

ANASTÁCIA MARIA DE ARAÚJO CAMPOS

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

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**

ANASTÁCIA MARIA DE ARAÚJO CAMPOS

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

**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: 17 de dezembro de 2010

Dr. Eduardo Terra Nogueira

Dr. Júlio Maria Ribeiro Pupa

**Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Co-orientador)**

**Prof. Paulo Cezar Gomes
(Co-orientador)**

**Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Orientador)**

A Deus, por minha existência e tudo que me oferece.

Aos meus pais, Sebastião e Virgilina, pelos ensinamentos, apoio, orações e principalmente pelo amor que me deram.

Aos Amigos, pelos incentivos nos momentos difíceis, acolhida nos de abandono e comemorações nos de sucesso.

E a todas as pessoas, que, de uma forma ou de outra, me ajudaram a crescer.

“A sabedoria não nos é dada. É preciso descobri-la por nós mesmos, depois de uma viagem que ninguém nos pode poupar ou fazer por nós.”

(Marcel Proust)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Horacio Santiago Rostagno, pela dedicada orientação, pelos ensinamentos, confiança, amizade e pelos constantes estímulos e principalmente por ter me permitido realizar o curso sob sua orientação.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino e professor Paulo Cezar Gomes, pelos ensinamentos, amizade e visão profissional.

Ao Dr. Eduardo Terra Nogueira Marcelo e ao Dr. Julio Maria R. Pupa pela colaboração.

A minha família pela felicidade e confiança que sempre tiveram em mim.

Aos amigos Will, Allison, Alfredo, Camila, Thony, Wagner, Rodrigo, Valdir, Rodolfo, Carla, Silvano, Fernando, Claudson, Maurício, Lídson, Eliane, Camila, Mauro Godoi, Gabriel, Reinaldo, Sandra, pelo feliz convívio, pela ajuda nos momentos difíceis e alegria compartilhada.

Aos bolsistas e amigos João Paulo e Rosana pela dedicação na condução dos experimentos.

Aos funcionários da Seção de Avicultura-DZO, em especial, Adriano, Elísio, José Eudes, José Lino, Pedrinho e Sebastião.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, Adilson, Celeste, Edson, Fernanda, Márcia, Mário, Raimundo, Rosana, Venâncio, Fernando e Vera pela competência e pelo carinho nos serviços prestados.

As minhas colegas Andrea Yamamoto, Deisy Amora, Marla Maria Marchtt, Márcia Carla Ribeiro da Silva, Rayana Paixão e Soraya pela convivência e amizade.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma, direta ou indireta, contribuíram para a conclusão deste curso.

BIOGRAFIA

Anastácia Maria de Araujo Campos, filha de Sebastião de Almeida Campos e Virgílica Lourdes Araujo Campos, nasceu em Barbacena, Minas Gerais, em 07 de dezembro de 1981.

Concluiu o ensino médio em Barbacena, Minas Gerais, em 1999. Em 2001, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Zootecnia em Julho de 2005.

No período de Maio de 2006 a Agosto de 2007, atendeu ao curso de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Monogástricos.

Em Agosto de 2007, iniciou o Programa de Doutorado em Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do professor Horacio Santiago Rostagno, submetendo-se à defesa de tese em 17 de dezembro de 2010.

ÍNDICE

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Conceito de Aminoácidos e sua Digestão nas Aves.....	3
2.2. Nutrição Protéica de Frangos de Corte.....	4
2.3. O Conceito de Proteína Ideal.....	6
2.4. O Uso da Proteína Ideal na Produção Avícola.....	8
2.5. Relação Aminoácidos:Lisina.....	10
2.6. Níveis de lisina digestível na ração experimental para a determinação das relações idéias.....	17
2.7. Procedimentos para Analisar os Dados.....	18
2.6.1. Modelos de Regressão.....	19
2.8. Modelos de Regressão e Requerimentos de Aminoácidos.....	21
2.9. Parâmetros Produtivos e Requerimentos de Aminoácidos.....	22
3. Referências Bibliográficas	24
CAPÍTULO 1	
RELAÇÕES VALINA:LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE DURANTE O PERÍODO INICIAL E DE CRESCIMENTO	
Resumo	30
Abstract	31
Introdução	32
Material e Métodos	34
Resultados e Discussão	43
Conclusão	53
Referências	53
CAPÍTULO 2	
EXIGÊNCIA DE ISOLEUCINA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS: APLICAÇÃO DO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL.	
Resumo	55
Abstract	56

Introdução	57
Material e Métodos	59
Resultados e Discussão	68
Conclusão	77
Referências	78
CAPÍTULO 3	
EFEITO DAS RELAÇÕES ARGININA:LISINA SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE	
Resumo	79
Abstract	80
Introdução	81
Material e Métodos	83
Resultados e Discussão	92
Conclusão	102
Referências	102
CAPÍTULO 4	
EFEITO DA RELAÇÃO TRYPTOFANO:LISINA DIGESTÍVEL SOBRE O DESEMPENHO E A QUALIDADE DE CARÇA DE FRANGOS DE CORTE.	
Resumo	104
Abstract	105
Introdução	106
Material e Métodos	108
Resultados e Discussão	117
Conclusão	124
Referências	125
Conclusões Gerais.....	127

RESUMO

CAMPOS, Anastácia Maria de Araújo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Dezembro de 2010. **Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, triptofano e valina.** Orientador: Horacio Santiago Rostagno. Co-orientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino e Paulo Cezar Gomes.

Quatro experimentos foram realizados com o objetivo de determinar as relações adequadas de valina:lisina (Val:Lis), isoleucina:lisina (Ile:Lis), arginina:lisina (Arg:Lis) e tryptofano:lisina (Tryp: Lis) digestíveis para frangos machos em dois períodos: 7-21 (inicial) e 28-40 (crescimento) dias. A metodologia utilizada em todos os experimentos foi igual, modificando-se apenas o aminoácido em estudo. Assim em todos os experimento um total 1200 frangos no período inicial, e 960 no de crescimento foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos, oito repetições e 25 e 20 aves por unidade experimental no período inicial e de crescimento, respectivamente. No primeiro experimento foram avaliadas cinco relações de Val:Lis dig para o período inicial (69, 72, 75, 78 e 81%), e para o de crescimento (72, 74.5, 77, 79.5 e 82%); no segundo de Ile:Lis dig. para o período inicial (57; 61; 65; 69 e 73%) e de crescimento (58; 62,5; 67; 71,5 e 76%); no terceiro de Arg:Lis dig.no período inicial (95, 100, 105, 110, e115%) e de crescimento (91, 98, 105, 112, e 119%); e no ultimo experimento cinco relações Tryp:Lis para o período inicial (15, 16, 17, 18 e 19%) e crescimento (14, 16, 18, 20 e 22%). Em todos os experimentos, o nível de lisina das dietas experimentais foram calculada para ser 94% do valor registrado nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005), sendo utilizado o valor de 1,08% para o inicial e 0,98% para o crescimento Um tratamento controle (C+) contendo adequado nível de Lisina dig. (1.146% inicial e 1,05% crescimento) foram incluídos no desenho experimental de cada experimento. No final dos experimentos foram determinados o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, e características de carcaça. Diferentes modelos de regressão (quadrática, 95% da quadrática, Linear Response Plateau, quadrática mais Plateau e exponencial) foram aplicados nos resultados. Os valores das relações Val:Lis dig, Ile:Lis dig., Arg:Lis dig., Tryp:Lis dig indicado para o período inicial são: 77% (0,832% Val digestível), 67% (0,72% Ile digestível), 108% (1,17% Arg digestível) e 17% (0,177% Tryp. dig.), e para o período de crescimento são: 78% (0,7644% Val digestível), 69% (0,63% Ile digestível), 108% (1,06% Arg dig.) e 18 % (0,176% Tryp dig.).

ABSTRACT

CAMPOS, Anastácia Maria de Araújo, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2010. **Update of the ideal protein for broilers: arginine, isoleucine, tryptofano and valine.** Orientador: Horacio Santiago Rostagno. Co-orientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino and Paulo Cezar Gomes.

Four were carried out to evaluate digestible arginine:lysine (Arg:Lys), isoleucine:lysine (Ile:Lys), valine:lysine (Val:Lys) e tryptophan:lysine (Tryp: Lys) ratios for male broilers in two periods: 7 - 21 (starter) and 28 - 40 (finisher) days of age. The methodology used in all the experiments it was same, just modifying the amino acid in study. Like this in all I try them a total 1200 starter and 960 finisher broilers were distributed in a completely randomized experimental design with 6 treatments, eight replicates of 25 and 20 birds per experimental unit in the starter and the finisher period, respectively. In the first experiment they were appraised five relationships of Val:Lys dig for the starter period (69, 72, 75, 78 e 81%), and in the finisher (72, 74.5, 77, 79.5 e 82%); In the second of Ile:Lys dig. for the starter period (57; 61; 65; 69 e 73%) and in the finisher (58; 62,5; 67; 71,5 e 76%); in the third of Arg:Lys dig. no período inicial (95, 100, 105, 110, e 115%) and in the finisher (91, 98, 105, 112, e 119%); and in the last experiment five Tryp:Lys relation for the starter period (15, 16, 17, 18 e 19%) e and in the finisher (14, 16, 18, 20 e 22%). In all the experiments, the diets were formulated to meet or exceed the nutritional requirements in both periods, except for digestible Lysine (1.08% and 0.98% for the starter and finisher periods, respectively). A control (C+) treatment containing adequate lysine (1.146% start and 1,05% finisher) were included in the experimental design of each experiment. In the end of each experiments were made calculations the weight gain, feed conversion and the carcass characteristics. Different regression models (quadratic, 95% da quadratic, broken line, quadratic plus plateau end exponential) were applied in the results. The recommended dietary digestible Val:Lys, Ile:Lys, Arg:Lys, Tryp:Lys the starter phase are: 77% (0,832% digestible Val), 67% (0,72% digestible Ile), 108% (1,17% digestible Arg) e 17% (0,177% digestible Tryp.), and for the finisher phase are: 78% (0,7644% digestible Val), 69% (0,63% digestible Ile), 108% (1,06% digestible Arg) e 18 % (0,176% digestible Tryp).

INTRODUÇÃO GERAL

O contínuo progresso da indústria avícola é produto da contribuição científica e da tecnológica das diferentes áreas relacionadas com a atividade, sendo a genética e a nutrição as partes que continuamente estão gerando aves com melhor desempenho e produtividade.

A alimentação nas aves representa aproximadamente 70% do custo total de produção e é determinante do desempenho animal. Dessa forma, é necessário o estabelecimento de níveis nutricionais mínimos que promovam o máximo desempenho produtivo animal por um menor custo.

Durante muitos anos, as formulações de rações para aves foram baseadas no conceito de proteína bruta, o que resultou em dietas com conteúdo de aminoácidos deficientes ou acima do exigido pelos animais. Com a produção industrial de aminoácidos, as dietas passaram a ser formuladas com menor nível protéico e os aminoácidos mais próximos das necessidades dos frangos de corte, surgindo o conceito de “proteína ideal”.

A proteína ideal pode ser definida como o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou sobras, com o objetivo de satisfazer os requisitos absolutos de todos os aminoácidos para manutenção e para ganho máximo de proteína corporal. Entretanto, de acordo com Baker & Han (1994), apenas a metionina, a lisina e a treonina, considerados como o primeiro, segundo e terceiro aminoácidos limitantes, são suplementados de maneira rotineira nas rações das aves, além de existir um volume considerável de informações sobre os níveis e as relações com a lisina recomendados. Informações sobre a exigência ou a relação com a lisina dos aminoácidos essenciais valina, arginina, isoleucina e triptofano em diferentes idades são escassas e apresentam grande variação em seu perfil ideal. Nas condições atuais, estes aminoácidos são de importância equivalente á metionina, lisina e treonina nas rações de frangos de corte (Campos et al, 2009).

A avaliação precisa do perfil ideal dos aminoácidos e a suplementação exata, são essenciais para otimização do crescimento e da produção das aves.

Para a determinação das relações ideais são utilizados experimentos do tipo dose versus resposta. Entretanto, os resultados podem ser diferentes segundo o parâmetro produtivo ou o modelo de regressão utilizado para estimar o nível ótimo do nutriente. A

aplicação dos modelos de regressão dependerá da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos.

Diante do exposto, torna-se importante o estudo dos diferentes critérios de avaliação das relações ideais dos aminoácidos arginina, isoleucina, valina e triptofano., bem como, estimar os perfis ideais desses aminoácidos para os parâmetros de desempenho e de carcaça de frangos de corte nas fases inicial (7-21 dias) e de crescimento (28-40 dias).

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Conceito de Aminoácidos e sua Digestão nas Aves

Os aminoácidos são as unidades básicas da proteína, nutriente fundamental da alimentação. Eles são encontrados em todos os alimentos, de origem animal ou vegetal, que contenham proteínas. Alguns exemplos de alimentos ricos em aminoácidos são o leite, a carne, o ovo e derivados de soja.

As aves sintetizam proteínas que contém 20 L-aminoácidos e utilizam aminoácidos livres para realizar uma grande variedade de funções. No entanto, são incapazes de sintetizar nove desses aminoácidos devido à ausência de enzimas específicas. Esses aminoácidos essenciais, também chamados de indispensáveis, são: arginina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Histidina, glicina e prolina podem ser sintetizadas pela ave, mas a uma taxa insuficiente para atender às necessidades metabólicas que algumas situações demandam, além de serem considerados essenciais para aves em crescimento. Os aminoácidos tirosina e cisteína podem ser sintetizados quando os seus precursores, fenilalanina e metionina, estão em níveis adequados.

Quando o conteúdo da dieta não é suficiente para suprir as necessidades do animal em um dos aminoácidos, este aminoácido é chamado de *primeiro limitante*. Seguindo a mesma lógica, o nutricionista determinara o segundo, o terceiro, o quarto,... aminoácido limitante.

Os aminoácidos contidos nas proteínas são utilizados pelo organismo animal após a digestão, ou seja, após a cisão da cadeia protéica. A digestão protéica em aves inicia-se no proventrículo, onde ocorre secreção de ácido clorídrico e enzimas digestivas que promovem a quebra parcial da molécula protéica. Na moela a ingesta sofre ação mecânica, além de ser misturada com os fluídos secretados pelo proventrículo. No intestino ocorre secreção de diversas enzimas (aminopeptidases, carboxipeptidases e outras peptidases específicas) pelo pâncreas promovendo a disponibilidade de pequenos peptídeos que são absorvidos pelas células da mucosa intestinal através de transporte ativo envolvendo o íon Na⁺, com diferentes sistemas carreadores para os vários grupos de aminoácidos (Leeson e Summers, 2001).

