas foram formuladas para atender as exigências segundo Rostagno et al. (2005), exceto para valina e lisina. Para evitar o excesso de lisina, o valor de lisina digestível das dietas experimentais foi calculada para atender 93% das exigências segundo Rostagno et al. (2005) (0,940%). Um tratamento controle positivo (C+) adequado em lisina digestível (1,010%) e valina digestível (0,808%) foi incluído no delineamento experimental.

A composição nutricional e energética das dietas utilizadas nas duas fases são apresentadas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. Foi feita uma dieta basal e depois incluído o aminoácido industrial L-Valina para fornecer as relações testadas, e na dieta controle também foi adicionado a quantidade necessária de L-Lisina HCl para atender a exigência de lisina digestível. O amido foi adicionado às dietas experimentais para compor 100%. As análises de aminoácidos foram realizados pela EVONIK.

Nas duas fases do experimento as aves foram alojadas em galpão de alvenaria, subdividido em boxes de 1,0 × 2,0 m (providos de cama de cepilho, bebedouro tipo nipple e comedouro tubular) pé direito de 3 m de altura, cobertura de telhas de amianto, dotado de lanternim, piso cimentado, paredes laterais constituídas por mureta de 0,40 m e o restante telado, e cortinas plásticas para o controle da temperatura e correntes de ar.

O manejo dos bebedouros, dos comedouros, das cortinas e das aves seguiu as recomendações do manual de manejo do frango de corte COBB (Cobb Vantress, 2003). Antes do início de cada período experimental as aves foram alimentadas com ração comercial farelada.

O programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial) foi adotado durante todo o período experimental e o aquecimento artificial dos pintos, foi feito utilizando-se lâmpadas de infravermelho, ajustadas para proporcionar o maior conforto possível às aves. Os registros da temperatura interna do galpão foram obtidos com a instalação de três termômetros, de máxima e mínima, colocados em diferentes partes da instalação à altura das aves. As temperaturas médias registradas durante o experimento foram: de 08 a 21 dias 25°C (22 e 28°C de mínima e máxima, respectivamente); de 30 a 43 dias 25°C (21 e 29°C de mínima e máxima, respectivamente).

Tabela 1 - Dietas basais da fase inicial (08 a 21 dias) e da fase final (30 a 43 dias)

Ingredientes	08 a 21 dias	30 a 43 dias
Milho	45,39	49,01
Farelo de soja (45%)	24,60	21,23
Sorgo baixo tanino	20,00	20,00
Óleo de soja	1,370	3,010
Fosfato bicálcico	1,857	1,540
Calcário	0,913	0,820
Sal	0,290	0,239
NaHCO ₃	0,300	0,300
L-Lisina HCl (79%)	0,400 (0,497) ¹	0,347 (0,424) ¹
L-Valina (98,5%)	0,000	0,000
DL-Metionina (99%)	0,355	0,315
L-Treonina (98%)	0,189	0,147
Glicina	0,392	0,178
L-Arginina (98,5%)	0,195	0,166
L-Isoleucina (98,5%)	0,110	0,095
L-Triptofano (98%)	0,024	0,017
Cloreto de Colina (70%)	0,100	0,100
Vitaminas ²	0,100	0,100
Minerais ³	0,050	0,050
Anticoccidiano	0,055	0,055
Antioxidante ⁴	0,010	0,010
Ácido Glutâmico	3,000	2,000
Amido ⁵	0,300	0,273
Total	100,00	100,00
Composição calculada		
Energia Metab. kcal/kg	3000	3150
Valina dig, %	0,717	0,665
Lisina dig, %	1,070 (1,146) ¹	0,950 (1,010) ¹
Met + Cis dig, %	0,826	0,761
Treonina dig, %	0,746	0,661
Triptofano dig, %	0,205	0,181
Arginina dig, %	1,204	1,070
Isoleucina dig, %	0,768	0,681
Cálcio, %	0,884	0,764
Fósforo disponível, %	0,442	0,380
Sódio, %	0,214	0,194

¹ Dieta controle (C+).

² Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 10.000.000 U.I.; vit. D3 - 2.000.000 U.I.; vit. E - 30.000 U.I.; vit. B1 - 2,0 g; vit. B2 - 6,0 g; vit. B6 - 4,0 g; vit. B12 - 0,015 g; ác. pantotênico - 12,0 g; biotina - 0,1 g; vit. K3 - 3,0 g; ác. Fólico - 1,0 g; ác. Nicotínico - 50,0 g; Se - 250,0 mg.

³ Mistura mineral (kg do produto): Fe - 80 g; Cu - 10 g; Co - 2 g; Mn - 80 g; Zn - 50 g; I - 1 g.

⁴ Antioxidante: BHT (Butil hidroxi tolueno).

⁵ Variável com a inclusão de L-Valina e L-Lisina.

Tabela 2 - Composição das dietas basais, valores calculados e determinados

%	08 a 21 dias		30 a 43 dias	
	Calculado	Determinado	Calculado	Determinado
Proteína Bruta	20,00	20,11	17,90	17,36
Aminoácido Total				
Metionina	0,62	0,59	0,56	0,54
Cistina	0,27	0,26	0,26	0,24
Met + Cis	0,89	0,85	0,82	0,78
Lisina	1,22 (1,30) ¹	1,18 (1,20) ¹	1,08 (1,14) ¹	1,03 (1,09) ¹
Treonina	0,83	0,81	0,74	0,71
Triptofano	0,23	---	0,19	---
Arginina	1,26	1,25	1,12	1,11
Isoleucina	0,83	0,83	0,76	0,74
Leucina	1,57	1,56	1,49	1,43
Histidina	0,45	0,44	0,42	0,40
Fenilalanina	0,85	0,86	0,79	0,77
Gli + Ser	1,90	1,90	1,57	1,55
Aminoácido Livre				
DL-Metionina	0,352	0,352	0,312	0,303
L-Lisina	0,316 (0,393) ¹	0,318 (0,362) ¹	0,274 (0,335) ¹	0,274 (0,337) ¹
L-Treonina	0,185	0,190	0,144	0,143
Glicina	0,392	0,391	0,178	0,179
L-Arginina	0,192	0,223	0,164	0,189
L-Isoleucina	0,108	0,113	0,094	0,095
Ác. Glutâmico	3,000	3,103	2,000	2,084

¹ Dieta controle (C+).

Tabela 3 - Valina nas dietas experimentais da fase inicial (08 a 21 dias de idade)

Valina		Relação Valina/Lisina digestível (%)						
		67,0	70,0	73,0	76,0	79,0	82,0	C+
Digestível, %	Calculado	0,717	0,749	0,781	0,813	0,845	0,877	0,877
Total, %	Calculado	0,807	0,839	0,870	0,903	0,934	0,967	0,967
	Determinado	0,800	0,840	0,870	0,910	0,930	0,970	0,940
Livre, %	Calculado	0,000	0,032	0,063	0,096	0,127	0,162	0,162
	Determinado	0,010	0,031	0,061	0,113	0,126	0,156	0,153

Tabela 4 - Valina nas dietas experimentais da fase final (30 a 43 dias de idade)

Valina		Relação Valina/Lisina digestível (%)						
		70,0	73,0	76,0	79,0	82,0	85,0	C+
Digestível, %	Calculado	0,665	0,694	0,722	0,751	0,779	0,808	0,808
Total, %	Calculado	0,748	0,778	0,805	0,835	0,862	0,890	0,891
	Determinado	0,720	0,760	0,800	0,820	0,860	0,850	0,880
Livre, %	Calculado	0,000	0,030	0,057	0,087	0,114	0,144	0,144
	Determinado	0,010	0,028	0,054	0,084	0,111	0,144	0,141

As aves e as dietas foram pesadas no início e no final de cada período experimental (08 a 21 dias e 30 a 43 dias) para calcular os seguintes parâmetros: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). A mortalidade foi anotada diariamente para corrigir o consumo de ração nas duas fases. Na fase inicial três aves com o peso médio de cada box foram abatidas aos 21 dias para avaliar as características de carcaça como peso de peito e de filé de peito e seus rendimentos em relação ao peso vivo. Na fase final três aves com o peso médio de cada box foram abatidas aos 44 dias para avaliar o peso e o rendimento de carcaça, gordura abdominal, peito, filé de peito e coxa e sobrecoxa.

As análises estatísticas foram realizadas pelo software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000). Utilizou-se a análise de variância e o teste de Dunnett ($P < 0,05$) para o contraste entre o tratamento controle e as diferentes relações. Foi realizada a análise de regressão para as diferentes relações e os resultados foram avaliados para linear, quadrática, cúbica, quártica e quártica, porém só foram considerados a linear e a quadrática quando $P < 0,05$. Para as variáveis resposta que apresentaram comportamento quadrático foram calculados o ponto de inflexão, como as melhores relações, e 95% destes valores como limite de confiança (Sakomura & Rostagno, 2007). O Linear Response Plateau (LRP) foi utilizado para as variáveis resposta que apresentaram efeito quadrático significativo na análise de regressão. Os dados também foram ajustados pelo modelo quadrático associado ao plateau para as variáveis que apresentaram efeito quadrático significativo, inserindo o plateau (y) na equação quadrática. As recomendações de melhor relação para cada fase foram obtidas através da média obtida das diferentes variáveis respostas frente às diferentes análises, em função do bom ajuste dos dados a elas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível na fase inicial (08 a 21 dias) são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível durante a fase inicial (08 a 21 dias)

Relação (%)	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA
C+	1049	701 a	1,497 a
67	1044	671 b	1,557 b
70	1046	685 a	1,529 a
73	1035	689 a	1,504 a
76	1039	706 a	1,472 a
79	1050	708 a	1,483 a
82	1056	703 a	1,503 a
ANOVA - REGRESSÃO			
Quadrática	ns ¹	0,048	0,019
CV (%)	2,45	2,72	3,19

^{a,b} Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes do tratamento C+ pelo teste de Dunnett (P<0,05).

¹ Não significativo (P>0,05).

Embora seja conhecido que diversos fatores podem afetar o consumo de ração, segundo SI et al. (2001), frangos de corte alimentados com dietas marginais em aminoácidos consomem mais para alcançar suas exigências para ganho de peso. Contudo, este efeito não foi observado na fase inicial, pois não houve diferença significativa (P>0,05) no consumo de ração das aves alimentadas com as diferentes relações em contraste com as alimentadas com a dieta controle. Os frangos de corte alimentados com a dieta contendo a relação valina/lisina digestível de 67% apresentaram pior (P<0,05) ganho de peso e conversão alimentar quando comparados ao tratamento controle, mas em contrapartida, para estas variáveis, as demais relações testadas foram significativamente similares ao controle (P>0,05), indicando a possibilidade de atendimento da relação valina/lisina digestível com relações entre 70% e 82% para a fase inicial e/ou a necessidade de se trabalhar com níveis de lisina digestível abaixo de 93% das recomendações de Rostagno et al. (2005) para avaliar melhor os efeitos das relações valina/lisina digestível testadas em relação ao controle.

Para a análise de regressão na fase inicial não houve diferença significativa (P>0,05) no consumo de ração das aves, entretanto observou-se efeito quadrático (P<0,05) para ganho de peso ($GP = - 615,064 + 32,9229Val - 0,205149Val^2$; $R^2 = 0,94$) (Figura 1) e para conversão alimentar ($CA = 6,01071 - 0,117211Val + 0,00075843Val^2$; $R^2 = 0,94$) (Figura 2), com relações ótimas de 80% e 77%, respectivamente. Aplicando-se o limite de confiança de 95% para a resposta da equação

quadrática para ganho de peso e conversão alimentar obtêm-se as relações ótimas de 76% e 73%, respectivamente. Na análise de LRP para ganho de peso obteve-se como melhor relação 78% com plateau em 706g ($GP = 471,366 + 3,00333Val$; $R^2 = 0,90$) (Figura 1) e para conversão alimentar (y) a relação de 74% com plateau em 1,493 ($CA = 2,18259 - 0,00933054Val$; $R^2 = 0,99$) (Figura 2). Aplicando-se a quadrática com plateau obtêm-se as melhores relações para ganho de peso e conversão alimentar de 78 e 74%, respectivamente.

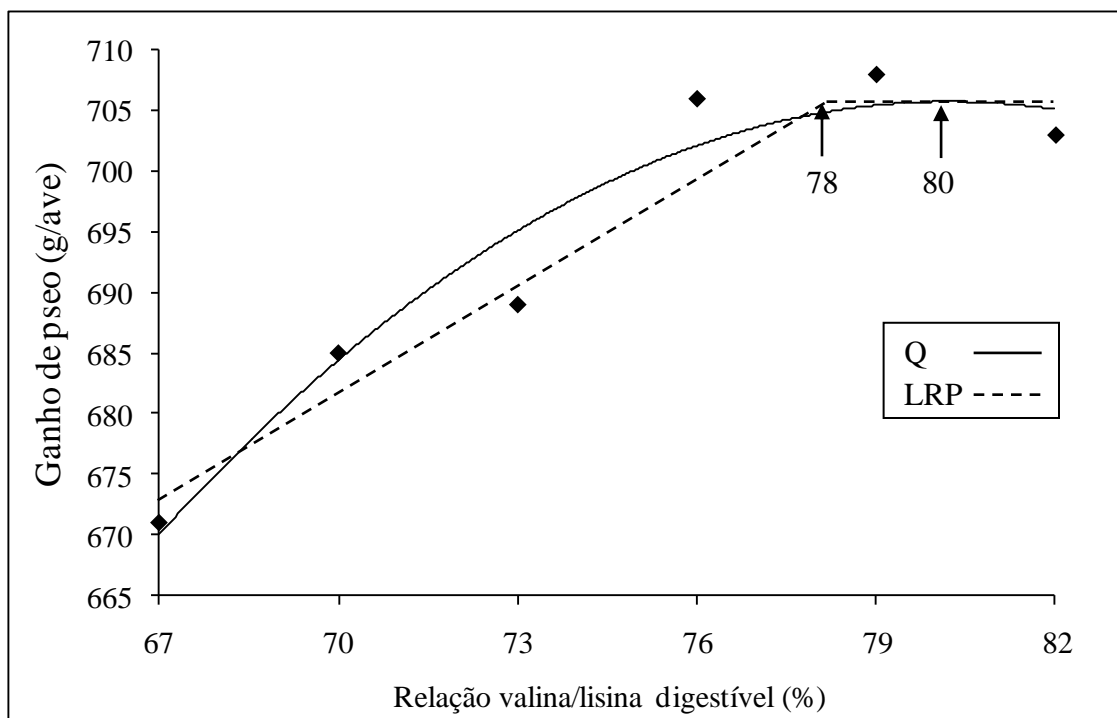


Figura 1 - Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre o ganho de peso de frangos de corte na fase de 08 a 21 dias.

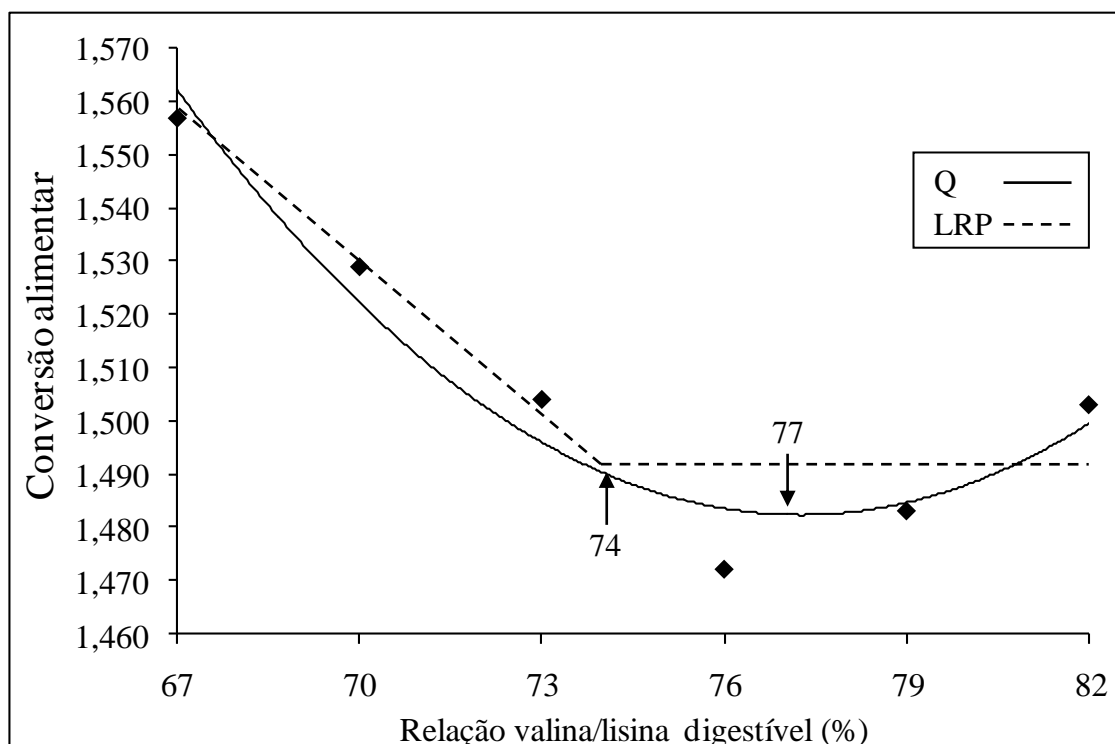


Figura 2 - Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre a conversão alimentar de frangos de corte na fase de 08 a 21 dias.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados obtidos para peso e rendimento de peito e de filé de peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível na fase inicial (08 a 21 dias).

Tabela 6 - Peito (P), rendimento de peito (RP), filé de peito (F) e rendimento de filé de peito (RF) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível durante a fase inicial (08 a 21 dias) e abatidos aos 21 dias de vida

Relação (%)	P (g)	RP (%)	F (g)	RF (%)
C+	168	19,54	137	15,92
67	163	19,49	133	15,82
70	162	19,34	134	15,90
73	168	19,60	136	15,86
76	168	19,26	135	15,46
79	168	19,31	134	15,48
82	167	19,39	132	15,36
REGRESSÃO				
ANOVA	ns ¹	ns	ns	ns
CV (%)	4,04	2,61	5,04	4,21

¹Não significativo (P>0,05).

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre o tratamento controle (C+) e as diferentes relações valina/lisina digestível e não houve efeito significativo ($P>0,05$) das diferentes relações sobre as variáveis resposta na análise de regressão.

Na Tabela 7 é apresentado um resumo com as melhores relações obtidas de valina/lisina digestível para frangos de corte na fase inicial (08 a 21 dias).

Tabela 7 - Relações ideais de valina/lisina digestível (%) obtidas para ganho de peso e conversão alimentar, frente às diferentes análises utilizadas, para frangos de corte na fase inicial (08 a 21 dias)

Análises	Ganho de peso	Conversão alimentar
Quadrática	80	77
95% da Quadrática	76	73
LRP	78	74
LRP + Quadrática	78	74

É possível observar na literatura diferentes relações valina/lisina digestível para frangos de corte na fase inicial, com variação entre 75 e 80% (Rostagno et al. 2005; Geraert 2005). Segundo Baker et al. (2002) a complexidade em estabelecer relações acuradas para aminoácidos está nas possibilidades de variáveis resposta a serem utilizadas, como ganho de peso e conversão alimentar, e as análises estatísticas que podem ser realizadas. A quadrática é conhecida por superestimar as relações, o que representa prejuízo e aumento da poluição ambiental devido a maior excreção de nitrogênio pelos animais, enquanto que o LRP por subestimar, podendo reduzir o desempenho animal. Baker et al. (2002) utilizaram a quadrática com o plateau e demonstraram esta como uma possibilidade na determinação das relações para aminoácidos, uma vez que os valores obtidos foram próximos ao limite de confiança de 90% dos valores obtidos da quadrática, embora a maioria dos pesquisadores adotem 95% da quadrática (Sakomura & Rostagno, 2007).

Através dos resultados obtidos das diferentes variáveis estudadas no presente trabalho a recomendação média para a relação valina/lisina digestível, que atende aos principais parâmetros produtivos, para frangos de corte na fase de 08 a 21 dias é de 76%, valor próximo dos apresentados por Baker (1997) e Mack et al. (1999) de 77% e 76%, respectivamente. Em revisão de literatura Sá & Nogueira (2010) observaram como média de diferentes trabalhos a relação de 76,6% de valina/lisina digestível para frangos de corte na fase de 08 a 21 dias. Contudo Baker et al. (2002) concluíram como

melhor relação para a fase inicial (08 a 21 dias) a relação valina/lisina digestível de 77,5%, com base no LRP do ganho de peso e da eficiência alimentar.

Os resultados obtidos para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível na fase final (30 a 43 dias) são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com diferentes relações valina/lisina digestível durante a fase final (30 a 43 dias)

Relação (%)	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA
C+	2467	1214 a	2,033 a
70	2466	1135 b	2,174 b
73	2497	1199 a	2,083 a
76	2509	1229 a	2,043 a
79	2480	1215 a	2,042 a
82	2528	1247 a	2,027 a
85	2455	1189 a	2,066 a
ANOVA – REGRESSÃO			
Quadrática	ns ¹	0,001	0,001
CV(%)	2,50	3,01	2,36

^{a,b} Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes do tratamento C+ pelo teste de Dunnett (P<0,05).

¹ Não significativo (P>0,05).

Assim como na primeira fase não houve diferença significativa (P>0,05) no consumo de ração das aves alimentadas com as diferentes relações em contraste com as alimentadas com a dieta controle. Os frangos de corte alimentados com a dieta contendo a relação valina/lisina digestível de 70% apresentaram pior (P<0,05) ganho de peso e conversão alimentar quando comparados ao tratamento controle, mas em contrapartida, para estas variáveis, as demais relações testadas foram significativamente similares ao controle (P>0,05), indicando a possibilidade de atendimento da relação valina/lisina digestível com relações entre 73% e 85% na fase final e/ou a necessidade de se trabalhar com níveis de lisina digestível abaixo de 93% das recomendações de Rostagno et al. (2005) para avaliar melhor os efeitos das relações valina/lisina digestível testadas em relação ao controle.