Após a absorção dos aminoácidos, estes são transportados para o fígado principalmente pela veia porta, sendo uma pequena quantidade pela via linfática. No fígado, parte dos aminoácidos é fixada pelas células hepáticas e o restante é liberado na corrente sanguínea formando um pool extracelular de aminoácidos livres. Nos tecidos após absorvidos pelas células, são convertidos em outros metabólitos ou ligam-se a um específico RNAt para ser utilizado na síntese protéica no ribossomo (Rathmacher, 2000).

A excreção de aminoácidos é condicionada primeiramente à sua desaminação, onde o esqueleto carbono originado é reaproveitado e o grupo amino usado na síntese do ácido úrico que é retirado da corrente sanguínea e secretado via urina nos túbulos renais (Leeson e Summers, 2001).

Os aminoácidos são utilizados em uma grande variedade de funções no organismo, mas existe uma que predomina sobre as outras: a síntese protéica.

2.2 - Nutrição Protéica de Frangos de Corte

As decisões mais importantes na hora de formular dietas para frangos de corte são relativas aos níveis de proteína e de energia. Estes possuem influência, muito grande tanto no custo da dieta como nos lucros obtidos com os frangos de corte (Pesti, 1999).

A proteína é um dos mais importantes nutrientes na alimentação de frangos de corte, especialmente considerando que a produção industrial de frangos atual, visa principalmente uma eficiente conversão de proteína da ração em proteína muscular. Durante muitos anos, a formulação de rações para aves estavam baseadas no conceito de proteína bruta (quantidade de nitrogênio x 6,25), o que freqüentemente resultava em dietas deficientes ou com excessos de aminoácidos.

Segundo Klasing & Jarrel (1985), a taxa de deposição de proteína no tecido muscular é determinada pelo balanço entre as taxas de síntese e de degradação de proteína. Portanto, níveis excessivos de proteína na ração não só geram custo adicional na formulação, como também levam ao incremento na excreção de nitrogênio, podendo aumentar a incidência de problemas sanitários e também a diminuição de desempenho.

Os níveis recomendados de proteína são atualmente para atender as exigências dos aminoácidos, contidos na proteína dietética (NRC,1994). As aves não têm requerimento

de proteína bruta como tal, só precisam de aminoácidos essenciais e de uma quantidade suficiente de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais (Zavieso, 2000).

Summers et al. (1992) observaram que o ganho de peso e a deposição de proteína na carcaça estão mais relacionados com o consumo de aminoácidos essenciais do que com o consumo de proteína ou nitrogênio. Estudos metabólicos indicam que a elevação do nível protéico da ração estimula o catabolismo protéico através da síntese de enzimas pancreáticas e intestinais e também das enzimas envolvidas na degradação dos aminoácidos essenciais. O excesso de proteína (aminoácidos essenciais e não essenciais), nas aves é catabolizado e excretado na forma de ácido úrico. Enquanto o custo metabólico para incorporar um aminoácido na cadeia protéica está avaliado em 4 mol de ATP, o custo metabólico para excretar os aminoácidos está estimado entre 6 e 18 mol de ATP, segundo a quantidade de N por aminoácido, o que explica o alto custo energético a degradação dos aminoácidos (Mc Leod, 1997).

Os requerimentos do frango de corte em aminoácidos essenciais e não essenciais elevam-se na medida em que a proteína bruta da ração aumenta sugerindo menor eficiência da utilização protéica associada com o excesso e o desbalanço dos aminoácidos (Rostagno et al., 2002). Resumindo, a elevação do requerimento para alguns aminoácidos essenciais pode ser explicada parcialmente pela menor conservação dos mesmos no organismo, devido ao excesso protéico (Austic, 1996).

Visando maximizar a utilização dos aminoácidos contidos nos alimentos sob a forma de proteína e a sua conseqüente conversão em produto, alguns autores têm pesquisado a possibilidade de reduzir o nível protéico das rações, desde que devidamente suplementadas com os aminoácidos sintéticos (Waldroup et al., 1976; Parr e Summers, 1991; e Holsheimer e Janssen, 1991).

Os resultados da diminuição do nível protéico das dietas de frangos de corte são contraditórios. Alguns trabalhos mostram ser possível a substituição de parte da proteína bruta por aminoácidos sintéticos (Fancher et al., 1989b; Parr e Summers, 1991; HAN et al., 1992; Deschepper & De Groote, 1995) e outros mostram um desempenho inferior das aves e aumento na deposição de gordura na carcaça (Fancher e Jensen, 1989a; Pinchasov et al., 1990; Moran jr. et al., 1992).

Experimentos realizados na Universidade Federal de Viçosa, na década dos anos 80, demonstraram a possibilidade de diminuir a proteína das rações sem afetar o ganho de peso e a conversão alimentar. Entretanto segundo Jensen (1992) um nível mínimo de proteína intacta parece ser necessário para se obter um máximo rendimento das aves.

Zaviezo et al., 2000, cita que em dietas comerciais para frangos de corte, é possível trabalhar com níveis mínimos de proteína bruta de 21%, 18-19% e 16-17%, nas fases de 1 a 21 dias, 22 a 42 dias e 43 a 56 dias, respectivamente, desde que haja a suplementação correta de metionina, lisina e treonina industrial.

2.3 - O Conceito de Proteína Ideal

A proteína ideal é um conceito antigo proposto por Mitchel (1964) para otimizar a utilização da proteína da dieta (relação entre retenção e consumo de proteína) e minimizar a excreção de nitrogênio. Naquele momento foi um conceito mais teórico do que prático. Há mais de quarenta anos que Dean & Scott (1965) citados por Leclerc (1998), propuseram aplicar este conceito na alimentação de frangos de corte. Hoje, com o avanço da biotecnologia na área de produção de aminoácidos sintéticos, o conceito tem cobrado de novo grande interesse.

De acordo com Emmert & Baker (1997), a proteína ideal pode ser definida como o balanço exato de todos os aminoácidos que é capaz de prover, sem excesso ou deficiência, os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição protéica. Dessa forma, na proteína ideal, todos os aminoácidos se encontram em uma relação ideal e são igualmente limitantes, ou seja, qualquer diminuição no nível de um aminoácido resultará em deficiência e a proteína deixará de ser ideal.

Os pesquisadores determinaram o perfil ideal dos aminoácidos essenciais, considerando a lisina como o aminoácido base. A lisina foi eleita como referência (*Standard* = 100) por possuir as seguintes características:

- A lisina é o primeiro aminoácido limitante na maioria das dietas para suínos e o segundo, depois dos aminoácidos sulfurosos, na maioria das dietas para aves.
- A lisina encontra-se economicamente disponível na forma sintética para ser utilizada nas rações práticas dos animais.
- A diferença dos aminoácidos metionina e cistina, a análise laboratorial é simples e direta.
- A diferença da metionina, a lisina possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal.

- Existe grande quantidade de publicações referentes aos requerimentos de lisina em aves e suínos sob diferentes condições alimentares, ambientais e de composição corporal.

- Portanto, a lisina é utilizada como aminoácido de referência e as necessidades dos outros aminoácidos essenciais se expressam como porcentagem dela.

As necessidades dos demais aminoácidos essenciais se expressam como porcentagem da lisina. Assim, uma vez estabelecida a exigência de lisina, as exigências para os demais aminoácidos podem então ser facilmente calculada (Han & Baker, 1994).

Com a utilização da proteína ideal na formulação das rações, o nível de lisina adquire ainda mais importância, pois determina a exigência dos outros aminoácidos essenciais. Vários autores publicaram equações que permitem estimar o requerimento de lisina de acordo com o desempenho de frangos de corte (Geraert, 2002; Rostagno et al., 2005; Ajinomoto, 2007). A equação citada nas Tabelas Brasileiras (Rostagno et al., 2005) para calcular a exigência diária de lisina digestível [$\text{g lys / dia} = 0,1 \times \text{Peso}^{0,75} + (14,28 + 2,0439 \times \text{Peso}) * (\text{Ganho}/\text{dia})$], sugere claramente que a lisina e conseqüentemente a proteína / kg de ganho, aumenta linearmente com o peso do frango de corte. Portanto, a relação entre os aminoácidos é afetada pela idade das aves, pois de acordo com a manutenção e o ganho diário (deposição de proteína) teremos a proteína ideal para essa idade (Rostagno et al., 2002).

Na atualidade são determinadas, de modo prático, as relações dos Aminoácidos Essenciais: Lisina para as fases inicial e crescimento utilizando ensaios de desempenho de dose resposta (Campos et al., 2009). Entretanto, no futuro, com o acúmulo de informações científicas, poderá ser determinada a proteína ideal diária para frangos de corte. Isto será possível com a aplicação do modelo fatorial e o uso de equações complexas das exigências para manutenção e para ganho de proteína de cada aminoácido.

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 os aminoácidos industriais que serão necessários de serem adicionados, para manter o ótimo balanço dos aminoácidos essenciais. (Suida, 2001). No caso de frangos de corte, alimentados com dietas a base de milho/sorgo e farelo de soja, a metionina será considerada como primeiro aminoácido limitante, depois a lisina e a treonina, como segundo e terceiro limitantes, respectivamente (Kidd et al., 1996). A

valina, isoleucina, arginina e triptofano podem ser aparentemente o quarto, quinto, sexto e sétimo aminoácidos limitantes em dietas de frangos de corte, na fase de crescimento / final.

Na fase inicial de crescimento de pintos de corte (1 a 18 dias), alimentados com dietas vegetais a base de milho e farelo de soja, a ordem dos aminoácidos limitante parece ser: 1. Metionina, 2. lisina, 3. treonina, 4. glicina + serina e 5 valina ou arginina segundo pesquisa recente realizada por Waguespack et al. (2009).

Nas condições atuais, as dietas são formuladas aplicando o conceito de proteína ideal somente para os aminoácidos mais limitantes – lisina, metionina + cistina, treonina (Baker & Han, 1994). Isto pode caracterizar como a aplicação prática da proteína ideal, pois somente com a suplementação de todos os aminoácidos essenciais seria possível aplicar plenamente este conceito.

2.4 - O Uso da Proteína Ideal na Produção Avícola.

O uso do conceito de proteína ideal permite ao formulador substituir parcialmente o requerimento protéico da ave por aminoácidos sintéticos, gerando redução no nível de proteína bruta da dieta.

À medida que se suplementa com aminoácido a dieta, não se reduz a fonte protéica e a fonte energética (óleo) da ração, que são nutrientes de alto custo, reduzindo, portanto, o custo de produção. Toledo et al. (2004) observaram que as dietas formuladas pelo conceito de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 42 dias foram cerca de 1,93% menos dispendiosas, mas proporcionaram um custo de produção 44% maior por tonelada de ganho de peso vivo que a dieta formulada no conceito proteína ideal, o que concorda com os resultados obtidos por Albino (1991) e Luvisa (2000) que também relataram que dietas formuladas com adição de aminoácidos proporcionam maior lucro.

Níveis excessivos de proteína nas rações não só significa um custo adicional à fórmula, eles afetam também o desempenho produtivo das aves. Segundo Dionizio et al. (2005), o metabolismo do excesso de aminoácidos circulantes pode conduzir a maior gasto de energia para excretar estes aminoácidos, além de promover um incremento calórico desnecessário, comprometendo o desempenho dos animais.

Teoricamente a redução do nível protéico da ração, utilizando o conceito de proteína ideal, pode proporcionar desempenho igual ou melhor do que aquelas

formuladas no conceito de proteína bruta, já que a energia gasta para excretar o excesso de aminoácidos das rações baseadas no conceito de proteína bruta pode ser utilizada para síntese protéica nas aves alimentadas com dietas com menor nível protéico. Rostagno et al. (1995), trabalhando com frangos de corte, demonstraram que, quando alimentadas com aminoácidos digestíveis, as aves apresentaram maior ganho de peso e menor conversão alimentar, podendo proporcionar benefícios econômicos em relação às rações formuladas à base de aminoácidos totais. Bellaver et al. (2001) observou melhor desempenho dos frangos de corte, de 1 a 42 dias, alimentados com dietas suplementadas com aminoácidos do que os que receberam dietas formuladas com o conceito de proteína bruta. Em recente pesquisa realizada na Universidade Federal de Viçosa, LORA et al (2008) relataram ótimo desempenho de frangos de corte, na fase de 1 a 46 dias, alimentados com dietas formuladas a partir do conceito de proteína ideal (dietas com baixa proteína + aminoácidos). Os pesquisadores informaram também que a excreção do nitrogênio e de amônia foi reduzida em 13% (1,42 VS 1,24 g / ave / dia) e da mesma forma a concentração de NH₃ no galpão abaixou de 9 para 7,8 ppm aos 46 dias de idade. Estima-se que a cada 1% de PB reduzido na dieta obtém-se até 9% de redução da excreção de N nos dejetos dos animais (Ferket, 2002).

Entretanto a energia poupada pela redução da excreção do nitrogênio pode ser utilizado para a deposição de gordura na carcaça. Segundo Toledo (2004) a redução do nível de proteína da ração mostrou um efeito linear inverso sobre o rendimento de gordura da carcaça de frangos de corte Ross machos e fêmeas de 22 a 42 dias. Lora et al (2008) relataram que a redução de proteína com a suplementação de lisina, metionina e treonina acarretou no aumento da gordura abdominal de frangos de corte. Segundo os autores isto pode ser explicado pelo maior teor de energia líquida da dieta formulada com o conceito de proteína ideal. A formulação das dietas utilizando-se o conceito de “Energia líquida”, é a forma de cessar a aumento da gordura da carcaça das aves, porém os estudos sobre as exigência de “Energia Líquida” estão apenas no começo.

O uso do conceito de proteína ideal é uma ferramenta de redução do custo da ração, a partir da flexibilização do nível protéico mínimo e o aumento da utilização de ingredientes alternativos. O melhor conhecimento das exigências nutricionais de todos os aminoácidos permite uma nutrição mais precisa, oferecendo a possibilidade para o formulador de substituir o nível mínimo protéico por níveis mínimos de aminoácidos, gerando redução no nível de proteína bruta da dieta, dos custos e da emissão de poluentes no ambiente.

2.5 - Relação Aminoácidos:Lisina

Nos últimos anos vários estudos têm sido realizados com o objetivo de estabelecer as relações Aminoácidos:Lisina digestíveis para diferentes idades de frangos de corte.