Para a análise de regressão na fase final não houve diferença significativa (P>0,05) no consumo de ração das aves, entretanto observou-se efeito quadrático (P<0,05) para ganho de peso ($GP = - 6268,52 + 189,779Val - 1,1997Val^2$; $R^2=0,87$)

(Figura 3) e para conversão alimentar ($CA = 11,4914 - 0,237302Val + 0,00148732Val^2$; $R^2=0,97$) (Figura 4) sendo as relações ótimas de 79% e 80%, respectivamente. Aplicando-se o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática para ganho de peso e conversão alimentar obtêm-se a relação ótima de 75% e 76%, respectivamente. Na análise de LRP para ganho de peso obteve-se como melhor relação 74% com plateau em 1189g ($GP = 592,961 + 8,05107Val$; $R^2 = 0,78$) (Figura 3) e para conversão alimentar a relação de 74% com plateau em 2,045 ($CA = 4,2949 - 0,0303Val$; $R^2 = 1,00$) (Figura 4). Aplicando-se a quadrática com plateau obtêm-se as melhores relações para ganho de peso e conversão alimentar de 73 e 76%, respectivamente.

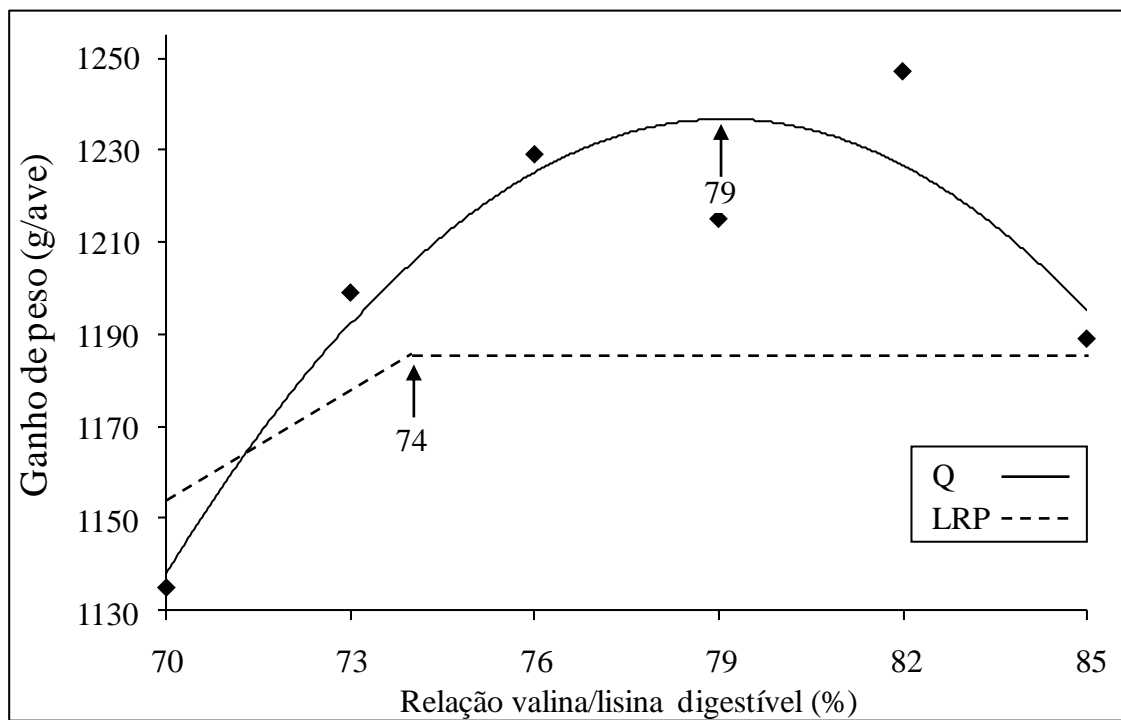


Figura 3 - Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre o ganho de peso de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.

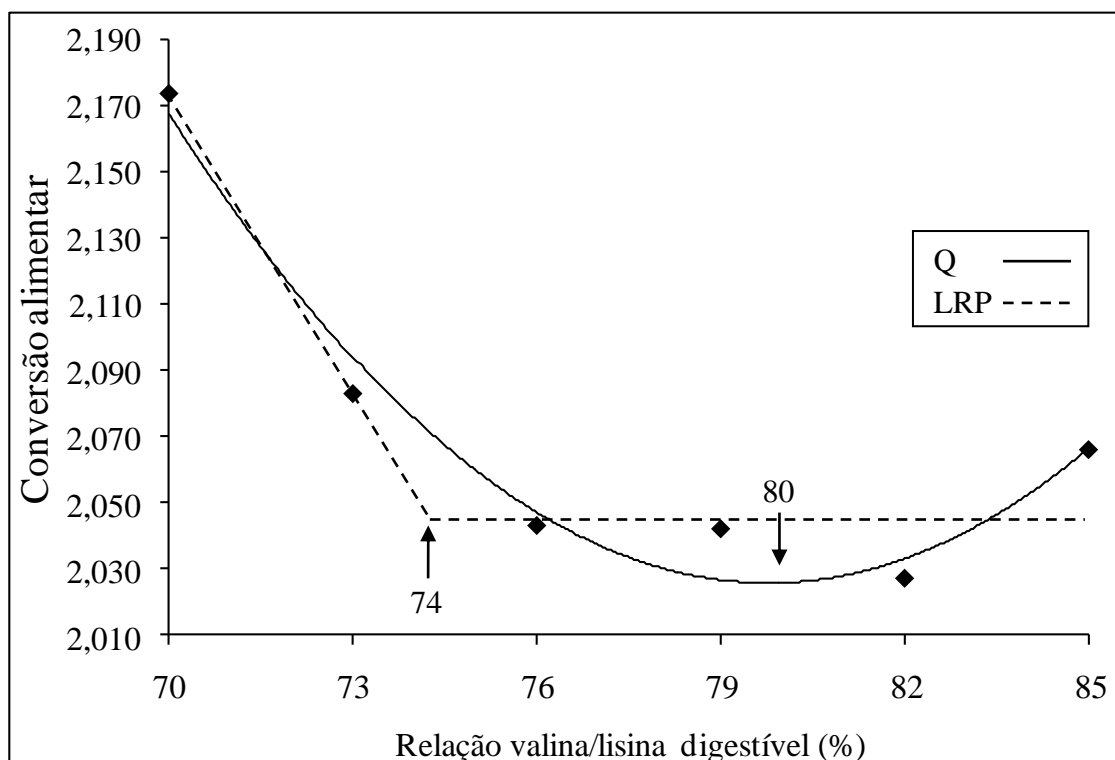


Figura 4 - Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível na dieta sobre a conversão alimentar de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.

Os resultados obtidos para rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível na fase final (30 a 43 dias) são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível sobre Carcaça (C), gordura abdominal (GA), peito (P), filé de peito (F) e coxa e sobrecoxa (CS) de frangos de corte abatidos aos 44 dias de vida

Relação (%)	C		GA		P		F		CS	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
C+	1972	73,24	41	2,08	678	34,38	522	26,49	602	30,54
70	1916	73,22	46	2,38	668	34,87	508	26,54	583	30,43
73	1963	73,15	45	2,32	685	34,91	536	27,31	587	29,90
76	1964	72,71	47	2,37	682	34,76	521	26,58	604	30,77
79	1953	72,40	45	2,32	679	34,76	523	26,80	584	29,92
82	1981	73,17	46	2,33	702	35,40	533	26,91	589	29,73
85	1966	72,47	45	2,29	690	35,08	531	27,05	593	30,16
REGRESSÃO										
ANOVA	ns ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2,74	1,93	13,84	13,05	3,97	3,18	4,25	3,59	3,75	2,64

¹ Não significativo (P>0,05).

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os frangos de corte que receberam o tratamento controle e as diferentes relações valina/lisina digestível e a análise de regressão não foi significativa ($P>0,05$).

Corzo et al. (2004) avaliaram o efeito de diferentes níveis de valina total para frangos de corte de 42 a 56 dias de idade e não observaram efeitos no rendimento de carcaça e gordura abdominal, corroborando com os resultados apresentados na revisão de Leclercq (1998b).

No estudo de Corzo et al. (2007) não houve efeito dos diferentes níveis de valina sobre o rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte abatidos aos 42 dias, mas foi observado efeito quadrático para rendimento de peito com melhor relação valina/lisina digestível de 70%, valor inferior ao observado para ganho de peso no mesmo trabalho (78%). Resultados semelhantes foram observados por Corzo et al. (2008). Assim, aparentemente a exigência de valina para a deposição é menor do que a exigência para os parâmetros de desempenho nas duas fases avaliadas no presente trabalho.

Na Tabela 10 é apresentado um resumo com as melhores relações obtidas de valina/lisina digestível para frangos de corte na fase final (30 a 43 dias).

Tabela 10 - Relações ideais de valina/lisina digestível (%) obtidas para ganho de peso e conversão alimentar, frente às diferentes análises utilizadas, para frangos de corte na fase final (30 a 43 dias)

Análises	Ganho de peso	Conversão alimentar
Quadrática	79	80
95% da Quadrática	75	76
LRP	74	74
LRP + Quadrática	73	76

Através dos resultados obtidos das diferentes variáveis avaliadas no presente trabalho a recomendação da relação valina/lisina digestível, que atende aos principais parâmetros produtivos, para frangos de corte na fase de 30 a 43 dias é de 76%, valor próximo do recomendado por Rostagno et al. (2005) para esta fase, 77%. Em revisão de literatura Sá & Nogueira (2010) observaram como médias de diferentes trabalhos as relações de 76,2% e 76,3% de valina/lisina digestível para frangos de corte nas fases de 22 a 35 e 35 a 42 dias. Contudo Corzo et al. (2007) concluíram como melhor relação

para a fase final (21 a 42 dias) a relação valina/lisina digestível de 78%, com base no efeito quadrático do ganho de peso.

CONCLUSÃO

A exigência de valina para os parâmetros de carcaça é menor do que a exigência para o desempenho. A relação valina digestível/lisina digestível recomendada para a fase inicial (08 a 21 dias) de frangos de corte é de 76% e para a fase final (30 a 43 dias) é de 76%.

AGRADECIMENTOS

A Evonik- Degussa pelo financiamento do projeto e a Capes e ao CNPq pelas bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H. Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. **BioKyowa Technical Review**, v.9, p.1–24, 1997.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M. et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v.81, p.485-494, 2002.
- COBB. **Manual de manejo de frangos Cobb 500: guia de manejo**. São Paulo: Cobb-Vantress Brasil, 2003. 47p.
- CORZO, A.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T. Valine Nutrient Recommendations for Ross × Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, v.87, p.335–338, 2008.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Marginality and Needs of Dietary Valine for Broilers Fed Certain All-Vegetable Diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.546–554, 2007.
- CORZO, A.; MORAN Jr., E.T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, v.83, p.946–951, 2004.
- GERAERT, P.A.; MERCIER, Y.; JAKOB, S. Utilization Of The Factorial Model To Determine The Nutritional Requirement Of Poultry And Swine: Practical Aspects.

- In: ROSTAGNO, R.S.; ALBINO, L.F.T. (Ed.) **II Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**. Viçosa: Brasil, 2005. p.293-292.
- LECLERCQ, B. El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos estudio comparativo entre pollos y cerdos. In: XIV CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA: AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 1998a, Espanha. **Anais...** Espanha: FEDNA, 1998a.
- LECLERCQ, B. Lysine: Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p.118-123, 1998b.
- 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**, v.40, p.257–265, 1999.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994. p.120-128.
- 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.ed. Viçosa: Brasil, 2005. 186p.
- SÁ, L.; NOGUEIRA, E.T. [2010]. **Atualização das relações valina e isoleucina com a lisina na proteína ideal para frangos de corte e suínos**. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/upload/Relatorio%20T%C3%A9cnico_Rel%20Val%20e%20Iso%20com%20Lys_2010.pdf> Acesso em: 22/9/2010.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SI, J.; FRITTS, C.A.; BURNHAM, D.J. et al. Relationship of Dietary Lysine Level to the Concentration of All Essential Amino Acids in Broiler Diets. **Poultry Science**, v.80, p.1472–1479, 2001.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa. MG, Brasil. 2000.

CAPÍTULO II

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES ISOLEUCINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

Artigo escrito segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

EFEITO DE DIFERENTES RELAÇÕES ISOLEUCINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO: Em decorrência dos avanços no melhoramento genético as exigências dos frangos de corte devem ser atualizadas constantemente. Assim sendo, realizou-se dois experimentos de desempenho para avaliar diferentes relações isoleucina/lisina digestível na fase inicial (07 a 21 dias) e final (30 a 43 dias). O delineamento experimental nas duas fases foi em blocos casualizados com sete tratamentos (seis diferentes relações isoleucina/lisina digestível e um tratamento controle) e oito repetições de 25 e 20 aves (machos, COBB) por unidade experimental na fase inicial e final, respectivamente. As dietas atenderam as exigências exceto para isoleucina e lisina. Para evitar o excesso de lisina digestível o nível desta foi calculado para ser 87% e 89% do recomendado para a fase inicial e final, respectivamente. O tratamento controle foi adequado em lisina e isoleucina. Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça nas duas fases. Houve efeito quadrático das diferentes relações sobre o consumo de ração na fase final e sobre o ganho de peso e conversão alimentar nas duas fases. Houve efeito quadrático para rendimento de peito e filé de peito na fase inicial, porém não houve efeito significativo nas características de carcaça avaliadas na fase final. A relação isoleucina digestível/lisina digestível recomendada para frangos de corte na fase inicial (07 a 21 dias) é de 66% e para a fase final (30 a 43 dias) é de 68%.

Palavras-chave: exigência, isoleucina, lisina, relação

ABSTRACT - Effect of different digestible isoleucine/lysine ratios for broiler chickens. As a result of advances in genetic improvement requirements of broiler chickens must be updated constantly. Therefore, two performance experiments were carried out to evaluate different digestible isoleucine/lysine ratios in the starter (07 to 21 days) and finishing (30 to 43 days) phases of broiler chickens. It was used, in both phases, a randomized block experimental design with seven treatments (six different digestible isoleucine/lysine ratios and one control) and eight replicate of 25 and 20 birds (males, COBB) in the starter and finishing phases, respectively. The diets were adequate of requirements except for isoleucine and lysine. To avoid excess lysine in the experimental diets the digestible lysine content was calculated to be about 87.3% and

89% of the requirements in the starter and finishing phases, respectively. The control diet was adequate in lysine and isoleucine. Feed intake, weight gain, feed conversion and carcass yield in two phases were evaluated. There was quadratic effect of different ratios on feed intake in the finishing phase and over the weight gain and feed conversion in both phases. There was quadratic effect on breast meat and breast fillet yields in the starter phase, but there was no significant effect on carcass yield in the finishing phase. The digestible isoleucine/lysine ratios recommended for broiler chickens in the starter phase (07 to 21 days) is 66% and for the finishing phase (30 to 43 days) is 68%.

Keywords: requirement, isoleucine, lysine, ratio

INTRODUÇÃO

O conhecimento acurado das exigências nutricionais de aminoácidos essenciais e da composição nutricional de matérias-primas é fundamental para o correto balanceamento das dietas e, neste sentido, a constante atualização do perfil de proteína ideal é imprescindível.

Na proteína ideal a lisina é tida como referência para os outros aminoácidos essenciais e diversos estudos já foram realizados com os três primeiros aminoácidos limitantes para frangos de corte. A isoleucina é um dos aminoácidos limitantes em dietas de baixa proteína para frangos de corte e poucos estudos foram realizados sobre a relação isoleucina/lisina digestível (Park & Austic, 2000).

Diversas instituições relacionadas a pesquisa, no Brasil e no mundo, realizam experimentos para a determinação de exigências nutricionais de aves, entretanto em função das diferenças em metodologia, variedade genética e ambiência é possível observar valores diferentes de exigência na literatura.

Segundo Baker et al. (2002) a complexidade em estabelecer relações acuradas para aminoácidos está nas possibilidades de variáveis respostas a serem utilizadas (como ganho de peso e conversão alimentar) e as análises estatísticas que podem ser realizadas, sendo a quadrática conhecida por superestimar as relações, enquanto que o LRP por subestimar. Estes mesmos autores utilizaram a quadrática com o plateau e demonstraram esta como uma possibilidade na determinação das relações para aminoácidos, uma vez que os valores obtidos foram próximos a 90% dos valores obtidos da quadrática. Segundo Leclercq (1998) a falta de conhecimento sobre as

necessidades de aminoácidos não essenciais também é um fator que influencia na determinação das relações dos aminoácidos essenciais.

Em muitos trabalhos se utiliza como único critério para a determinação da exigência ou da relação entre os aminoácidos o ganho de peso, o que pode conduzir a uma subestimação das necessidades, uma vez que normalmente este parâmetro apresenta os menores valores quando comparado com a conversão alimentar, o rendimento de peito e a gordura abdominal Leclercq (1998).

Objetivou-se avaliar a relação isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte machos COBB no período de 07 a 21 e de 30 a 42 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram realizados para determinar as relações isoleucina/lisina digestível para frangos de corte machos, COOB 500, nas fases de 07 a 21 dias e de 30 a 43 dias. Na fase inicial o período experimental teve duração de 14 dias (07 a 21 dias de idade), onde as dietas foram oferecidas *ad libitum*. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com sete tratamentos e oito repetições de 25 aves por unidade experimental, com peso médio inicial de 162g/ave. Seis diferentes relações isoleucina/lisina digestível (58,0; 61,5; 65,0; 68,5; 72,0 e 75,5%) foram avaliadas. As dietas foram formuladas para atender as exigências segundo Rostagno et al. (2005), exceto para isoleucina e lisina. Para evitar o excesso de lisina, o valor de lisina digestível das dietas experimentais foi calculada para atender 87,3% das exigências segundo Rostagno et al. (2005) (1,000%). Um tratamento controle positivo (C+) adequado em lisina (1,146%) e isoleucina (0,755%) foi incluído no delineamento experimental.

Na fase final o período experimental teve duração de 13 dias (30 a 43 dias de idade), onde as dietas foram oferecidas *ad libitum*. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados com sete tratamentos e oito repetições de 20 aves por unidade experimental, com peso médio inicial de 1604g/ave. Seis diferentes relações isoleucina/lisina digestível (58, 62, 66, 70, 74 e 78%) foram avaliadas. As dietas foram formuladas para atender as exigências segundo Rostagno et al. (2005), exceto para isoleucina e lisina. Para evitar o excesso de lisina, o valor de lisina digestível das dietas experimentais foi calculada para atender 89% das exigências segundo Rostagno et al.

(2005) (0,900%). Um tratamento controle positivo (C+) adequado em lisina (1,010%) e isoleucina (0,725%) foi incluído no delineamento experimental.

A composição nutricional e energética das dietas utilizadas nas duas fases são apresentadas nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. Foi feita uma dieta basal e depois incluído o aminoácido industrial L-Isoleucina para fornecer as relações testadas, e na dieta controle também foi adicionado a quantidade necessária de L-Lisina HCl para atender a exigência de lisina digestível. O amido foi adicionado às dietas experimentais para compor 100%. As análises de aminoácidos foram realizados pela EVONIK.

Nas duas fases do experimento as aves foram alojadas em galpão de alvenaria, subdividido em boxes de 1,0 × 2,0 m (providos de cama de cepilho, bebedouro tipo nipple e comedouro tubular) pé direito de 3 m de altura, cobertura de telhas de amianto, dotado de lanternim, piso cimentado, paredes laterais constituídas por mureta de 0,40 m e o restante telado, e cortinas plásticas para o controle da temperatura e correntes de ar.

O manejo dos bebedouros, dos comedouros, das cortinas e das aves seguiu as recomendações do manual de manejo do frango de corte COBB (Cobb Vantress, 2003). Antes do início de cada período experimental as aves foram alimentadas com ração comercial farelada.

O programa de luz contínuo (24 horas de luz natural + artificial) foi adotado durante todo o período experimental e o aquecimento artificial dos pintos, foi feito utilizando-se lâmpadas de infravermelho, ajustadas para proporcionar o maior conforto possível às aves. Os registros da temperatura interna do galpão foram obtidos com a instalação de três termômetros, de máxima e mínima, colocados em diferentes partes da instalação à altura das aves. As temperaturas médias registradas durante os experimentos foram: de 07 a 21 dias 24°C (20 e 29°C de mínima e máxima, respectivamente); de 30 a 43 dias 22°C (17 e 26°C de mínima e máxima, respectivamente).

Tabela 1 - Dietas basais da fase inicial (07 a 21 dias) e da fase final (30 a 43 dias)

Ingredientes	07 a 21 dias	30 a 43 dias
Milho	70,67	76,69
Farelo de soja (45%)	9,17	6,28
Farelo de Glúten (60%)	6,00	5,00
Plasma spray-dried	3,73	4,00
Óleo de soja	0,57	0,54
Fosfato bicálcico	1,856	1,524
Calcário	0,981	0,893
Sal	0,160	0,160
K ₂ CO ₃	0,364	0,423
NaHCO ₃	0,300	0,300
L-Lisina HCl (79%)	0,425 (0,610) ¹	0,365 (0,505) ¹
L-Isoleucina (98,5%)	0,000	0,000
DL-Metionina (99%)	0,253	0,215
L-Treonina (98%)	0,147	0,100
Glicina	0,439	0,248
L-Arginina (98,5%)	0,413	0,358
L- Triptofano (98%)	0,030	0,040
L-Valina (98,5%)	0,071	0,097
Cloreto de Colina (70%)	0,100	0,100
Vitaminas ²	0,200	0,200
Minerais ³	0,050	0,050
Anticoccidiano	0,055	0,055
Antioxidante ⁴	0,010	0,010
Ácido Glutâmico	3,000	2,000
Inerte	0,350	0,000
Amido ⁵	0,660	0,350
Total	100,00	100,00
Composição calculada		
Proteína bruta %	19,99	17,78
Energia Metab. kcal/kg	3150	3225
Lisina dig, %	1,000 (1,146) ¹	0,900 (1,010) ¹
Met + Cis dig, %	0,825	0,761
Treonina dig, %	0,745	0,661
Triptofano dig, %	0,183	0,180
Arginina dig, %	1,203	1,070
Valina dig, %	0,824	0,800
Cálcio, %	0,884	0,764
Fósforo disponível, %	0,442	0,380
Sódio, %	0,214	0,223

¹ Dieta controle (C+).

² Mistura vitamínica (kg do produto): vit. A - 10.000.000 U.I.; vit. D3 - 2.000.000 U.I.; vit. E - 30.000 U.I.; vit. B1 - 2,0 g; vit. B2 - 6,0 g; vit. B6 - 4,0 g; vit. B12 - 0,015 g; ác. pantotênico - 12,0 g; biotina - 0,1 g; vit. K3 - 3,0 g; ác. Fólico - 1,0 g; ác. Nicotínico - 50,0 g; Se - 250,0 mg.