O primeiro perfil de proteína ideal para frangos de corte foi publicado por Baker & Han (1994) que utilizaram os dados gerados em pesquisas anteriores. Para estes autores a lógica envolvida em expressar as exigências como relações Aminoácidos:Lisina consistia no fato de que essas relações não se modificam em função dos fatores que influenciam as exigências de aminoácidos (% da dieta) tais como: nível de energia metabolizável, proteína bruta, sexo, temperatura ambiente e densidade populacional, entretanto uma relação fixa e constantemente criticada.

Segundo Hackenhaar & Lemme (2005) para a formulação de dietas de frangos de corte usando a proteína ideal devem ser exigidos níveis mínimos de pelo menos sete aminoácidos, ou seja, metionina, lisina, treonina, valina, arginina, isoleucina e triptofano. Contudo, as informações disponíveis sobre as exigências dos aminoácidos arginina, isoleucina, triptofano e valina, embora sejam essenciais e desempenhem importantes funções no metabolismo das aves, são escassas e conflitantes.

As diferentes relações dos aminoácidos digestíveis, Arginina, Isoleucina, Triptofano e Valina:Lisina digestível recomendadas por diversos autores são apresentadas na Tabela 1, e demonstram uma grande variação no perfil ideal destes aminoácidos.

Tabela 1. Proteína Ideal- Relação AA /Lisina Dig. para Frangos de Corte.

Aminoácido	NRC ¹	Lippens ²	Mack et al. ²	Gruber ²	Baker	UFV ³
	1994	1997	1999	2002	2003	2005
Lisina	100	100	100	100	100	100
Arginina	114	125	-	108	105	105 / 105
Isoleucina	73	70	71	63	61	65 / 67
Triptofano	18	-	19	14	17	16 / 17
Valina	82	81	81	81	78	75 / 77

1. Valores de aminoácido total. 2. Valores citados por Geraert et al., 2005. 3. Rostagno et al, 2005 fase inicial / crescimento.

Valina

Considerado um aminoácido alifático, a valina (Figura 1) é similar à leucina e à isoleucina em estrutura e função. Estes aminoácidos são muito hidrofóbicos e se encontram quase sempre no interior das proteínas. Farinha de soja, pescados e carnes, são fontes importantes de valina. Ela se incorpora às proteínas e às enzimas em um índice molar de 6,9% quando se compara com os outros aminoácidos (Duarte, 2009).

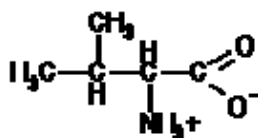


Figura 1. Estrutura química da valina

Na fase de crescimento e terminação de frangos de corte, a valina é o quarto aminoácido limitante em dietas a base de milho e farelo de soja, sendo importante conhecer sua exigência, especialmente para as dietas formuladas com baixos níveis de proteína onde são suplementados os aminoácidos industriais metionina, lisina e treonina (Corzo et al. 2004).

Essa limitação é particularmente evidente para aves com idades maiores, quando a proteína da dieta diminui e os grãos aumentam. As proporções relativamente baixas de valina e isoleucina na proteína do milho são acompanhadas por alta leucina. Dietas com altos níveis de leucina têm aumentado os requerimentos de valina e isoleucina para frangos de corte e perus (D’Mello & Lewis, 1970; Allen & Baker, 1972; Tuttle & Balloun, 1976).

De acordo com vários autores, o perfil da proteína ideal da valina digestível varia entre 75 – 82% com relação à lisina digestível (Tabela 1).

CORZO et al. (2004) conduziram um experimento utilizando frangos de corte machos da linhagem Ross para estimar o requerimento de valina necessária para frangos de corte de 42 a 56 dias de idade. Todas as aves receberam as mesmas dietas de 1 a 42 dias e as dietas experimentais até 56 dias. A dieta consistiu de milho, farelo de soja e glúten de milho (17% PB, 3.250 kcal EM/grama de ração) contendo 0,60% de valina na dieta basal. Todos os outros aminoácidos essenciais foram acima dos níveis recomendados. Sucessivas adições de 0,07% de L-valina foram isonitrogenicamente substituídos por ácido L-Glutâmico até um total de 0,81%. A análise de regressão

indicou que o nível de 0,72% de valina na dieta maximizou o ganho de peso considerando 0,73% para conversão alimentar. A quantidade de gordura abdominal foi inalterada, e o peso da carcaça após o resfriamento foi maximizada utilizando 0,73% de valina na dieta, assim como o ganho de peso final.

Pesquisas realizadas por Rodehutschord & Fatufe (2005) com frangos de corte de 8 a 21 dias mostraram que a exigência de valina total foi 0,71% para ótima conversão alimentar, entretanto para máxima taxa de deposição protéica, o nível recomendado foi de 0,81%. Tavernari et al. (2009) relataram que a melhor relação valina/lisina digestível para a fase inicial (08 a 21 dias) de frangos de corte machos, foi de 76,5%, este valor corresponde a 0,82% de valina na dieta.

Corzo et al (2007) utilizando dietas vegetais a base de milho e farelo de amendoim contendo diferentes níveis de valina digestível (0,59 a 0,84%), concluíram que a relação valina / lisina de 78% (0,74% na dieta) foi adequada para frangos de corte no período de 21 a 42 dias de idade. Experimentos executados por Corzo et al. (2008) com frangos machos de diferentes idades, concluíram que a exigência de valina digestível para frangos Ross de 0 a 14, 14 a 28 e 28 a 42 dias foi de 0.91, 0.86 e 0.78%, respectivamente. Levando em consideração o conteúdo de lisina das dietas experimentais, estes valores correspondem a uma relação valina / lisina entre 76 e 78%.

Isoleucina

A isoleucina (figura 2) é um membro da família de aminoácidos de cadeia lateral alifática, composta por substâncias bioquímicas extremamente hidrofóbicas, que são encontradas primariamente no interior de proteínas e enzimas. O núcleo da isoleucina é o mais hidrófobo de todos os radicais dos aminoácidos das proteínas. Essa hidrofobia permite a formação de ligações fracas com outros aminoácidos que contribuem na estrutura terciária e quaternária das proteínas. É glicogênica e cetogênica. Forma o ácido acético (cetogênico) e o ácido propiônico (glicogênico) através do ácido metilbutírico. Aminoácido de cadeia ramificada, está envolvido na força e resistência muscular. É importante na síntese de hemoglobina e níveis de energia

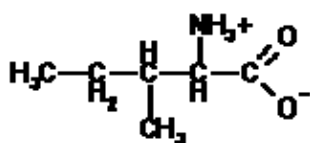


Figura 2. Estrutura química da isoleucina

Dependendo dos alimentos utilizados nas dietas de frangos de corte em crescimento – terminação, a isoleucina pode ser o quarto aminoácido limitante. Segundo Kidd et al. (2004) quando milho, sorgo, e trigo entram na constituição da dieta de frangos de corte, o nível de isoleucina é baixo o que o torna o quarto aminoácido limitante depois da metionina, lisina e treonina. A relação isoleucina digestível / lisina digestível recomendada por vários autores varia de 61 a 73 % (Tabela 1).

O excesso de um aminoácido específico pode prejudicar o desempenho do animal mesmo que os demais aminoácidos estejam em quantidade adequada. Um caso típico é o antagonismo entre a leucina, valina e isoleucina. Por causa da semelhança estrutural, a leucina pode prejudicar a absorção de isoleucina, causando redução do desempenho e supressão-imune (Benton et al., 1956 e Hale et al., 2004).

Poucas pesquisas foram realizadas para avaliar a exigência de isoleucina na fase de crescimento e terminação. Hale et al., 2004 verificaram que a exigência de isoleucina total para frangas de corte de 30 a 42 dias de idade variou entre 0.63 % para rendimento de peito e 0.68% para conversão alimentar (0.59 a 0.64% de isoleucina digestível), que corresponde a um relação isoleucina digestível:lisina digestível entre 62 a 67%. Resultados semelhantes foram relatados por Kidd et al. (2004). Estes autores concluíram que para ótimo desempenho de frangos de corte de 30 a 42 dias de idade o nível de isoleucina na dieta deve ser entre 0.64 a 0.66%.

Arginina

Em proteínas, a arginina (figura 3) tem um carácter anfipático, já que parte da sua cadeia lateral é hidrofóbica mas termina num grupo guanidina, que possui carga positiva na maioria das situações fisiológicas. Além de fazer parte de proteínas, a arginina tem papéis importantes na divisão celular, na remoção de nitrogênio, no sistema imunitário e na produção de hormônios. É precursora do óxido nítrico, da ornitina e agmatina. É necessária à síntese de creatina e pode ser usada para a síntese de poliaminas, citrulina e glutamato.

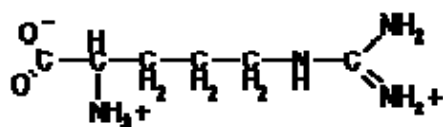


Figura 3. Estrutura química da arginina

Nas dietas de milho e farelo de soja para frangos de corte na fase de crescimento, a arginina pode ser o quinto aminoácido limitante, após a metionina + cistina, lisina, treonina e valina. O perfil da proteína ideal recomendado para arginina por vários autores varia de 105 a 125 (Tabela 1).

Estudos têm sido realizados com o objetivo de determinar a exigência deste aminoácido sob diversas condições. A relação arginina / lisina parece ser afetada pela temperatura ambiente. Mendes et al. (1997) verificaram que o aumento da relação Arginina:Lisina melhorou a conversão alimentar e reduziu a gordura abdominal em frangos de corte, criados sob diferentes condições ambientais (quente, neutro e frio). Brake et al. (1998) relataram que o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte melhoravam com relações Arginina:Lisina de até 139% em alta temperatura; entretanto, este efeito não era observado sob temperatura moderada. Os autores relataram ainda que experimentos *in vitro* revelaram absorção significativamente reduzida da Arginina pelo epitélio intestinal sob condições de estresse por calor.

Por outro lado, Costa et al. (2001) utilizando frangos de corte machos Ross de 22 a 42 dias de idade, criados em condições de alta temperatura, não observaram efeito do nível de arginina sobre as características de desempenho, entretanto, à medida que aumentou a relação arginina:lisina, melhorou o rendimento de perna e decresceu a gordura abdominal dos frangos. Os melhores valores numéricos de desempenho foram obtidos com a relação de 110%.

A arginina além de ser essencial para a manutenção e o crescimento das aves, está diretamente envolvida na imunidade e na cicatrização de feridas. É sabido que a síntese de óxido nítrico, essencial para a atividade citotóxica de macrófagos, está relacionada com o nível de arginina na ração. Corzo et al (2003) avaliaram diferentes níveis de arginina utilizando frangos de corte machos de 42 a 56 dias de idade. Os autores concluíram que a relação 115 de arginina total / lisina total (aprox. 112 base digestível) foi adequada para ótimo desempenho e rendimento de cortes. Entretanto quando é levado em consideração o desafio microbiológico e a normalidade do tecido conectivo a exigência de arginina pode ser maior.

Atencio et al (2004) realizaram experimentos nas fases inicial, crescimento e terminação de frangos de corte machos, alimentados rações contendo diferentes níveis de arginina digestível. Os autores concluíram que relações arginina / lisina entre 102 e 105 foram adequadas para maximizar o desempenho das aves nas diversas fases.

Triptofano

O triptofano (figura 4) é um aminoácido aromático, glicogênico e cetogênico. Sua essencialidade não se restringe apenas à sua contribuição no crescimento normal e síntese protéica, mas também na regulação de importantes mecanismos fisiológicos. Entre suas diversas funções temos o triptofano é precursor do neurotransmissor serotonina, que está envolvido com o estímulo da ingestão de alimento e à diminuição do estresse que antecede o abate, da vitamina B3 (niacina), além de, juntamente com outros aminoácidos, estimular a secreção de insulina e do hormônio do crescimento.

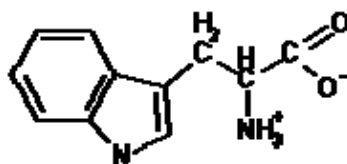


Figura 3. Estrutura química da arginina

Experimentos realizados com leitões têm mostrando que as exigências podem ser maiores durante a estimulação do sistema imune e que a demanda deste aminoácido para a síntese de proteína de fase aguda é elevada (Machado & Fontes, 2003).

Apesar de ser produzido industrialmente e estar disponível para ser adicionado nas rações de aves e suínos, existem poucas pesquisas que avaliaram diferentes níveis de triptofano nas dietas de frangos de corte. As recomendações da relação Triptofano:Lisina digestível varia de 14 a 19% (Tabela 1).

Castro et al . (2000 a) relataram que as exigências nutricionais de triptofano digestível para frangos de corte, machos e fêmeas, no período de 1 a 21 dias, são de 0,191 e 0,188%, respectivamente, que corresponde a uma relação Tryp:Lys digestível de 16,7 e 16,40. Os mesmos autores (CASTRO et al., 2000b), trabalhando com frangos de corte machos e fêmeas na fase de crescimento (22 a 42 dias de idade) e final (43 a 49 dias de idade), recebendo ração basal deficiente em triptofano (0,160 e 0,140%, respectivamente) suplementadas com cinco níveis de triptofano sintético (0,0; 0,015; 0,030; 0,045; e 0,060%), totalizando os níveis de 0,16; 0,175; 0,190; e 0,205% para a fase de crescimento e 0,140; 0,155; 0,170; 0,185; 0,200% de triptofano para a fase final, observaram que os níveis de triptofano na fase de crescimento influenciaram o ganho de peso (GP) e o consumo de ração (CR) dos machos, sugerindo os níveis de 0,196 e 0,176% de triptofano total e digestível respectivamente. Os níveis de triptofano

influenciaram a CA das fêmeas, sugerindo recomendação mínima de 0,173 e 0,155% de triptofano total e digestível respectivamente. Para a fase final a exigência mínima para os machos foi de 0,176 e 0,157% e para as fêmeas de 0,168 e 0,150% de triptofano total e digestível respectivamente.

Experimentos realizados com pintos de corte de diferentes linhagens e sexo por Rosa et al (2001) mostraram que a exigência nutricional de triptofano foi similar para machos e fêmeas e as duas linha genéticas avaliadas. Os autores concluíram que o nível de triptofano de 0,18% (Relação de 16,4%) foi adequado para os parâmetros avaliados.

Shan et al (2003) pesquisaram o efeito da temperatura ambiente (25⁰ e 35⁰ C) sobre a exigência de triptofano de pintos de corte na fase de 7 a 21 dias de idade. Os autores recomendaram níveis baixos de triptofano, entre 0,127 a 0,151% na ração, para as duas temperaturas. Este resultado pode ser em parte explicado pelo baixo ganho das aves no período avaliado, que foi de 28 g/dia a 22 g/dia para as temperaturas de 35⁰ e 25⁰ C, respectivamente.