³ Mistura mineral (kg do produto): Fe - 80 g; Cu - 10 g; Co - 2 g; Mn - 80 g; Zn - 50 g; I - 1 g.

⁴ Antioxidante: BHT (Butil hidroxi tolueno).

⁵ Variável com a inclusão de L-Isoleucina e L-Lisina.

Tabela 2 - Composição das dietas basais, valores calculados e determinados

%	07 a 21 dias		30 a 43 dias	
	Calculado	Determinado	Calculado	Determinado
Proteína Bruta	19,99	19,98	17,78	18,44
Aminoácido Total				
Metionina	0,551	0,527	0,495	0,483
Cistina	0,334	0,339	0,322	0,327
Met + Cis	0,885	0,864	0,817	0,810
Lisina	1,069 (1,215) ¹	1,045 (1,210) ¹	0,965 (1,076) ¹	0,968 (1,090) ¹
Treonina	0,825	0,810	0,738	0,741
Triptofano	0,202	---	0,198	---
Arginina	1,250	1,216	1,114	1,110
Valina	0,907	0,924	0,879	0,910
Leucina	1,939	1,924	1,813	1,824
Histidina	0,448	0,450	0,423	0,433
Fenilalanina	0,891	0,883	0,821	0,827
Gli + Ser	1,897	1,877	1,599	1,629
Aminoácido Livre				
DL-Metionina	0,250	0,244	0,213	0,210
L-Lisina	0,336 (0,482) ¹	0,349 (0,498) ¹	0,288 (0,400) ¹	0,305 (0,417) ¹
L-Treonina	0,144	0,143	0,098	0,097
Glicina	0,439	0,434	0,248	0,250
L-Arginina	0,407	0,432	0,353	0,378
L-Valina	0,070	0,078	0,096	0,100
Ác. Glutâmico	3,000	2,816	2,000	1,852

¹Dieta Controle (C+).

Tabela 3 - Isoleucina nas dietas experimentais da fase inicial (07 a 21 dias de idade)

Isoleucina		Relação Isoleucina/Lisina digestível (%)						
		58,0	61,5	65,0	68,5	72,0	75,5	C+
Digestível, %	Calculado	0,580	0,615	0,650	0,685	0,720	0,755	0,755
Total, %	Calculado	0,635	0,671	0,705	0,741	0,775	0,811	0,811
	Determinado	0,620	0,670	0,720	0,720	0,760	0,790	0,790
Livre, %	Calculado	0,000	0,035	0,070	0,105	0,140	0,175	0,175
	Determinado	0,010	0,036	0,073	0,108	0,141	0,167	0,173

Tabela 4 - Isoleucina nas dietas experimentais da fase final (30 a 43 dias de idade)

Isoleucina		Relação Isoleucina/Lisina digestível (%)						
		58,0	62,0	66,0	70,0	74,0	78,0	C+
Digestível, %	Calculado	0,522	0,558	0,594	0,630	0,666	0,702	0,702
Total, %	Calculado	0,573	0,609	0,644	0,681	0,716	0,753	0,753
	Determinado	0,570	0,610	0,650	0,680	0,710	0,740	0,750
Livre, %	Calculado	0,000	0,036	0,072	0,108	0,144	0,180	0,180
	Determinado	0,010	0,042	0,072	0,110	0,134	0,185	0,188

As aves e as dietas foram pesadas no início e no final de cada período experimental (07 a 21 dias e 30 a 43 dias) para calcular os seguintes parâmetros: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA). A mortalidade foi anotada diariamente para corrigir o consumo de ração nas duas fases. Na fase inicial três aves com o peso médio de cada box foram abatidas aos 21 dias para avaliar as características de carcaça como peso de peito e de filé de peito e seus rendimentos em relação ao peso vivo. Na fase final três aves com o peso médio de cada box foram abatidas aos 44 dias para avaliar o peso e o rendimento de carcaça, gordura abdominal, peito, filé de peito e coxa e sobrecoxa.

As análises estatísticas foram realizadas pelo software Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000). Utilizou-se a análise de variância e o teste de Dunnett ($P < 0,05$) para o contraste entre o tratamento controle e as diferentes relações. Foi realizada a análise de regressão para as diferentes relações e os resultados foram avaliados para linear, quadrática, cúbica, quártica e quártica, porém só foram considerados a linear e a quadrática quando $P < 0,05$. Para as variáveis resposta que apresentaram comportamento quadrático foram calculados o ponto de inflexão, como as melhores relações, e 95% destes valores como limite de confiança (Sakomura & Rostagno, 2007). O Linear Response Plateau (LRP) foi utilizado para as variáveis resposta que apresentaram efeito quadrático significativo na análise de regressão. Os dados também foram ajustados pelo modelo quadrático associado ao plateau para as variáveis que apresentaram efeito quadrático significativo, inserindo o plateau (y) na equação quadrática. As recomendações de melhor relação para cada fase foram obtidas através da média obtida das diferentes variáveis respostas frente às diferentes análises, em função do bom ajuste dos dados a elas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações isoleucina/lisina digestível na fase inicial (07 a 21 dias) são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações de isoleucina/lisina digestível durante a fase inicial (07 a 21 dias)

Relação (%)	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA
C+	1000	707 a	1,416 a
58,0	984	653 b	1,506 b
61,5	1002	695 a	1,441 a
65,0	998	696 a	1,434 a
68,5	1011	707 a	1,431 a
72,0	998	698 a	1,432 a
75,5	998	686 b	1,455 a
ANOVA - REGRESSÃO			
Quadrática	ns ¹	0,001	0,001
CV (%)	2,58	3,20	1,55

^{a,b} Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes do tratamento C+ pelo teste de Dunnett (P<0,05).

¹ Não significativo (P>0,05).

Analisando os resultados observa-se que os frangos de corte alimentados com a dieta contendo a relação isoleucina/lisina digestível de 58% apresentaram pior (P<0,05) ganho de peso e conversão alimentar quando comparados ao tratamento controle e os frangos de corte que receberam a relação de 75,5% somente o ganho de peso. As demais relações foram significativamente similares (P>0,05) ao tratamento controle, indicando a possibilidade de atendimento da relação isoleucina/lisina digestível entre os valores de 61,5% e 72%.

Para a análise de regressão na fase inicial não houve diferença significativa (P>0,05) no consumo de ração das aves, entretanto observou-se efeito quadrático (P<0,05) para ganho de peso ($GP = - 1368,53 + 60,6357Iso - 0,443013Iso^2$; $R^2 = 0,90$) (Figura 1) e para conversão alimentar ($CA = 4,6459 - 0,0941626Iso + 0,000687838Iso^2$; $R^2 = 0,91$) (Figura 2) sendo as relações ótimas de 68% e 69%, respectivamente. Aplicando-se o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática para ganho de peso e para conversão alimentar obtêm-se as relações ótimas de 65,% e 65%, respectivamente. Na análise de LRP para ganho de peso obteve-se como melhor relação 62% com plateau em 697g ($GP = - 43,0 + 12,0Iso$; $R^2 = 1,00$) (Figura 1) e para conversão alimentar a relação de 62% com plateau em 1,438 ($CA = 2,583143 - 0,018571Iso$; $R^2 = 1,00$) (Figura 2). Aplicando-se a quadrática com Plateau obtêm-se a melhor relação de 64% para ambos os parâmetros.

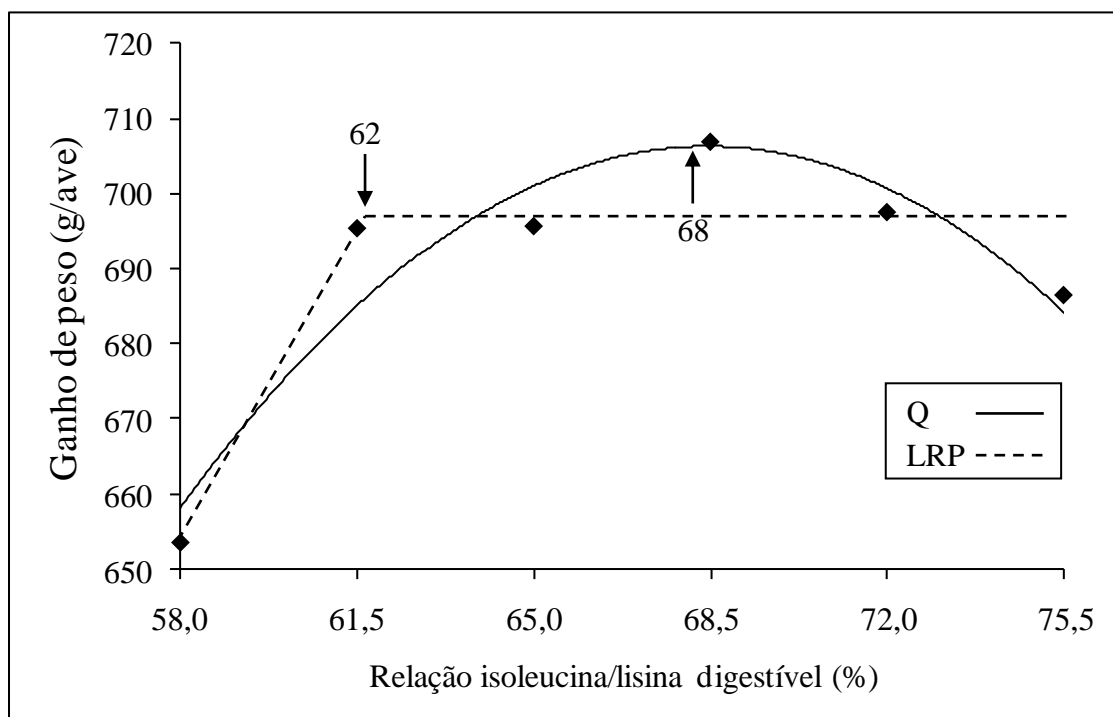


Figura 1 - Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o ganho de peso de frangos de corte na fase de 07 a 21 dias.