Com o aumento da idade dos frangos ocorre uma elevação na proporção ideal do triptofano, uma vez que a exigência de manutenção desse aminoácido aumenta em proporção maior que a lisina (Baker & Han, 1994). Recentemente foram publicados os resultados de um experimento com frangos de 42 a 56 dias de idade executado por Corzo et al (2005). A dieta basal foi formulada para fornecer 0,12% de triptofano e as demais dietas 0,16; 0,20 e 0,24%. Os autores observaram redução no desempenho das aves alimentadas com a dieta deficiente em triptofano (0,12%), não ocorrendo o mesmo nos níveis a partir de 0,16%. De acordo com os resultados da regressão exponencial, o ganho de peso e o rendimento de carcaça aumentaram com a inclusão de L-triptofano nas dietas, com melhores resultados nos níveis 0,17% e 0,16% respectivamente. Esses resultados sugeriram que para essas aves na fase estudada, o requerimento de triptofano é 0,17% (Relação Try:Lys total de 20%).

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

2.6 – Níveis de lisina digestível na ração experimental para a determinação das relações idéias.

Para determinar a ótima relação entre um aminoácido específico, por exemplo a valina, com a lisina, são necessário no mínimo cinco dietas iguais que se modifiquem apenas na concentração da valina. A Figura 4 ilustra o princípio da predição da relação ideal Val:Lys em experimento com cinco níveis de valina e dois níveis de lisina.

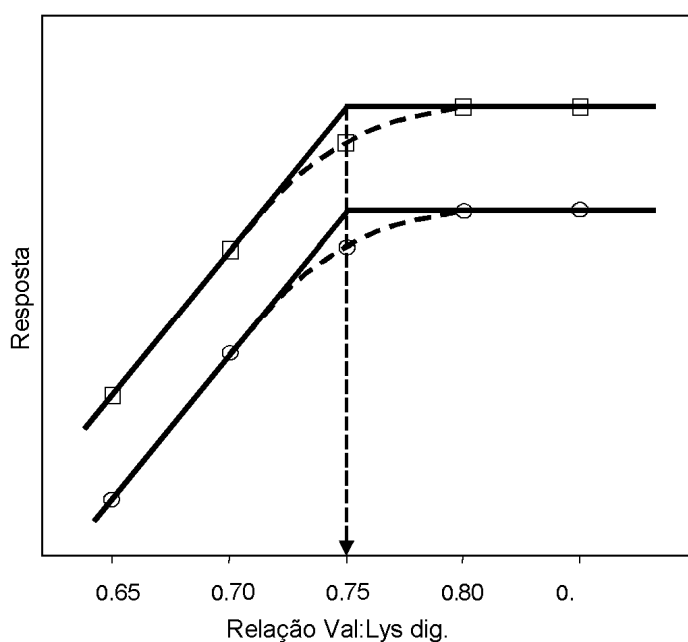


Figura 4. Experimento para determinação da relação ideal Val:Lys dig.

Em ambos a lisina está limitada em relação a energia. Porém, a valina só é limitante nos dois níveis mais baixo. O intercepte entre as duas curvas corresponde exatamente à relação na qual a valina e a lisina são igualmente limitantes, por conseguinte, a ótima relação entre os dois aminoácidos. Essa relação não é influenciada pela concentração dos demais aminoácidos desde que suas exigências sejam supridas.

Assim, na determinação da ótima relação entre um aminoácido específico e a lisina, esses aminoácidos devem ser suplementado em quantidade insuficiente ao longo do período experimental. Além disso, todos os outros aminoácidos essenciais devem ser fornecidos em concentração ligeiramente maior ao que é necessário. Caso contrário, a determinada da relação entre o aminoácido e a lisina será subestimada. Segundo D'Mello (2003) a solução prática para isto é utilizar cerca de 10% em déficit a lisina e

10% em excesso cada um dos outros aminoácidos essenciais. Isto pode ser executado utilizando-se programas alimentares de multífaces no qual a concentração de proteína é reduzida gradualmente.

2.7- Procedimentos para Analisar os Dados

A exigência de um nutriente pode ser definida pela quantidade do mesmo a ser fornecida na dieta para atender as necessidades de um animal em condições de um ambiente compatível com a boa saúde do animal.

Para estimar as exigências nutricionais das aves são realizados experimentos de desempenho, também chamados de experimentos dose-resposta. Neste método, a exigência do animal de um aminoácido se dá no nível máximo de resposta nos parâmetros avaliados (Toledo, 2004). Segundo Euclides e Rostagno (2001), a adição de um nutriente limitante na ração, mantendo níveis adequados dos demais nutrientes, promove crescimento do animal até que sua exigência seja atendida. A partir daí, existirá uma faixa de estabilização no crescimento e, em seguida, dependendo do nutriente, poderá ocorrer uma perda de peso do animal.

Segundo Sakomura & Rostagno (2007) o fenômeno resultante do acréscimo de um nutriente na ração, partindo de níveis baixos até níveis elevados, pode ser descrito em quatro fases distintas (Figura 5): a) inicial – nessa fase, o acréscimo do nutriente garante apenas a sobrevivência do animal (manutenção), pois os níveis são insuficientes para permitir o crescimento; b) resposta – os animais começam a apresentar crescimento, melhor eficiência alimentar, até um nível no qual estabiliza a produção; c) estável - nessa fase, os níveis do nutriente não apresentam resposta à produção ou toxidez proveniente do excesso. Embora para o animal possa ser considerada uma fase ótima, do ponto de vista econômico esses níveis não são recomendáveis; d) tóxico – o nível elevado do nutriente pode causar redução na produção em consequência de efeitos, tais como interação, antagonismos, etc.

Os modelos utilizados para determinar os níveis ótimos dos nutrientes na dieta são aplicáveis quando os tratamentos são estabelecidos nas fases Resposta e Estável. Se os níveis forem avaliados somente no começo da fase Resposta, o nível ideal do nutriente não poderá ser determinado. Se os níveis compreenderem o início e o decorrer da fase Estável, pode-se concluir que o nutriente em estudo não é essencial ou está acima da

exigência. Caso os níveis estudados se situem na fase Tóxico, o resultado mostrará o efeito nocivo do nutriente.

A maioria dos trabalhos realizados para definir os níveis nutricionais das dietas para os monogástricos utiliza o método dose-resposta; entretanto, os pesquisadores têm usado diferentes critérios para interpretar os resultados, levando a variações nas conclusões dos níveis recomendados.

2.7.1. Modelos de Regressão

Modelo Quadrático

O Modelo Quadrático é expresso pela função:

$$Y = a X^2 + bX + c$$

Onde X é a dose do nutriente e Y a resposta, o modelo tem o desenvolvimento de uma parábola, no qual o nível ótimo é determinado pelo ponto de máxima da equação, que é definido matematicamente igualando-se à derivada da função a zero ($0=2aX+b$).

O modelo quadrático que, aparentemente, apresenta vantagem no cálculo da exigência nutricional por possibilitar a estimativa do ganho máximo possível, apresenta dois problemas na descrição do fenômeno. Primeiro, em decorrência do fato do modelo apresentar simetria bilateral, ou seja, descreve a queda na produção na mesma intensidade do acréscimo entre os níveis, o que biologicamente parece não ser adequado; e segundo, a função quadrática é muito sensível à diferença entre os níveis estudados tendendo a estimar os valores ótimos no intervalo dos níveis (Euclides e Rostagno, 2001). Para evitar-se o possível problema de superestimar os resultados, alguns pesquisadores optaram por aplicar o intervalo de confiança de 95% do nível do nutriente estimado pela equação quadrática.

Modelo Linear Response Plateau (LRP)

O modelo LRP tem como princípio a Lei de Liebig que se baseia na idéia de que a produção pode ser inibida devido a um elemento limitante. Com um comportamento ascendente, o crescimento abruptamente se estabiliza, representado por uma paralela ao

eixo das abscissas.

Dessa forma, a Lei de Liebig é uma função formada por dois conjuntos de dados: um compõe a parte ascendente da curva, e o outro reúne os dados que mantêm o crescimento estável (Braga, 1983).

De acordo com o autor, os critérios para o ajustamento do modelo LRP aos dados são: a inclinação da reta pode ser determinada por dois ou mais pontos; o platô é representado pela média aritmética dos pontos que o compõe; o nível ótimo é determinado pelo ponto de intersecção entre a reta e o platô; o melhor modelo é aquele cuja soma dos quadrados dos desvios é a menor.

Com base nesses critérios, o autor recomenda um procedimento para o ajustamento do LRP aos dados obtidos em ensaios dose-resposta. No entanto, uma maneira mais fácil e rápida para ajustar os dados ao modelo é por meio de SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1997) segundo o procedimento Regressões (Linear Response Plateau). Partindo de uma regressão linear simples, isto é, uma variável dependente e uma independente, o SAEG ajustará uma equação linear e um plateau para descrever o fenômeno.

Pack (1996) menciona que, embora o modelo LRP tenha um bom ajuste estatístico, não considera os aspectos fisiológicos do animal e a lei de redução dos retornos e, portanto, em muitos casos, subestima a dose ótima.

Modelo Quadrático associado ao platô do LRP

Por esse método, as exigências são determinadas como sendo o primeiro ponto em que a resposta quadrática intercepta o platô do LRP. Esse ponto pode ser definido matematicamente, igualando-se a equação quadrática ao valor da variável de desempenho estabelecido pelo platô do LRP. Considerando-se a equação quadrática como:

$$Y = ax^2 + bx + c,$$

Os pontos de intersecção (exigência) do platô com a curva são calculados pela equação:

$$X = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a(c-y)}}{2a}$$

A vantagem deste modelo é que o nível ótimo encontrado não é alto como o geralmente estimado pela derivação da função quadrática, nem tão baixo como o observado no modelo LRP, passando a ser intermediário, no ponto de encontro entre a reta da equação e o platô.

Modelo exponencial

O modelo exponencial baseia-se no conceito de que a resposta animal reduz à medida que se aproxima do máximo desempenho ou mínimo no caso da conversão alimentar (Sakomura & Rostagno, 2007). Há várias maneiras de expressar a função exponencial, a mais usada é representada pela equação:

$$Y = a + b (1 - e^{-c(x-d)})$$

Em que Y é a produção; x é a dose do nutriente; a representa o desempenho ao nível do nutriente da dieta basal; b a diferença entre a mínima e máxima resposta à adição do nutriente; c a inclinação da curva; e d o nível do nutriente da dieta basal.

Apesar do modelo exponencial proporcionar um excelente ajuste às respostas biológicas do animal, apresenta a dificuldade no estabelecimento do nível ótimo. Para definir o nível ótimo, é atribuída uma porcentagem da resposta assintótica que, segundo a literatura, tem variado de 95% a 99%. Dessa forma, considerando-se 95%, a dose ótima pode ser calculada por: $(\ln 0,05/-c) + d$, em que c é a inclinação da curva e d é o nível do nutriente da basal.

2.8 – Modelos de Regressão e Requerimentos de Aminoácidos

Os resultados (exigência) podem ser diferentes segundo o critério de resposta ou modelos de regressão utilizados (modelo descontínuo - Linear Response Plateau (LRP), modelo quadrático e modelo exponencial) para estimar o nível ótimo do nutriente. Euclides & Rostagno (2001) citam que a aplicação de cada um dos modelos dependerá da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos, podendo haver subestimação do nível ótimo, no caso do LRP. No entanto a função quadrática que aparentemente apresenta vantagem na determinação da exigência nutricional por

estimar o desempenho máximo possível, apresenta desvantagens de superestimar esses valores. A combinação dos dois modelos seria a melhor recomendação, segundo Euclides & Rostagno (2001), mediante o uso de equação quadrática de resposta, associada ao platô. Outra opção usada pelos pesquisadores seria a aplicação de um intervalo de confiança de 95% do valor estimado pela equação quadrática ou a utilização de equações exponenciais (Campos, 2009). Entretanto, o modelo exponencial pode descrever melhor as pequenas melhorias no desempenho animal com os incrementos das doses.

Para realizar uma comparação mais apurada das diferentes metodologias, Euclides e Rostagno (2001) juntaram os dados de cinco experimentos com seis níveis de lisina digestível de duas teses de doutorado da Universidade Federal de Viçosa. Barboza (1998) e Costa (2000) utilizaram frangos de corte machos, na fase de 15 ou 22 a 40 dias de idade, provenientes das empresas Hubbard (2 experimentos) e Ross (3 experimentos). As variáveis analisadas foram: ganho de peso, conversão alimentar e peito com osso. Com a aplicação de todas as metodologias propostas, a porcentagem de lisina digestível recomendada na formulação de rações para frangos de corte machos, apresentou pouca variação: 0,910% a 0,992%, 0,915% a 1,002% e 0,935% a 1,015%, para ganho de peso, conversão alimentar e peito com osso, respectivamente. O LRP mostrou tendência a subestimar e o quadrático a superestimar as exigências de lisina.

Portanto, a aplicação e escolha dos modelos dependerão da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos. O pesquisador deve conhecer os modelos, saber as suas vantagens e limitações. Deve analisar seus dados, aplicar os modelos disponíveis e optar por aquele que melhor ajustar aos dados obtidos, para definir o nível ótimo do nutriente, conforme objetivo da pesquisa.

2.9 - Parâmetros Produtivos e Requerimentos de Aminoácidos

Diferentes requerimentos de aminoácidos para frangos de corte podem ser determinados de acordo com os parâmetros produtivos e condição de processamento. A exigência ideal que proporciona a melhor resposta de cada parâmetro pode ser ordenada desta maneira: Ganho de peso < Rendimento de peito < Conversão < Gordura abdominal. Assim, a gordura abdominal e a conversão alimentar proporcionam as maiores exigências dos aminoácidos, enquanto que o ganho de peso e o rendimento de

peito determinam as menores exigências. Rodrigueira (2000) observou maior exigência de metionina + cistina para o conteúdo de gordura na carcaça (0,848%) e menor para rendimento de peito (0,740%).

Com o objetivo de determinar o melhor nível de lisina total e de lisina digestível para frangos de corte Ross, Costa et al (2001) observaram que as necessidades nutricionais variam de acordo com os parâmetros escolhido, com a idade e o sexo, sendo que as maiores exigências foram determinadas quando se utilizou a conversão alimentar como parâmetro, e a menor quando utilizou-se o ganho de peso ou o rendimento de peito.

Entretanto, experimentos recentes (Berres et al., 2010 e Corzo et al., 2010) verificaram que a relação Ile:Lys para se obter maior rendimento de peito é superior as que proporcionam maior ganho de peso ou melhor conversão alimentar. Esses resultados demonstraram uma estreita relação entre o aminoácido isoleucina e o rendimento de peito das aves.

O mercado de frango de corte aumenta a cada ano e conseqüentemente novos objetivos econômicos são visados como a homogeneidade de lote. Obviamente a exigência do aminoácido deve ser ajustada de acordo com o objetivo principal do mercado, entretanto o melhor e mais utilizado parâmetro para se calcular a exigência de um aminoácido é a conversão alimentar.

3 – REFERÊNCIAS

- AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION. Importância da Treonina na Nutrição de Suínos. **Informativo**, 2007. Acessado em 10/2/2010. Disponível em: www.lisina.com.br.
- ALBINO, L.F.T. **Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte**. 1991. 141p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.
- ALLEN, N. K.; BAKER, D. H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. **Poultry Science**, Champaign, v.51, p.1292–1298, 1972.
- ATENCIO, A; L F T. ALBINO, H S. ROSTAGNO, D. C. OLIVEIRA, F. M VIEITES & J. R. PUPA. Exigência de arginina digestível para frangos de corte machos em diferentes fases. **Ver. Brás. Zootec.**, v.33, p. 1456 – 1466, 2004.
- BAKER, D.H., HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1441-7, 1994.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, N.R. 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.
- BAKER, D. H. **Ideal amino acid patterns for broiler chicks**. In **Amino Acids in Animal Nutrition**. J. F. P. D'Mello (ed.) CABI Publishing, Oxon, UK, p. 223-235, 2003.
- BARBOSA, R.J. **Exigência de Metionina-Cistina para frangos de corte na fase de crescimento a acabamento**. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998. 82 p.
- BELLAVER, C., BRUM, P.A.R. de. et al. Utilização de dietas com base na proteína ideal para frangos de corte de 1 a 42 dias utilizando farinha de vísceras de aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola. Suplemento 3**. Trabalhos de Pesquisa. p.44-45. FACTA. Campinas. 2001.
- BENTON, D. A., HARPER, A. E., SPIVEY, H. E., ELVEHJEM., C. A. Leucine, isoleucine, and valine relationships in the rat. **Arch. Biochem. Biophys.**, v. 60, p. 147–155, 1956.
- BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo**. UFV, Imp. Uni. Pub., n. 156, 1983. 101p.
- BRAKE J., BALNAVE D., DIBNER J.J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. **Brit. Poultry Sci.**, v. 39, p. 639-647, 1998.

- CAMPOS A, SALGUERO S, NOGUEIRA E T, ALBINO L F & ROSTAGNO H S. Formulacon en Base a Proteína Ideal y Energía en Nutricion de Aves. In: CONGRESSO AMEVEA. **Anais...** CD, Lima, Perú, Maio, 18p. 2009.
- CASTRO, A. J., et al. Exigência de tryptofano para Frangos de Corte de 1 A 21 Dias de Idade. **Rev. Bras. Zootec**, v. 29, n. 6, p. 1743-1749, 2000.
- COSTA, F.G.P. **Níveis dietéticos de lisina e proteína bruta para frangos de corte.** 2000, 131p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.
- CORZO, A; MORAN, E. ; HOEHLER, D. Arginine need of heavy broiler males: Applying the ideal protein concept. **Poultry Sci.**, v.82, p. 402 – 407, 2003.
- CORZO, A.; MORAN, E.T.; HOEHLER, D. Valine Needs of Male Broilers from 42 to 56 Days of Age. **Poultry Science**, v.83, p. 946–951, 2004.
- CORZO, A., MORAN , E. T., HOEHLER, D., LEMME, A. Dietary tryptophan need of broiler males from forty two to fifty six days of age. **Poultry Sci.**, v.84, p.226-231, 2005.
- CORZO, A, KIDD, M. T., DOZIER, W., VIEIRA, S. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diets. **J. Applied Poultry Research**, v.16, p. 546 – 554, 2007.
- CORZO, A., DOZIER III, W.A., KIDD, M.T. Valine Nutrient Recommendations for Ross × Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, v.87, p.335-338, 2008.
- COSTA, F.G.P, ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L F. T. et al. Níveis dietticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n 5, p.1498-1505, 2001.
- D’MELLO, J.P.F.; LEWIS, D. Amino acid interactions in chick nutrition. 2. The interrelationship between leucine, isoleucine, and valine. **British Poultry Science**, London, v. 11, p. 313-323, 1970.
- DESCHEPPER, K., DEGROOTE, G. Effect of dietary protein, essential and non essential amino acids on the performance and carcass composition of male broilers chickens. **British Poultry Science**, v.36, n.2, p. 229-245,1995.
- DIONIZIO, M. A. **Níveis protéicos e suplementacoo aminoacídica na dieta de frangos de corte na fase de crescimento.** Tese de Doutorado. UFV, Viçosa. 2005. 106p.
- DUARTE, K. F. **Critérios de avaliaoo das exigências em treonina, triptofano, valina e isoleucina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.** 2009. 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Campus de Jaboticabal. 2009.
- EMMERT, J.L.Y., BAKER, D.H. Use of the idel protein concept for presicion formulation of amino acid levels en broiler diets. **J.Appl. Poult. Res.**, v.6, n 4, p. 462-470, 1997.

- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. et al. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu. p.77-88, 2001.
- FANCHER, B., JENSEN, L.S. Influence on performance of three to six week old broilers of varying dietary protein contents with supplementation of essential amino acid requirements. **Poultry Science**. v.68, p. 113 – 123, 1989a.
- FANCHER, B., JENSEN, L.S. Male broiler performance during the starting and growing periods as affected by dietary proteins, essential amino acids, and potassium levels . **Poultry Science**. v.68, p. 113 – 123, 1989b.
- FERKET, P.R.; VAN HEUGTEN, E.; VAN KEMPEN, T.L.A.T.G. AND ANGEL, R. Nutritional strategies to reduce environmental emissions from nonruminants. **Journal Animal Sci.**, v. 80, suppl.2, p. 168-182, 2002.
- GERAERT, P.A., MANSUY, E., JAKOB, S., DALIBARD, P. Nutritional Concepts to determine amino acid requirement for poultry.11th European Poultry Congress. Bremen, Germany, **Anais...**Cd, 9p, 2002.
- HACKENHAAR, L., LEMME, A. Como reduzir o nível de proteína em dietas de frangos de corte, garantindo performance e reduzindo custos. In: VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura, 2005. Goiânia, Brasil. **Anais...** p.85-95, 2005.
- HALE, L. L., BARBER, S. J., CORZO, A., KIDD, M. T. Isoleucine Needs of Thirty- to Forty-Two-Day-Old Female Chickens: Growth and Carcass Responses. **Poultry Science**, v. 83, p.1986–199, 2004.
- HAN, Y.; USZUKI, H.; PARSON, C.M., BAKER, D.H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, v.71, n.7, p. 1168-1178, 1992.
- 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
- HOLSHEIMER, J.P., JANSSEN, W.M.M.A. Limiting amino acids in low protein maize soybean meal diets fed to broiler chicks from 3 to 7 weeks of age. **British Poultry Science**. v. 32, p. 151 – 158, 1991.
- KIDD, M.T., KERR, B.J. Threonine for poultry: A review. **Journal Applied Poultry Research**, v.5, p.358-367, 1996.
- KIDD, M. T., BURNHAM, D. J., KERR, B. J. Dietary isoleucine responses in male broiler chickens. **Br. Poult. Sci.**, v.45, p.67–75, 2004.
- KLASSING, K.C., JARRELL, V.L. Regulation of protein degradation in chick muscle by several hormones and metabolites. **Poultry Science**, v.64, n.4, p. 694-699, 1985.

- LECLERCQ, B. Specific Effects of Lysine on Broiler Production: Comparison with Threonine and Valine. **Poultry Science**, v.77, p.118–123. 1998.
- LEESON, S. & SUMMERS J. D. **Nutrition Of the chicken**. 4th edition. P. 591, 2001.
- LIPPENS, M. Amino acid requirement in poultry. 1-11. Mack, S., D. Bercovici, G. de Groote, B. Leclercq, M. Lippens, M. Pack, J. B. Schutte, and S. van Cauwenberghe. 1999. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **Br. Poultry. Sci.**, v. 40, p. 257-265,1997.
- LORA, A, PENA, S., ALBINO, L.F T, LOPES, D C., ROSTAGNO, H.S. Redução da excreção de nutrientes pelo uso de diferentes estratégias nutricionais em aves e suínos. In: V SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2008, Cascavel, **Anais...** Cascavel: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, p. 113 - 124, 2008.
- LUVISA, L. **Desempenho de frangos de corte sexados, alimentados pelos conceitos protéicos convencional versus ideal**. 2000. 90f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 2000.
- MACHADO, G.S., FONTES, O.D. Ativação do sistema imune e sua correlação com a produção e a nutrição de suínos. **Cadernos Tecnicos Veterinaria Zootecnia**, n.42, p. 27-44, 2003.
- MACK, S., D. BERCOVICI, G. DE GROOTE, B. LECLERCQ, M. LIPPENS, M. PACK, J. B. SCHUTTE AND S. VAN CAUWENBERGHE,. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **Br. Poult. Sci.** , v.40, p. 257-265, 1999.
- MCLEOD, M., Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chickens. **British Poult. Sci.**, v. 38, p.405-411, 1997.
- MENDES, A.A.; WATKINS, S.E.; ENGLAND, J.A. et al. Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poultry Science**, v.76, n.3, p.472-481, 1997.
- MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964.
- NRC, National Research Council. Nutrients Requirements of Poultry. 9th. ed. National Academic Press, Washington D.C.: 1994. 155p.
- PACK, M. **Ideal protein in broilers**. In. FEEDBACK SPECIAL; Frankfurt, Alemanha. p. 01-13, 1996.
- PARR, J.F., SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acids excess in broilers diet. **Poultry Science**, v.70, n.7, p.1540-1549, 1991.

- PESTI, G.M., Proteína (aminoácido) para frangos de corte. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas – SP. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de ciência e tecnologia avícolas, p. 97 – 110, 1999
- PINCHASOV, Y.; MENDONÇA, C.X.; Jensen, L.S. Broiler chicken response to low protein diets supplemented with amino acids. **Poultry Science**, v.69, p. 1959 – 1955, 1990.
- RATHMACHER, J. A. **Measurement and significance of protein turnover.** In: **Farm animal metabolism and nutrition.** Wallingford: CAB International, p. 25-48, 2000.
- RODEHUTSCOR, M., FATUFE, A. A. Protein and valine gain of broilers in response to supplemented L-valine. In: 15TH European Symposium on Poultry Nutrition, 2005. Balatonfüred, Hungria. **Anais...** p.523-525, 2005.
- RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.2, p.507-517, 2000.
- ROSA, A. P., PESTI, G. M., EDWARDS, H. M., BAKALLI, R. Tryptophan requirements of different broiler genotypes. **Poult Sci.**, v.80, p.1718-1722, 2001.
- ROSTAGNO, H.S. Programa de alimentação e nutrição para frangos de corte adequados ao clima. In: CONFERÊNCIA APINCO. Simpósio Internacional Sobre Ambiente e Instalações na Avicultura Industrial. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, **Anais...** 1995, p. 11-19.
- ROSTAGNO, H.S.; J.G. VARGAS JR; L.F.T ALBINO; et.al. Níveis de proteína e de aminoácidos em rações de pinto de corte. **Rev. Brás. Ciência Avícola**, suplemento 4, p.49, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.L.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- SHAN, A S, K G STERLING, G M PESTI et al. The influence of temperature on threonine and tryptophan requirements of Young broilers. **Poultry Sci.**, v. 82, p.1154-1162, 2003.
- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. I SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGÍA LÍQUIDA E MODELAGEM. **Anais...** Santa Maria, RS-Brasil, p. 27-43, 2001.
- SUMMERS, J.D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J.L. Broiler weigh gain and carcass composition when fed diets varying in amino acids balance, dietary energy and protein level. **Poultry Science**, v. 71, n. 2, p. 263 – 273, 1992.

- TAVERNARI, F C, G R. LELIS, RA VIEIRA, HS ROSTAGNO, LFT ALBINO, L HACKENHAAR. Exigência de valina para frangos de corte na fase inicial. Conferencia FACTA, Porto Alegre, **Anais...** CD p NU22, 2009.
- TOLEDO, R.S. **Exigência nutricional de lisina e de proteína bruta para frangos de corte criados em ambiente limpo e sujo.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- TUTTLE, W. L.; BALLOUN, S. L. Leucine, isoleucine and valine interactions in turkey poults. **Poultry Science**, Champaing, v. 55, p. 1737–1743, 1976.
- WAGUESPACK, A M, S. POWELL, T D. BIDNER, R. L. PAYNE & L. L SOUTHERN. Effect of incremental levels of L-lysine and determination of the limiting amino acids in low crude protein corn-soybean meal diets for broilers. **Poultry Sci.**, v. 88, p. 1218 – 1226, 2009.
- WALDROUP, P.W., MITCHEL, R.J., PAYNE, J.R. et. al. Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels essential amino acids. **Poultry Science**, v.55, p.243 – 253, 1976.
- ZAVIEZO, D. Concepto de proteína ideal, requerimientos de aminoácidos de pollos y gallinas. **Avicultura Profesional** , vol.18, nº 7, 2000.