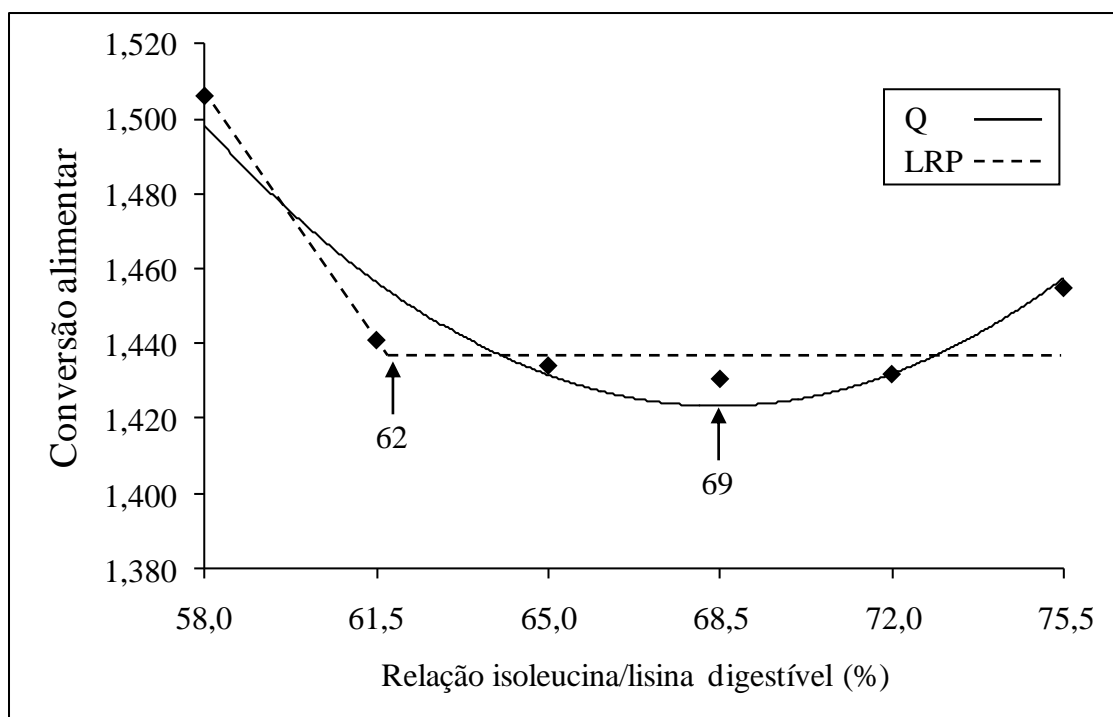


Figura 2. Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre a conversão alimentar de frangos de corte na fase de 07 a 21 dias.

Os resultados obtidos para peso e rendimento de peito e filé de peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações isoleucina/lisina digestível na fase inicial (07 a 21 dias) são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Peito (P), rendimento de peito (RP), filé de peito (F) e rendimento de filé de peito (RF) de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações isoleucina/lisina digestível durante a fase inicial (07 a 21 dias) e abatidos aos 21 dias de vida

Relação (%)	P (g)	RP (%)	F (g)	RF (%)
C+	183 a	20,71 a	147a	16,69 a
58,0	150 b	18,30 b	118 b	14,37 b
61,5	168 b	19,49 b	132 b	15,37 b
65,0	168 b	19,55 b	135 b	15,73 b
68,5	173 b	19,70 b	138 b	15,74 b
72,0	170 b	19,73 b	135 b	15,72 b
75,5	168 b	19,70 b	134 b	15,75 b
ANOVA - REGRESSÃO				
Quadrática	0,001	0,005	0,001	0,002
CV (%)	4,78	3,34	5,03	3,87

^{a,b} Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes do tratamento C+ pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Observa-se que, devido ao atendimento da exigência de lisina digestível para a fase, as aves alimentadas com a dieta controle apresentaram melhor (P<0,05) peso e rendimento de peito e filé de peito quando comparadas as aves alimentadas com dietas contendo diferentes relações valina/lisina digestível e nível sub-ótimo de lisina.

Para a análise de regressão observou-se efeito quadrático (P<0,05) para peso de peito ($P = - 592,795 + 22,0915\text{Iso} - 0,159439\text{Iso}^2$; $R^2 = 0,88$) (Figura 3), para rendimento de peito ($RP = - 24,9433 + 1,27411\text{Iso} - 0,00906046\text{Iso}^2$; $R^2 = 0,88$) (Figura 4), para peso de filé de peito ($F = - 563,471 + 20,235\text{Iso} - 0,145955\text{Iso}^2$; $R^2 = 0,92$) (Figura 5) e para rendimento de filé de peito ($RF = - 30,8103 + 1,33092\text{Iso} - 0,00948617\text{Iso}^2$; $R^2 = 0,92$) (Figura 6), sendo as relações ótimas de 69%, 70%, 69% e 70%, respectivamente. Aplicando-se o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática para peso e rendimento de ambas os parâmetros avaliados obtêm-se as relações ótimas de 66% e 67%, respectivamente. Na análise de LRP para peso de peito obteve-se como melhor relação 62% com plateau em 169g ($P = 5,142857 - 148,285714\text{Iso}$; $R^2 = 1,00$) (Figura 3), para rendimento de peito obteve-se como melhor relação 62% com plateau em 19,67% ($RP = - 1,42 + 0,34\text{Iso}$; $R^2 = 1,00$) (Figura 4), para peso de filé de peito a relação de 62% com plateau em 135g ($F = 4,0 - 114,0\text{Iso}$; $R^2 =$

1,00) (Figura 5) e para rendimento de filé de peito a relação de 63% com plateau em 15,71% (RF = $-2,201429 + 0,285714\text{Iso}$; $R^2 = 1,00$) (Figura 6). Aplicando-se a quadrática com Plateau obtêm-se as melhores relações para peso e rendimento de ambos os parâmetros avaliados de 65% e 66%, respectivamente.

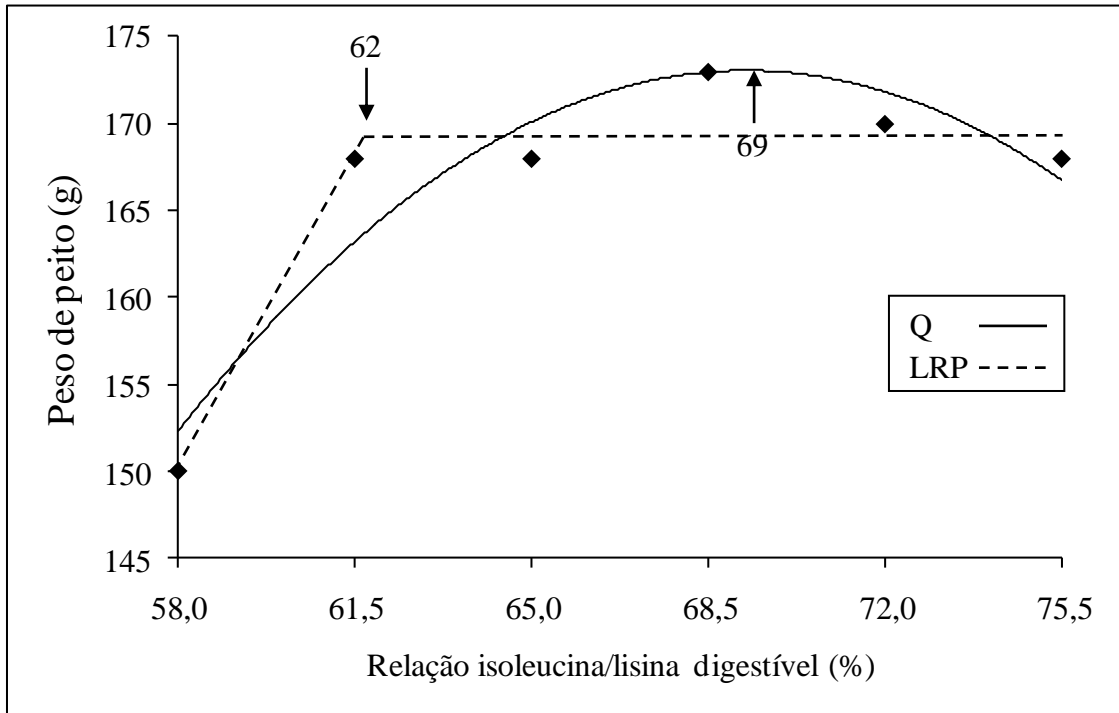


Figura 3 - Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o peso de peito de frangos de corte abatidos aos 21 dias de idade.

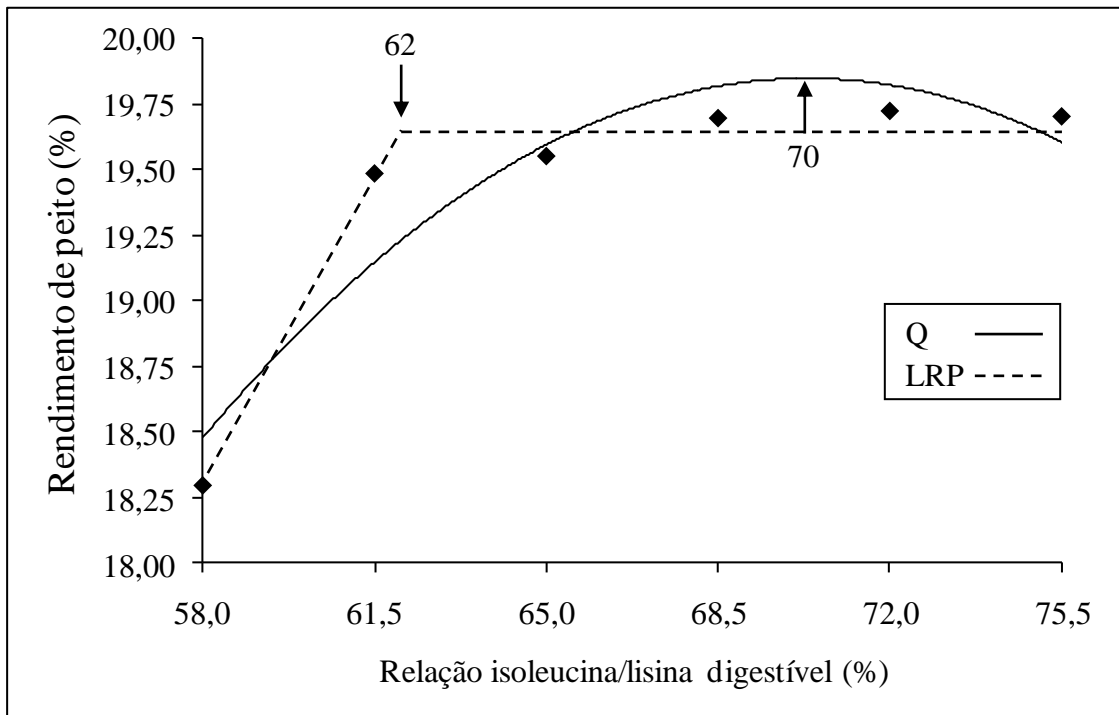


Figura 4 - Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o rendimento de peito de frangos de corte abatidos aos 21 dias de idade.

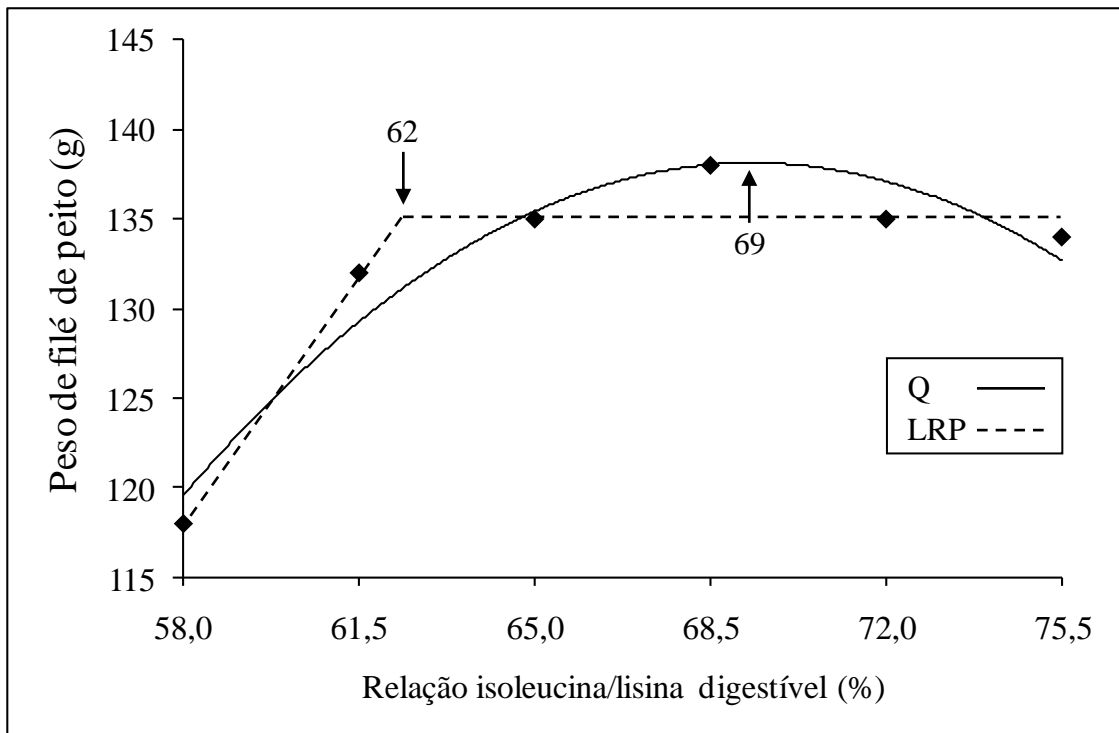


Figura 5 - Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o peso de filé de peito de frangos de corte abatidos aos 21 dias de idade.

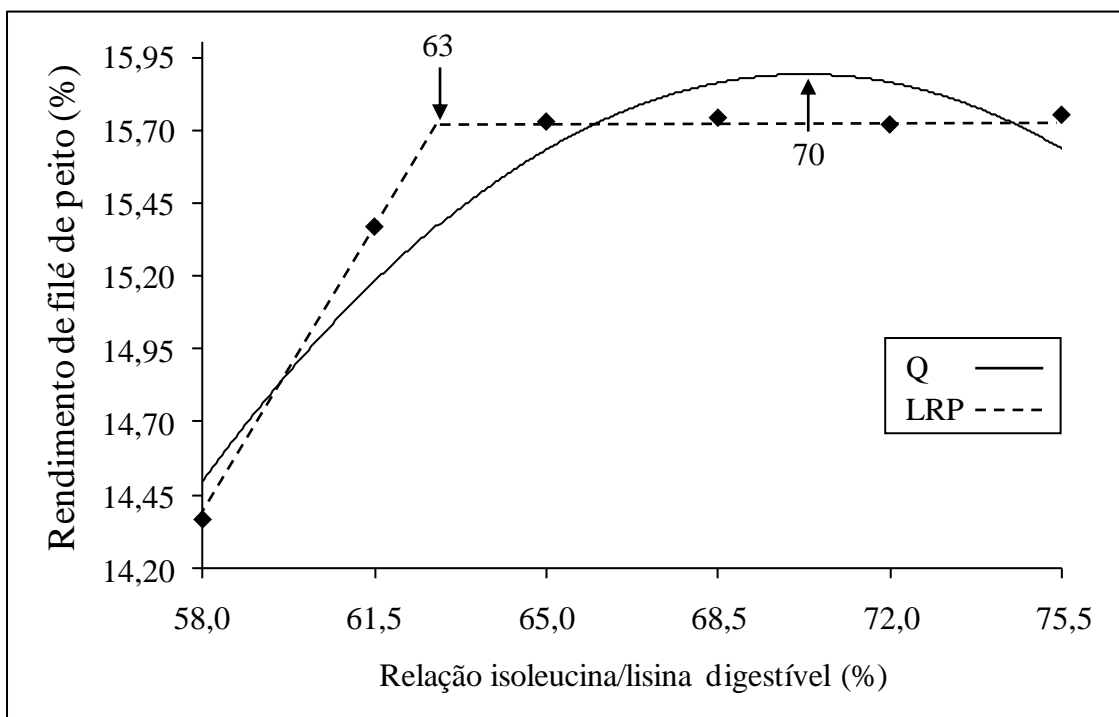


Figura 6 - Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o rendimento de filé de peito de frangos de corte abatidos aos 21 dias de idade.

Na Tabela 7 é apresentado um resumo com as melhores relações obtidas de isoleucina/lisina digestível para frangos de corte na fase inicial (07 a 21 dias).

Tabela 7 - Relações ideais de isoleucina/lisina digestível obtidas para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de peito (P), rendimento de peito (RP), peso de filé de peito (F) e rendimento de filé de peito (RF), frente às diferentes análises utilizadas, para frangos de corte na fase inicial (07 a 21 dias)

Análises	GP	CA	P	RP	F	RF
Quadrática	68	69	69	70	69	70
95% da Quadrática	65	65	66	67	66	67
LRP	62	62	62	62	62	63
LRP + Quadrática	64	64	65	66	65	66

É possível observar na literatura diferentes recomendações de relações isoleucina/lisina digestível para frangos de corte na fase inicial. Segundo Baker et al. (2002) a complexidade em estabelecer relações acuradas para aminoácidos está nas possibilidades de variáveis resposta a serem utilizadas (como ganho de peso e conversão alimentar) e as análises estatísticas que podem ser realizadas. A quadrática é conhecida por superestimar as relações, o que representa prejuízo e aumento da poluição ambiental devido à maior excreção de nitrogênio pelos animais, enquanto que o LRP por subestimar, podendo reduzir o desempenho animal. Baker et al. (2002) utilizaram a quadrática com o plateau e demonstraram esta como uma possibilidade na determinação das relações para aminoácidos, uma vez que os valores obtidos foram próximos ao limite de confiança de 90% dos valores obtidos da quadrática, embora a maioria dos pesquisadores adotem 95% da quadrática (Sakomura & Rostagno, 2007).

Através dos resultados obtidos das diferentes variáveis estudadas no presente trabalho a recomendação para a relação isoleucina/lisina digestível, que atende aos principais parâmetros produtivos, para frangos de corte na fase de 07 a 21 dias é de 66%, corroborando com a recomendação de Rostagno et al. (2005), de 65%. Contudo Baker et al. (2002) concluíram como melhor relação para a fase inicial (08 a 21 dias) a relação isoleucina/lisina digestível de 61,4%, com base no LRP do ganho de peso e da eficiência alimentar, valor inferior ao preconizado por Baker (1997) de 67%. Em revisão de literatura Sá & Nogueira (2010) observaram como média de diferentes trabalhos a relação de 66,6% de isoleucina/lisina digestível para frangos de corte na fase de 08 a 21 dias

Kidd et al. (2004) recomendaram de 6,7 a 7,1 g/kg de isoleucina para frangos de corte de 18 a 30 dias de idade, valores inferiores aos 8,10g/Kg de isoleucina na dieta obtidos com a conversão do resultado do presente trabalho.

Os resultados obtidos para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações isoleucina/lisina digestível na fase final (30 a 43 dias) são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com diferentes relações isoleucina/lisina digestível durante a fase final (30 a 43 dias)

Relação (%)	CR (g/ave)	GP (g/ave)	CA
C+	2499	1366 a	1,830 a
58	2403	1210 b	1,988 b
62	2499	1290 b	1,939 b
66	2499	1304 b	1,917 b
70	2515	1330 a	1,892 b
74	2476	1314 a	1,884 b
78	2482	1317 a	1,886 b
ANOVA – REGRESSÃO			
Quadrática	0,021	0,006	0,007
CV(%)	3,15	4,13	1,75

^{a,b} Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes do tratamento C+ pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Analisando os resultados observa-se que os frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações isoleucina/lisina digestível apresentaram pior (P<0,05) conversão alimentar quando comparados aos alimentados com a dieta controle, sendo possível inferir que isto seja o efeito do nível sub-ótimo de lisina empregada, contudo para ganho de peso as relações de 70%, 74% e 78% foram significativamente similares (P>0,05) ao controle, indicando a possibilidade de atendimento da melhor relação isoleucina/lisina digestível próximo a estes valores.

Para a análise de regressão observou-se efeito quadrático (P<0,05) para consumo de ração (CR = - 795,78 + 94,7991Iso - 0,679058Iso²; R² = 0,76) (Figura 7), ganho de peso (GP = - 1592,88 + 81,1666Iso - 0,563571Iso²; R² = 0,93) (Figura 8) e para conversão alimentar (CA = 3,825832 - 0,0516222Iso + 0,000343034Iso²; R² = 0,99) (Figura 9) sendo as relações ótimas de 70%, 72,% e 75%, respectivamente. Utilizando-se o limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar obtêm-se as relações ótimas de 66%, 68% e

72%, respectivamente. Na análise de LRP para consumo de ração obteve-se como melhor relação 62% com plateau em 2493g ($CR = 1011,0 + 24,0Iso$; $R^2 = 1,00$) (Figura 7), para ganho de peso obteve-se como melhor relação 63% com plateau em 1316g ($GP = 50,0 + 20,0Iso$; $R^2 = 1,00$) (figura 8) e para conversão alimentar a relação de 69% com plateau em 1,888 ($CA = - 0,00883493 + 2,49557XIso$; $R^2 = 0,91$) (Figura 9). Aplicando-se a quadrática com Plateau obtêm-se as melhores relações para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de 64%, 68% e 72%, respectivamente.

Os resultados obtidos para rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes relações isoleucina/lisina digestível na fase final (30 a 43 dias) são apresentados na Tabela 9.

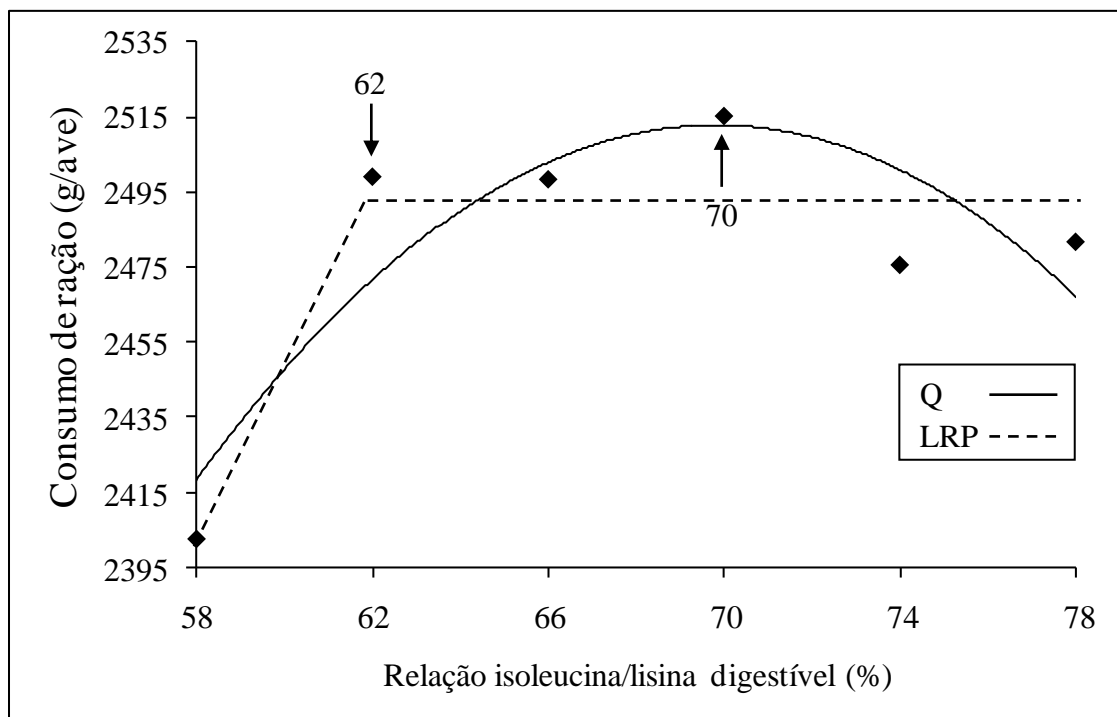


Figura 7 - Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o consumo de ração de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.