CAPÍTULO 1

RELAÇÕES VALINA:LISINA DIGESTÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE DURANTE O PERÍODO INICIAL E DE CRESCIMENTO

RESUMO - Dois experimentos foram realizados com o objetivo de determinar a relação adequada de Valina:Lisina digestível (Val:Lys dig.) para frangos de corte machos, Cobb 500, em dois períodos: 7 a 21 dias (inicial) e 28 a 40 dias (crescimento) de idade. Um total de 1200 frangos no período inicial, e 960 no de crescimento foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco relações Val:Lys dig., oito repetições e 25 e 20 aves por unidade experimental no período inicial e de crescimento, respectivamente. As dietas experimentais foram formuladas atendendo as exigências mínimas dos nutrientes para os dois períodos, exceto para Lisina digestível, sendo utilizado o valor de 1.08% para o inicial e 0.98% para o crescimento. As relações Val:Lys dig. utilizadas no inicial foram de 69 (0.745% Val dig.); 72; 75; 78 e 81%, e no crescimento de 72 (0.706% Val dig.), 74.5; 77; 79.5; 82%. Um tratamento controle (C+) contendo adequado nível de Lisina dig. (1.146% inicial e 1,05% crescimento) foram incluídos no desenho experimental de cada experimento. No final de cada experimento foram avaliados o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça. No período inicial, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de file de peito apresentaram resposta quadrática ($P < 0.05$), descritos pelas equações $Y = -2592.78 + 89.58 \text{ Val} - 0.59 \text{ Val}^2$ ($R^2 = 0.97$), $Y = -5.169 + 0.093 \text{ Val} - 0.00058 \text{ Val}^2$ ($R^2 = 0.92$) e $Y = -55.587 + 1.861 \text{ Val} - 0.012 \text{ Val}^2$ ($R^2 = 0.81$), respectivamente. Baseado na média dos resultados, o valor da relação Val:Lys dig. indicado para esse período é de 77% correspondendo a uma exigência nutricional de 0,8316% Val digestível. No período crescimento, houve efeito quadrático ($P < 0.05$) para conversão alimentar ($Y = 11.79 - 0.2522 \text{ Val} + 0.00159 \text{ Val}^2$; $R^2 = 0.94$) e peso de file de peito ($Y = -1862.17 + 59.47 \text{ Val} - 0.3772 \text{ Val}^2$; $R^2 = 0.89$), indicando que a relação Val:Lys dig. de 78% ou 0,7644% Val digestível é suficiente para maximizar o desempenho.

Palavras-Chave: lisina, proteína ideal, requerimento, valina

ABSTRACT - Digestible valine:lysine ratios for broilers during the starter and finisher periods. Two experiments were carried out to evaluate digestible Val:Lys ratios for male Cobb 500 broilers in two periods: 7 - 21 (starter) and 28 - 40 (finisher) days of age. A total of 1200 starter and 960 finisher broilers were distributed in a completely randomized experimental design with five digestible Val:Lys ratios and eight replicates of 25 and 20 birds per experimental unit (EU) in the starter and the finisher period, respectively. Diets were formulated to meet or exceed the nutritional requirements in both periods, except for digestible Lys (1.08% and 0.98% for the starter and finisher periods, respectively). The following digestible Val:Lys ratios were used in the starter period 69 (0.745% dig Val), 72, 75, 78, and 81%, and in the finisher period were 72 (0.706% dig Val), 74.5, 77, 79.5, and 82%. A control (C+) treatment containing adequate lysine (1.146% start and 1.05% finisher) were included in the experimental design of each experiment. In the end of each experiments were made calculations the weight gain, feed conversion and the carcass characteristics. In the starter period, the birds weight gain, feed conversion ratio, and breast fillet yield presented a quadratic response ($P < 0.05$) to Val:Lys ratios, as described by the equations $Y = - 2592.8 + 89.58 \text{ Val} - 0.59 \text{ Val}^2$ ($R^2 = 0.97$), $Y = - 5.17 + 0.093 \text{ Val} - 0.00058 \text{ Val}^2$ ($R^2 = 0.92$) and $Y = - 55.59 + 1.861 \text{ Val} - 0.012 \text{ Val}^2$ ($R^2 = 0.81$), respectively. The recommended dietary digestible Val:Lys ratio for the starter phase is 77% or 0.8316% digestible Val. In the finisher phase, there was a quadratic effect ($P < 0.05$) on feed conversion ratio ($Y = 11.8 - 0.2522 \text{ Val} + 0.00159 \text{ Val}^2$, $R^2 = 0.94$) and breast fillet yield ($Y = - 1862.2 + 59.47 \text{ Val} - 0.3772 \text{ Val}^2$; $R^2 = 0.89$). These results indicate that a Val:Lys ratio of 78% or 0.7644% digestible Val is sufficient to maximize broiler performance during the finisher phase.

Key Words: lysine, performance, requirement, valine,

1- INTRODUÇÃO

A alimentação nas aves representa aproximadamente 70% do custo total de produção e é determinante do desempenho animal. Dessa forma, é necessário o estabelecimento de níveis nutricionais mínimos que promovam o máximo desempenho produtivo animal por um menor custo.

Além do alto preço das fontes protéicas utilizadas na alimentação das aves, existe a preocupação com a poluição ambiental, provocada pelo excesso de proteína nas dietas de frangos de corte, o que resulta em aumento da excreção de nitrogênio e da emissão de amônia (Lora et al 2008).

Durante muitos anos, as formulações de rações para aves foram baseadas no conceito de proteína bruta, o que resultou em dietas com conteúdo de aminoácidos deficientes ou acima do exigido pelos animais. Com a produção industrial de aminoácidos, as dietas passaram a ser formuladas com menor nível protéico e os aminoácidos mais próximos das necessidades dos frangos de corte, surgindo o conceito de proteína ideal.

De acordo com Emmert & Baker (1997) a proteína ideal pode ser definida como o balanceamento exato dos aminoácidos, sem deficiências ou sobras, com o objetivo de satisfazer os requisitos absolutos de todos os aminoácidos para manutenção e para ganho máximo de proteína corporal. Isto reduz o uso dos aminoácidos como fonte de energia e diminuindo a excreção de nitrogênio.

Dessa forma, na proteína ideal, todos os aminoácidos se encontram em uma relação ideal e são igualmente limitantes, ou seja, qualquer diminuição no nível de um aminoácido resultará em deficiência e a proteína deixará de ser ideal. Portanto, é necessário conhecer a exigência e a relação com a lisina de todos os aminoácidos essenciais.

Na fase de crescimento e terminação de frangos de corte, a valina é o quarto aminoácido limitante em dietas a base de milho e farelo de soja, sendo importante conhecer sua exigência, especialmente para as dietas formuladas com baixos níveis de proteína onde são suplementados os aminoácidos industriais metionina, lisina e treonina. Entretanto, informações sobre a exigência ou a relação com a lisina da valina (Val) são escassas e apresentam grande variação em seu perfil ideal. De acordo com

vários autores, o perfil da proteína ideal da valina digestível varia entre 75 – 82% com relação à lisina digestível.

Com o aumento da idade dos frangos ocorre uma elevação na proporção ideal para a valina, uma vez que a exigência de manutenção desse aminoácido aumenta em proporção maior que para a lisina (Baker & Han, 1994).

Corzo et al (2007) utilizando dietas vegetais a base de milho e farelo de amendoim contendo diferentes níveis de valina digestível (0,59 a 0,84%), concluíram que a relação Val:Lys dig. de 78% (0,74% na dieta) foi adequada para frangos de corte no período de 21 a 42 dias de idade. Em outro experimento Corzo et al. (2008) concluíram que a exigência de valina digestível para frangos Ross de 0 a 14, 14 a 28 e 28 a 42 dias foi de 0.91, 0.86 e 0.78%, respectivamente. Levando em consideração o conteúdo de lisina das dietas experimentais, estes valores correspondem a uma relação Val:Lys dig. entre 76 e 78%. Entretanto, Tavernari et al. (2009) relataram que a melhor relação Val:Lys dig para a fase inicial (08 a 21 dias) de frangos de corte machos, é de 76,5%, este valor corresponde a 0,82% de valina na dieta.

A relação Val:Lys dig. recomendada para os frangos de corte em determinada idade podem variar dependendo do modelo de regressão e parâmetro adotados. A aplicação e escolha dos modelos dependerão da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos.

Diante deste contexto, foi desenvolvido dois experimentos com o objetivo de quantificar a relação Val:Lys dig. que proporciona o melhor desempenho de frangos de corte, machos, Cobb 500, nos períodos de 8 a 21 dias (inicial) e de 28 a 40 dias (crescimento) de idade.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1- EXPERIMENTO 1

2.1.1- Local e duração

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em novembro de 2008.

2.1.2 - Animais

1200 frangos de corte machos, Cobb 500, foram utilizados de 8 a 21 dias idade, com peso médio inicial de 198 gramas.

2.1.3 - Instalações e manejo

De 1 a 7 dias de idade as aves foram criadas em galpão de alvenaria dentro de círculos de proteção, recebendo ração pré-inicial formulada a base de milho e farelo de soja atendendo as exigências propostas por Rostagno et al. (2005), e manejadas segundo manual da linhagem. Aos 8 dias de idade os pintos foram transferidos para galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 m x 2,0 m, com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tubular. O aquecimento artificial dos pintos foi feito utilizando-se uma lâmpada de infravermelho de 250w/box. Durante todo o período experimental as aves receberam ração e água à vontade e diariamente foram registradas as temperaturas máximas e mínimas no interior das instalações, por meio de quatro termômetros colocados na altura das aves localizados em diferentes partes da instalação. O programa de luz utilizado nos dois experimentos foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial).

2.1.4 – Delineamentos e Dietas experimentais

Aos 8 dias os pintos foram pesados e distribuídas num delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos, 8 repetições e 25 aves por unidade experimental (tabela 2).

Tabela 2 – Tratamentos experimentais do período inicial (7-21 dias)

Tratamentos	Relação Val:Lys digestível (%)	Val /Lys digestível (%)
Val 69	69,0	0,745 / 1,08
Val 72	72,0	0,778 / 1,08
Val 75	75,0	0,810 / 1,08
Val 78	78,0	0,842 / 1,08
Val 81	81,0	0,875 / 1,08
Controle (C+)	76,4	0,875 / 1,146

A dieta basal, apresentada na tabela 3, foi formulada segundo recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para valina e lisina. O nível de lisina digestível foi calculado para ser 94% (1,08%) do valor registrado nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005), com a finalidade de se evitar o possível excesso desse aminoácido.

Foram avaliados cinco diferentes relações Val:Lys dig. (69; 72; 75; 78 e 81%). A relação Val:Lys dig. na dieta basal foi de 69%, as demais relações foram obtidas mediante a suplementação de L-Valina em substituição ao amido (Tabela 4).

Um tratamento Controle (C+) contendo lisina adequada (1,146%) foi incluído no ensaio experimental, com o objetivo de verificar a deficiência de lisina das rações experimentais sobre o desempenho das aves.

As relações Val:Lys dig. das dietas foram avaliadas através da análise aminoacídicas, realizada pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition (Tabela 4). A cromatografia Líquida de Alta Eficiência ou HPLC é uma técnica cromatográfica de separação de misturas e identificação de seus componentes. Os constituintes da amostra são particionados em duas fases, uma estacionária e a outra um fluido insolúvel que percola através da primeira. A fase móvel à alta pressão, permite uma redução no diâmetro das partículas da fase estacionária, localizada no interior da coluna cromatográfica. O uso de partículas menores (na ordem de 5,0 µm) no recheio da coluna resulta em uma área superficial, o sítio de adsorção, maior (geralmente da ordem de centenas de metros quadrados por grama de fase estacionária), o que promove uma separação mais eficiente dos componentes da amostra (Ciola, 1998).

Tabela 3 - Composição da dieta basal – Inicial (8-21 dias)

Ingredientes	Ração Basal (Val 69)
Milho	67,740
Soja Farelo	15,000
Farinha de Carne e Ossos 45%	4,000
Farinha de Peixe	4,000
Ac. Glutâmico	2,000
Plasma Sanguíneo	1,300
Óleo de soja	1,000
Amido	0,466
Lisina HCl, 99%	0,362
DL-Metionina, 99%	0,297
Glicina	0,200
L-Treonina, 98%	0,155
L-Arginina	0,208
L-Isoleucina	0,179
L-Valina	0,003
L-Triptofano	0,022
Calcário	0,365
Fosfato bicalcico	0,270
Sal comum	0,285
Carbonato de K	0,300
Mistura Mineral ¹	0,050
Mistura Vitamínica ²	0,120
Cloreto de Colina, 60%	0,100
Coxistac	0,055
BHT	0,010
Areia Lavada	1,514
Total	100,000
Valores Calculados	
EM, kcal/kg.	3.085
Proteína bruta, %	18,84
Cálcio, %	0,883
Fósforo disponível, %	0,450
Sódio %	0,225
Potássio %	0,685
Cloro %	0,363
Lisina digestível, %	1,080
Treonina digestível, %	0,745
Met. + Cis. digestível, %	0,884
Glicina.+ Serina, %	2,075
Arginina digestível, %	1,203
Isoleucina digestível, %	0,788
Valina digestível, %	0,745
Triptofano digestível, %	0,184

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0, 25 mg.

Tabela 4 – Composição das rações experimentais – Inicial (8-21 dias)

Composição						
Ingredientes/ Tratamentos	1	2	3	4	5	C +
Amido	0,466	0,433	0,400	0,367	0,334	0,250
L-Valina	0,003	0,036	0,068	0,101	0,134	0,134
Lisina HCl, 99%	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,446
Valores Calculados						
EM, kcal/kg.	3.085	3.085	3.085	3.085	3.085	3.085
Proteína bruta, %	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84
Lisina total, %	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,273
Lisina digestível, %	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,146
Valina total, %	0,832	0,868	0,904	0,941	0,977	0,977
Valina digestível, %	0,745	0,778	0,810	0,842	0,875	0,875
Relação Val:Lys Dig., %	69,0	72,0	75,0	78,0	81,0	76,4
Valores Determinados						
Lisina Total, %*	1,170	1,172	1,176	1,075	1,078	1,130
Valina Total, % *	0,830	0,867	0,901	0,944	0,974	0,978

*Valores determinados através de análise aminoacídica das rações via HPLC

2.1.5 – Coletas de dados e características avaliadas

As aves e as rações foram pesadas no início e no final do experimento, para obter os parâmetros avaliados, que foram: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar aos 21 dias de idade. A mortalidade foi registrada para ser considerada durante a correção dos dados de desempenho.

No fim do experimento, após um jejum de 12 horas, foram abatidas quatro aves por unidade experimental, com peso médio da repetição, para a determinação do rendimento de peito sem pele e com osso (RP) e de filé de peito (RF). O RP e RF foram feitos em relação ao peso vivo em jejum.

2.1.6 – Análises estatísticas

Os parâmetros de desempenho e de rendimento de carcaça avaliados foram submetidos a duas avaliações estatísticas por intermédio do software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV (2000).

Na primeira análise, para verificar o efeito do nível de lisina sobre o desenvolvimento das aves, foi realizada uma ANOVA com subsequente teste de médias Dunnett ao nível $P < 0,05$.

Na segunda análise, as cinco relações Val:Lys dig. estudadas foram submetidos à análise de regressão. Foram obtidas equações de regressão (Linear, Quadrático, Resposta Linear Platô e Exponencial) para cada variável estudada. A relação Val: Lys dig. foi obtida após análise dos resultados e a escolha do modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados obtidos.

2.2 – Experimento 2

2.2.1- Local e duração

O experimento, com duração de 12 dias foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de novembro a dezembro de 2008.

2.2.2 - Animais

Foram utilizados 960 frangos de corte machos, Cobb 500, de 28 a 40 dias, com peso médio de 1,360 Kg.

2.2.3 - Instalações e manejo

As aves foram criadas até os 28 dias em galpões de alvenaria recebendo ração pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 28 dias) formulada a base de milho e farelo de soja e manejo segundo manual da linhagem. As exigências nutricionais dos frangos de corte, para a fase pré-inicial e inicial seguiram as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). Aos 28 dias de idade as aves foram alojadas em galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 m x 2,0 m com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tubular, sendo a água e ração fornecidas à vontade.

As temperaturas de mínima e máxima foram acompanhadas diariamente (7h), durante todo o experimento, por meio de quatro termômetros localizados em diferentes partes da instalação. O programa de luz utilizado nos dois experimentos foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial).

2.2.4 – Delineamentos e Dietas experimentais

As aves foram pesadas aos 28 dias e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos, 8 repetições e 20 aves por unidade experimental (tabela 5).

Tabela 5 - Tratamentos experimentais do período de crescimento (28-40 dias)

Tratamentos	Relação Val:Lys digestível (%)	Val /Lys digestível (%)
Val 72	72,0	0,706 / 0,98
Val 74.5	74,5	0,730 / 0,98
Val 77	77,0	0,755 / 0,98
Val 79.5	79,5	0,779 / 0,98
Val 82	82,0	0,804 / 0,98
Controle (C+)	76,6	0,804 / 1,05

A dieta basal foi formulada para atenderem as exigências das aves, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para lisina e valina (Tabela 6). O nível de lisina digestível foi calculado para ser 93% (0,98%) do valor registrado nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005), a fim de se evitar o excesso desse aminoácido, o que poderia interferir nos resultados.

As cinco relações Val:Lys dig. (72; 74,5; 77; 79,5 e 82%) estudadas foram obtidas mediante a suplementação de L-Valina em substituição ao amido da ração basal (Tabela 7).

Com o objetivo de verificar a deficiência de lisina das rações experimentais sobre o desempenho das aves, foi incluído no ensaio experimental um tratamento Controle (C+) contendo lisina adequada (1,05%).

As relações Val:Lys dig. dos tratamentos foram verificadas através da análise aminoacídicas, realizada pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition (Tabela 7).

Tabela 6 - Composição das rações experimentais – Crescimento (28 - 40 dias)

	Val 72
Milho	70,4076
Soja Farelo	10,0421
Farinha de Carne e Ossos 45%	4,0000
Glúten 60%	4,0000
Peixe Farinha	2,0000
Ac. Glutâmico	3,4600
Plasma Sanguíneo	1,0000
Óleo de soja	1,7418
Amido	0,2131
Lisina HCl, 99%	0,4421
DL-Metionina, 99%	0,2551
L-Treonina, 98%	0,1517
L- Isoleucina	0,1760
L-Arginina	0,2766
L-Valina	0,0050
L-Triptofano	0,0611
Calcário	0,4751
Fosfato bicálcico	0,3800
Sal	0,2914
Carbonato de K	0,3063
Cloreto de Colina, 60%	0,1000
Mistura Vitamínica ²	0,1000
Mistura Mineral ¹	0,0500
Coxistac	0,0550
BHT	0,0100
Total	100,000
Valores Calculados	
EM, kcal/kg.	3.250
Proteína bruta, %	18,50
Cálcio, %	0,824
Fósforo disponível, %	0,411
Sódio %	0,205
Potássio %	0,600
Cloro %	0,366
Lisina digestível, %	0,980
Treonina digestível, %	0,697
Met. + Cis. digestível, %	0,777
Glicina.+ Serina, %	1,709
Arginina digestível, %	1,127
Valina digestível, %	0,706
Isoleucina digestível, %	0,745
Triptofano digestível, %	0,196

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0, 25 mg.

Tabela 7 - Composição das rações experimentais - crescimento (28-40 dias)

Composição						
Ingredientes/ Tratamentos	1	2	3	4	5	C +
Amido	0,2131	0,1883	0,1634	0,1385	0,1136	0,0246
L-Valina	0,0050	0,0298	0,0547	0,0796	0,1045	0,1045
Lisina HCl, 99%	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,531
Valores Calculados						
EM, kcal/kg.	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250
Proteína bruta, %	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
Lisina total, %	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,154
Lisina digestível, %	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	1,050
Valina total, %	0,788	0,816	0,843	0,870	0,898	0,898
Valina digestível, %	0,706	0,734	0,759	0,779	0,804	0,804
Relação Val:Lys Dig., %	72,0	74,5	77,0	79,5	82,0	76,0
Valores Determinados						
Lisina Total, %*	1,055	1,057	1,055	1,052	1,049	1,142
Valina Total, % *	0,782	0,819	0,838	0,868	0,899	0,895

*Valores determinados através de análise aminoacídica das rações via HPLC

2.5 – Coleta de dados e características avaliadas

Foi determinado o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos 21 a 40 dias de idade. A mortalidade foi registrada para ser considerada durante a correção dos dados de desempenho.

No 40º dia após um jejum de 12 horas, quatro aves por unidade experimental, com peso médio da repetição, foram abatidas para a determinação do peso da carcaça (PC), do peito com pele e osso (PP) e do filé de peito (PF) e seus respectivos rendimentos. O rendimento de carcaça foi feito em relação ao peso vivo das aves ao abate, enquanto os rendimentos de peito e de filé de peito foram feitos em relação à carcaça eviscerada (cabeça, pés, pescoço e vísceras).

2.6 – Análises estatísticas

Os resultados foram submetidos a duas avaliações estatísticas por intermédio do software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV (2000).

Primeiramente, foi realizada uma ANOVA com subsequente teste de médias Dunnett ao nível $P < 0,05$, para se verificar o efeito do nível de lisina sobre o desenvolvimento das aves através da comparação do tratamento Controle (C+) com cada um dos outros cinco tratamentos experimentais.

Posteriormente, as cinco relações Val:Lys dig. estudadas foram submetidos à análise de regressão. Foram obtidas equações de regressão (Linear, Quadrático, Resposta Linear Platô e Exponencial) para cada variável estudada. As relações ideais para cada fase foram obtidas após análise dos resultados e a escolha do modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados obtidos.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

A temperatura média durante o período experimental foi 24,8°C, sendo a média das mínimas de 22,5°C e a média das máximas de 27 °C.

Os valores médios de consumo de ração, de ganho de peso, de conversão alimentar de peso e rendimento de peito e de file de peito e do coeficiente de variação (CV) para a fase de 8 a 21 dias de idade, de acordo com os níveis de lisina na ração e a relação Val:Lys digestível, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), e rendimento de filé de peito (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Valina:Lisina digestível.

Trat	CR (g)	GP (g)	CA	PP (g)	RP (%)	PF (g)	RF (%)
C+ (76.4)	1048,1	742,7	1,411 ^a	194,4 ^a	21,60 ^a	154,9 ^a	17,26 ^a
69,0	1081,5	720,5	1,502 ^b	168,4 ^b	20,51 ^b	133,4 ^b	16,21 ^b
72,0	1085,2	736,1	1,485 ^b	170,2 ^b	20,70 ^b	134,9 ^b	16,38 ^b
75,0	1075,6	741,9	1,450 ^a	190,0 ^a	21,28 ^b	151,5 ^a	16,97 ^a
78,0	1057,4	742,0	1,426 ^a	194,9 ^a	21,85 ^a	155,3 ^a	17,31 ^a
81,0	1041,4	723,3	1,440 ^a	189,6 ^a	21,59 ^a	148,3 ^a	16,85 ^b
Contraste (Dunnett)							
CV (%)	3,18	3,23	2,55	7,46	3,18	7,31	3,56
Regressão (Relações: 69,72,75,78 e 81)							
ANOVA*	L	Q; LRP	Q; LRP; E	L; LRP; E	L; LRP; E	Q; LRP; E	Q; LRP; E
CV (%)	3,32	3,49	2,66	7,85	3,00	7,87	3,51

^{ab} Médias seguidas com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao tratamento C+ pelo teste Dunnett (P<0.05). / ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; LRP = Efeito Linear Response Plateau, E= Efeito Exponencial, *(P<0,05);

Observou-se efeito significativo do nível de lisina digestível sobre a conversão alimentar, o peso e rendimento de peito e o peso e rendimento de filé de peito (P< 0,05).

Avaliando-se o rendimento de peito e de filé, o tratamento C+ (1,146% de lisina digestível) proporcionou melhor resultado apenas do que os tratamentos com 1,08% de lisina digestível e relação Val:Lys dig 69 e 72%. Provavelmente, esses resultados se devem ao fato que o nível de lisina digestível da ração C+ (1,119%) ficou abaixo do esperado (1,146%).

Houve efeito das relações Val:Lys dig. ($P < 0,05$) sobre todos os parâmetros avaliados.

O consumo de ração, o peso e o rendimento do peito apresentaram resposta linear ($P < 0,01$) às relações Val:Lys dig, sendo que o aumento da relação Val:Lys dig. diminuiu o consumo de ração e aumentou o peso e rendimento de peito. Ou seja, a maior relação Val:Lys dig. utilizada neste experimento, não foi suficiente para determinar o ponto de máximo desempenho. Entretanto, as relações Val:Lys dig. influenciaram o ganho de peso, a conversão alimentar e o peso e rendimento de filé de peito de forma quadrática. As equações lineares e quadráticas, assim como seus respectivos coeficientes de regressão e a relação Val:Lys dig. de máxima resposta para cada parâmetro está apresentado na tabela 9.

Tabela 9 - Equações de regressões linear e/ou quadrática para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), e rendimento de filé de peito (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Valina:Lisina dig., R^2 (%), e relação Val:Lys de máxima resposta (RM).

	Linear	R^2	Quadrática	R^2	RM %
CR	$y = 1338,12 - 3,5985x$	86,00	-----	-	81,0
GP	-----	-	$y = - 2592,78 + 89,58x - 0,588x^2$	97,00	76,2
CA	$y = 1,9203 - 0,006x$	82,80	$y = - 5,169 + 0,093x - 0,00058x^2$	92,00	80,2
PP	$y = 15,151 + 2,240x$	73,60	-----	-	81,0
RP	$y = 12,8594 + 0,111x$	83,80	-----	-	81,0
PF	$y = 19,191 + 1,6733x$	63,70	$y = - 1312,56 + 37,301x - 0,238x^2$	79,90	78,4
RF	$y = 11,221 + 0,0737x$	62,10	$y = - 55,587 + 1,861x - 0,012x^2$	81,40	77,5

Pelo modelo quadrático, as relações Val:Lys dig, que proporcionaram respectivamente o melhor ganho de peso, conversão alimentar, e peso e rendimento de

filé de peito foram 76,2, 80,2, 78,4 e 77,5%. Entretanto, as relações ideais obtidas usando o modelo Linear Response Plateau (Tabela 10) para esses parâmetros foram 68,5, 76,4, 75,1 e 74,5.

Tabela 10 - Equações de Linear Response Plateau para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF) e rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentos com dietas de diferentes relações Valina:Lisina dig., R² (%), Plateau e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	Plateau	PI (Val:Lys, %)
GP	$y = 563,22 + 2,3387x$	70,50	723,33 g	68,5
CA	$y = 2,113 - 0,0088x$	97,69	1,440	76,4
PP	$y = 3,3063 - 62.124x$	84,41	189,58 g	76,1
RP	$y = 9,7362 + 0,1544x$	93,95	21,59 %	76,8
PF	$y = - 58,009 + 2,745x$	84,29	14,29 g	75,1
RF	$y = 7,205 + 0,1296x$	94,51	16,85 %	74,5

A associação da equação quadrática com o Plateau (tabela 11) para o ganho de peso, a conversão alimentar, o peso de file e o rendimento de filé, proporcionou resultados semelhantes (69,5, 77,1, 74,6 e 73,8) aos obtidos aplicando-se 95% da quadrática. (72,4, 76,2, 74,4, 73,7). Entretanto pelo modelo exponencial as relações ideais Val:Lys dig. variaram de 83,4 a 88,7% (tabela 12). Na Tabela 13 é apresentado o resumo das relações Val:Lys digestível obtidas pelos diferentes modelos e parâmetros.

Tabela 11 - Regressão Quadrática associado Plateau para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) peso de filé (PF), rendimento do filé (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentos com dietas de diferentes relações Valina:Lisina dig.,Plateau e ponto de intercepto (P).

	Equação	Plateau	P (Val:Lys, %)
GP	$y = - 2592,78 + 89,58x - 0,588x^2$	723,33	69,5
CA	$y = - 5,169 + 0.093x - 0,00058x^2$	1,440	77,1
PF	$y = - 1312,56 + 37,301x - 0,238x^2$	148,29	74,6
RF	$y = - 55,587 + 1,861x - 0,012x^2$	16,85	73,8

Tabela 12 - Equações exponenciais , expressa pela função “ $Y = a + b (1 - e^{-c(x-d)})$ ”, para conversão alimentar (CA), peso de peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF) e rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentos com dietas de diferentes relações Val:Lys dig., R² (%) e a relação Val:Lys ideal (RI).

	Equação	R²	RI (Val:Lys%)
CA	$y = 1,502 - 0,077 (1 - e^{-0.208 (Val - 69)})$	88,30	83,4
PP	$y = 168,425 + 26,455 (1 - e^{-0.176 (Val - 69)})$	79,70	86,0
RP	$y = 20,507 + 1,355 (1 - e^{-0.152 (Val - 69)})$	85,80	88,7
PF	$y = 133,375 + 21,944 (1 - e^{-0.166 (Val - 69)})$	73,60	87,0
RF	$y = 16,212 + 1,098 (1 - e^{-0.178 (Val - 69)})$	72,80	85,8

Tabela 13 - Comparação dos resultados obtidos através dos modelos de regressão Quadrática (Q), 95% Quadrática (95% Q), Linear response Plateau (LRP), Quadrática associado ao Linear response Plateau (Q + P), Exponencial (E) e suas médias.