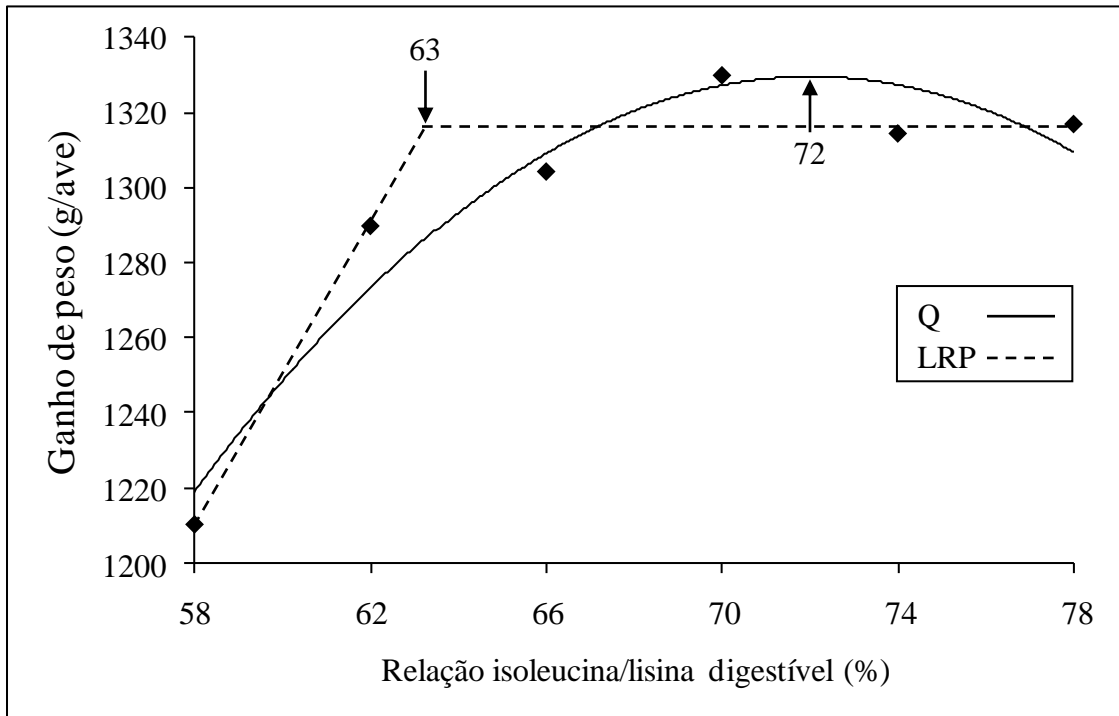


Figura 8 - Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre o ganho de peso de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.

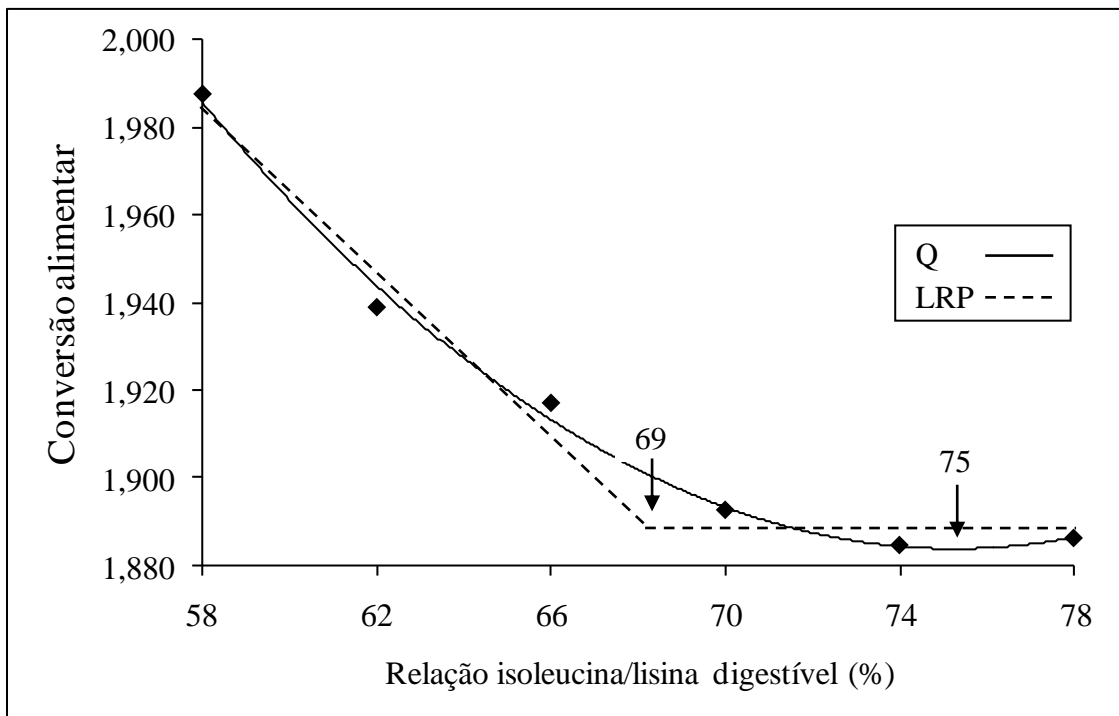


Figura 9 - Efeito de diferentes relações isoleucina/lisina digestível na dieta sobre a conversão alimentar de frangos de corte na fase de 30 a 43 dias.

Tabela 9 - Efeito de diferentes relações valina/lisina digestível sobre Carcaça (C), gordura abdominal (GA), peito (P), filé de peito (F) e coxa e sobrecoxa (CS) de frangos de corte abatidos aos 44 dias de vida

Relação (%)	C		GA		P		F		CS	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
C+	2156 a	72,49	40	1,87	775 a	35,95	604 a	28,03 a	617	28,65
58	2023 b	71,75	41	2,04	702 b	34,73	537 b	26,53 b	593	29,35
62	2076 b	71,82	44	2,13	729 b	35,11	562 b	27,07 a	604	29,12
66	2107 a	72,49	41	1,94	744 a	35,33	571 b	27,08 a	615	29,20
70	2109 a	71,96	45	2,16	741 a	35,13	571 b	27,10 a	605	28,72
74	2125 a	73,11	51	2,40	745 a	35,08	569 b	26,81 a	614	28,90
78	2106 a	72,15	47	2,24	752 a	35,71	579 a	27,53 a	607	28,83
ANOVA										
REGRESSÃO	ns ¹	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	2,57	1,79	18,00	18,89	4,56	3,21	4,84	4,26	3,67	3,05

^{a,b} Médias com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes do tratamento C+ pelo teste de Dunnett (P<0,05).

¹ Não significativo (P>0,05).

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) das relações isoleucina digestível/lisina digestível avaliadas. Através do presente trabalho é possível inferir que a exigência de isoleucina para os parâmetros de carcaça avaliados aos 44 dias é menor do que a exigência para o desempenho.

Na Tabela 10 é apresentado um resumo com as melhores relações obtidas de isoleucina/lisina digestível para frangos de corte na fase final (30 a 43 dias).

Tabela 10 - Relações ideais de isoleucina/lisina digestível (%) obtidas para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, frente às diferentes análises utilizadas, para frangos de corte na fase final (30 a 43 dias)

Análises	Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Quadrática	70	72	75
95% da Quadrática	66	68	72
LRP	62	63	69
LRP + Quadrática	64	68	72

Através dos resultados obtidos das diferentes variáveis estudadas no presente trabalho a recomendação para a relação isoleucina/lisina digestível, que atende aos principais parâmetros produtivos, para frangos de corte na fase de 30 a 43 dias para frangos de corte é de 68%, valor pouco superior aos 67% recomendado por Rostagno et al. (2005). Campos et al. (2009) concluíram como 70% a melhor relação isoleucina/lisina digestível para a mesma fase. Em revisão de literatura Sá & Nogueira (2010) observaram como médias de diferentes trabalhos as relações de 67,1% e 69,5% de isoleucina/lisina digestível para frangos de corte nas fases de 22 a 35 e 35 a 42 dias.

CONCLUSÃO

A exigência de isoleucina para os parâmetros de carcaça avaliados aos 44 dias é menor do que a exigência para o desempenho. A relação isoleucina digestível/lisina digestível recomendada para a fase inicial (07 a 21 dias) de frangos de corte é de 66% e para a fase final (30 a 43 dias) de frangos de corte é de 68%.

AGRADECIMENTOS

A Evonik- Degussa pelo financiamento do projeto e a Capes e ao CNPq pelas bolsas de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H. Ideal amino acid profiles for swine and poultry and their applications in feed formulation. **BioKyowa Technical Review**, v.9, p.1–24, 1997.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M. et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v.81, p.485-494, 2002.
- CAMPOS, A.M.A.; NOGUEIRA, E.T.; ALBINO, L.F.T. et al. Effects of digestible isoleucine:lysine ratios on broiler performance and breast yield. In: ANUAL MEETING, POULTRY SCIENCE, 2009, North Carolina. **Anais...** North Carolina: Poultry Science, 2009.
- COBB. **Manual de manejo de frangos Cobb 500: guia de manejo**. São Paulo: Cobb-Vantress Brasil, 2003. 47p.
- KIDD, M.T.; BURNHAM, D.J.; KERR, B.J. Dietary isoleucine responses in male broiler chickens. **British Poultry Science**, v.45, n.1, p.67 – 75, 2004.
- LECLERCQ, B. Lysine: Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v.77, p.118-123, 1998.
- PARK, B.C.; AUSTIC, R.E. Isoleucine imbalance using selected mixtures of imbalancing amino acids in diets of the broiler chick. **Poultry Science**, v.79, p.1782–1789, 2000.
- 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.ed. Viçosa: Brasil, 2005. 186p.
- SÁ, L.; NOGUEIRA, E.T. [2010]. **Atualização das relações valina e isoleucina com a lisina na proteína ideal para frangos de corte e suínos**. Disponível em: <http://www.lisina.com.br/upload/Relatorio%20T%C3%A9cnico_Rel%20Val%20e%20Iso%20com%20Lys_2010.pdf> Acesso em: 22/9/2010.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 2000. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 8.0. Viçosa. MG, Brasil.

CONCLUSÕES GERAIS

- A exigência de valina para os parâmetros de carcaça avaliados na fase inicial e final é menor do que a exigência para o desempenho.

- A relação valina digestível/lisina digestível recomendada para frangos de corte na fase inicial (08 a 21 dias) é de 76% e para a fase final (30 a 43 dias) é de 76%.

- A exigência de isoleucina para os parâmetros de carcaça avaliados aos 44 dias é menor do que a exigência para o desempenho.

- A relação isoleucina digestível/lisina digestível recomendada para frangos de corte na fase inicial (07 a 21 dias) é de 66% e para a fase final (30 a 43 dias) é de 68%.