	Q	95% Q	LRP	Q + P	E
Ganho de peso	76,2	72,4	68,5	69,5	-
Conversão alimentar	80,2	76,2	76,4	79,1	83,4
Peso de peito	-	-	76,1	-	86,0
Rendimento de peito	-	-	76,8	-	88,7
Peso de filé	78,4	74,4	75,1	74,6	87,0
Rendimento de filé	77,5	73,7	74,5	73,8	85,8
Média	78,1	74,2	74,6	74,3	86,2

Como pode-se observar o modelo quadrático tende a superestimar enquanto que o Linear Response Plateau (LRP) tende á subestimar os resultados (Figura 5). Segundo Euclides & Rostagno (2001) a combinação dos dois modelos ou a aplicação de 95% da quadrática seria mais indicado. Rodehutschord & Fatufe (2005), utilizando 95% da quadrática, demonstraram que a exigência de valina total de frangos de corte de 8 a 21 dias para ótima conversão alimentar foi de 0,71%. Esse resultado é diferente do obtido nesse experimento, em que a melhor conversão alimentar foi obtida com 0,91% de valina total (76,2% Val:Lys), utilizando-se o mesmo modelo.

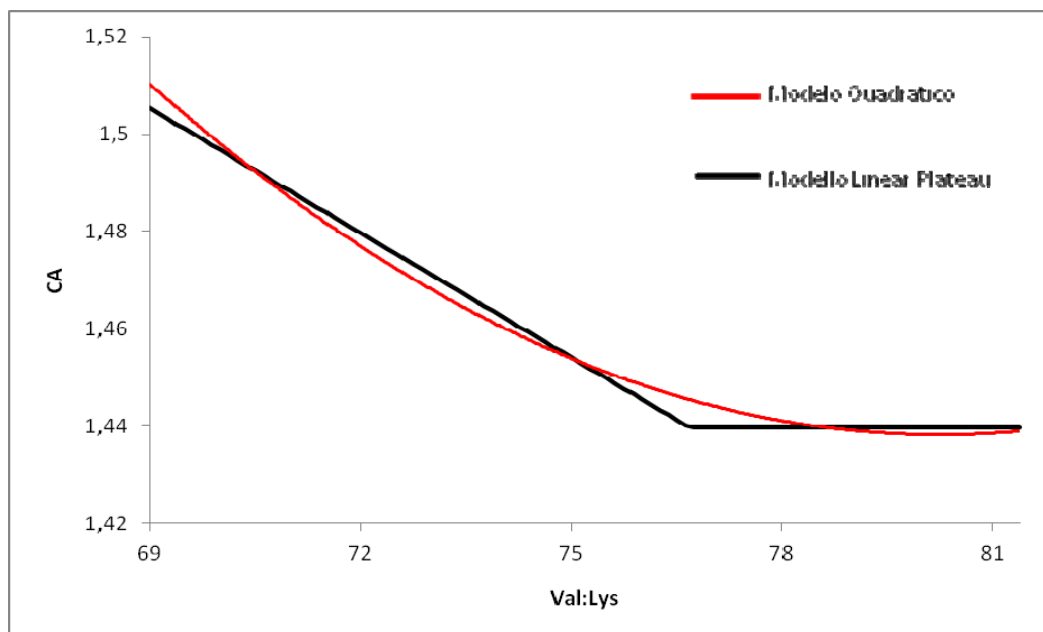


Figura 5. Efeito da relação Val:Lys Dig. sobre a conversão alimentar de frangos de corte de 8 a 21 dias pelos modelos quadráticos e Linear Response Plateau.

O modelo exponencial baseia-se no conceito de que a resposta animal reduz à medida que se aproxima do máximo desempenho (Sakomura & Rostagno, 2007). Entretanto, de maneira geral, as relações Val:lys dig. ideais obtidas usando o modelo exponencial foram superiores aos demais modelos de regressão.

Analisando os resultados da tabela 5, observa-se que a média de todas as relações Val:Lys dig. foi o que melhor retratou a relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos. Assim, a relação Val:Lys de 77% ou 0,8316% Val digestível é ideal para se obter o melhor desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade. Resultados semelhantes foram obtidos por Tavernari et al. (2009), que relataram que a melhor relação Val:Lys digestível para a fase inicial (07 a 21 dias) de frangos de corte macho, é 76,5%, que corresponde a 0,82% de valina na dieta. Entretanto, Baker & Han (1994) e Rostagno et al. (2005) recomendaram uma relação Val:Lys dig. de 78% e 75%, respectivamente, para aves na fase inicial. Segundo Waguespack et al (2009) é necessário uma relação mínima de 77 % (0,97 val dig.) para que não se afete o desempenho de frangos de corte de 0 a 18 dias de idades.

Em 2002, Baker et al. utilizando frangos de corte macho New Hampshire × Plymouth Rock de 8 a 21 dias, determinaram que a relação Val:Lys dig que proporciona maior ganho de peso e menor conversão alimentar foi 77,5% (0,92 val dig.).

Experimentos executados por Corzo et al. (2008) com frangos machos de diferentes idades, concluíram que a exigência de valina digestível para frangos Ross de 0 a 14 dias de idade foram de 0,91%. Levando em consideração o conteúdo de lisina das dietas experimentais, este valor corresponde a uma relação Val:Lys de 76.

Experimento 2

A temperatura média durante o período experimental foi 24,5°C, sendo a média das mínimas de 22°C e a média das máximas de 27 °C.

Na tabela 14 estão apresentados os valores médios para consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso e rendimento de peito e de file de peito de frangos de corte de 28 a 40 dias de idade, e seus respectivos coeficientes de variação (CV).

Tabela 14 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso da carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), e rendimento de filé de peito (RF) de frangos de corte alimentados com dietas de diferentes relações Valina:Lisina dig.

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA	PC (g)	RC(%)	PP (g)	RP (%)	PF (g)	RF (%)
C+ (71.0)	2184,3	1236,5	1,767 ^a	1859,2	71,99	632,3	34,01	481,2	25,88
72.0	2191,6	1181,0	1,857 ^b	1834,0	71,40	613,2	33,57	465,8	25,51
74.5	2155,7	1188,7	1,815 ^b	1839,8	71,52	618,6	33,68	472,0	25,70
77.0	2162,7	1209,0	1,790 ^a	1850,9	72,61	623,6	33,73	480,4	25,95
79.5	2127,6	1211,5	1,757 ^a	1853,8	73,23	634,8	34,31	485,0	26,22
82.0	2161,9	1210,0	1,788 ^a	1850,9	71,65	622,4	33,66	476,6	25,80
Contraste (Dunnett)									
CV%	2,91	4,20	2,41	3,88	3,72	3,5	4,10	3,98	5,10
Regressão (Relações: 72,74.5,77,79.5 e 82)									
ANOVA*	Ns	E	Q; LRP; E	Ns	-	LRP	-	Q; LRP; E	LRP
CV (%)	2,96	4,33	2,49	4,00	4,05	3,26	4,37	3,84	5,46

^{ab} Médias seguidas com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao tratamento C+ pelo teste Dunnett (P<0.05). / ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; LRP = Efeito Linear Response Plateau, E= Efeito Exponencial, *(P<0,05);

Houve efeito do nível de lisina apenas sobre a conversão alimentar, sendo que o tratamento controle proporcional melhor conversão alimentar do que os tratamentos Val:Lys dig. 72 e 74,5%. Mais uma vez, provavelmente esse resultado deve-se ao fato de a ração controle utilizada no experimento apresentar somente 1,038% de lisina digestível, enquanto que foi preconizado 1,050%.

Observou-se efeito linear das relações Val:Lys dig. sobre a conversão alimentar (CA = 2,404 - 0,00783x, R²=69) e o peso de file (PF = 369,532 + 1,3822x, R²=54). Entretanto, esses parâmetros também apresentaram efeito quadrático (Figura 6) com maior coeficiente de determinação (R²), indicando uma relação ideal Val:Lys dig de 79,31 e de 78,83%, respectivamente.

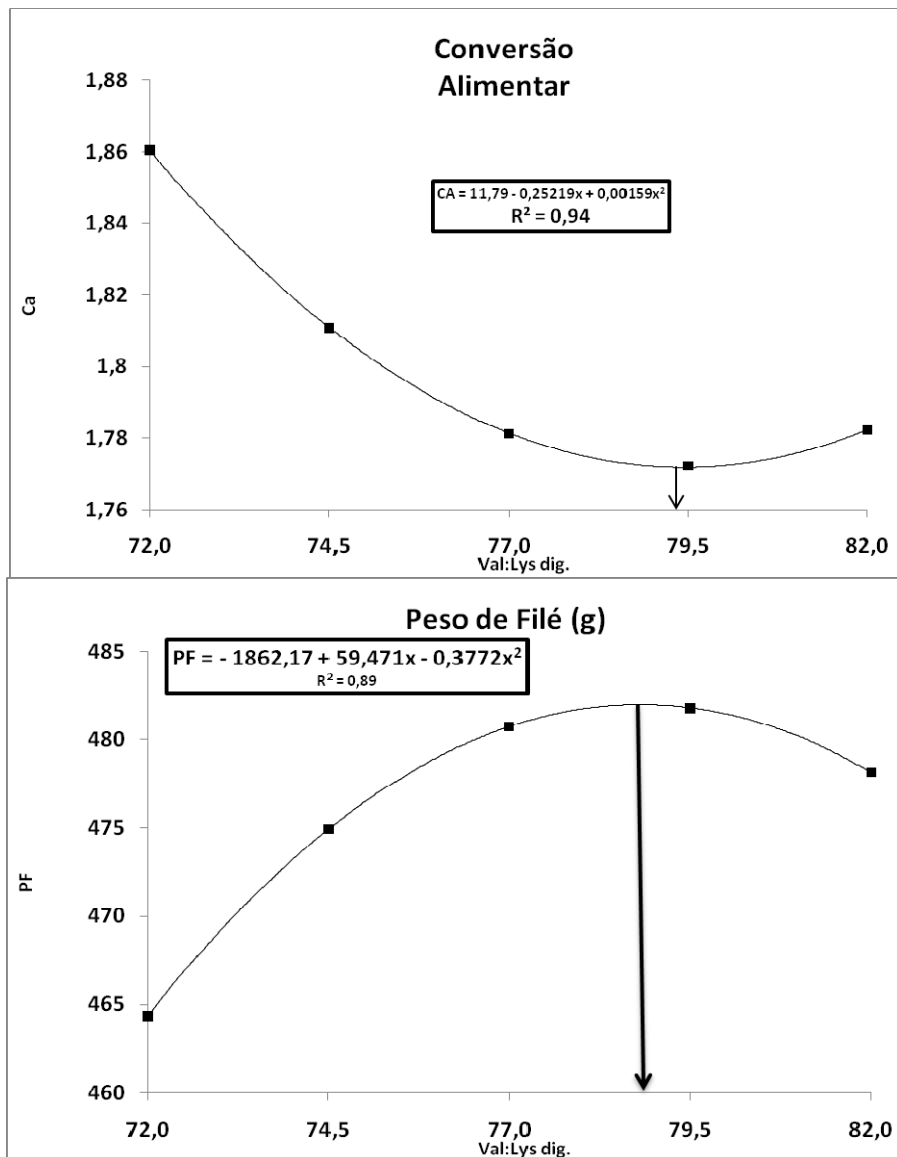


Figura 6. Efeito da relação Val:Lys dig. sobre a conversão alimentar (Ca) e o peso de filé (PF) de frangos de corte de 28 a 40 dias de idade.

Ao se aplicar o modelo Linear Response Plateau as relações Val:Lys dig. variaram de 76,3 a 77,0% (tabela 15).

Tabela 15 – Equações Linear Response Plateau para consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), peso de peito (PP), peso de filé (PF), rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentos com dietas com diferentes relações Valina:Lisina dig., R² (%),Plateau e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	Plateau	PI (Val:Lys, %)
CA	$y = 2,79 - 0,013x$	98,43	1,788	77,0
PP	$y = 411,51 + 2,766x$	93,91	622,43 g	76,3
PF	$y = 275,71 - 2,642x$	98,35	476,58 g	76,4
RF	$y = 18,626 - 0,0933x$	99,25	25,80 %	76,9

Associando as equações quadráticas da conversão alimentar e do peso de filé com os respectivos plateau, observamos que a relação ideal para melhor conversão alimentar ($CA = 11,79 - 0,25219x + 0,00159x^2$) foi de 76,23%, e para maior peso de filé ($PF = -1862,17 + 59,471x - 0,3772x^2$) de 75,12%.

Pelo modelo exponencial as relações Val:Lys dig. idéias foram 82,6, 82,1 e 81,7% para ganho de peso, conversão alimentar e peso de filé, respectivamente (tabela 15).

O resumo das relações Val:Lys digestível obtidas pelos diferentes modelos de regressão para o diferentes parâmetros estão apresentados na tabela 17.

Tabela 16 - Equações exponenciais, expressa pela função “ $Y = a + b (1 - e^{-c(x-d)})$ ”, para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e peso de filé (PF) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentos com dietas de diferentes relações Valina:Lisina dig., R² (%) e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	PI (Val:Lys, %)
GP	$y = 1180,954 + 30,515 (1 - e^{-0,283 (Val - 72)})$	97,64	82,6
CA	$y = 1,860 - 0,095 (1 - e^{-0,297 (Val - 72)})$	87,60	82,1
PF	$y = 465,825 + 19,205 (1 - e^{-0,3091 (Val - 72)})$	73,30	81,7

Tabela 17 - Comparação dos resultados obtidos usando os modelos de regressão Quadrática (Q), 95% Quadrática (95% Q), Linear response Plateau (LRP), Quadrática associado ao Linear response Plateau (Q + LRP), Exponencial (E) e suas médias.

	Q	95% Q	LRP	Q + LRP	E
Ganho de peso	-	-	-	-	82,6
Conversão alimentar	79,3	75,3	77,0	76,2	82,1
Peso de peito		-	76,3	-	-
Peso de filé	78,8	74,9	76,4	75,1	81,7
Rendimento de filé		-	76,9	-	-
Média	79,1	75,2	76,7	75,7	82,1

Os diferentes modelos estatísticos usados para interpretar os resultados dos experimentos de exigências nutricionais, tem levado à variações nas relações recomendadas. De acordo com Euclides & Rostagno (2001), a aplicação de cada modelo dependerá da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos, podendo haver subestimação do nível ótimo, no caso do LRP. Ao observarmos os resultados verificamos que a média de todos os resultados foi o que melhor retratou a relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos. Assim, a relação Val:Lys digestível de 78% ou 0,7644% Val digestível, proporcionou o melhor resultado de desempenho a frangos de corte de 28 a 40 dias de idade. Este valor está um pouco abaixo quando comparado aquele reportado por Mack et al. (1999) Val:Lys 81%, mas acima daquele reportado por Rostagno et al. (2005) de 77% para frangos maiores que 21 dias, mas similar àquele reportado por Firman e Boling (1998).

Corzo et al (2007) concluíram que a relação Val:Lys dig ideal para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade é de 78% (0,74% na dieta). No entanto, posteriormente, CORZO et al. (2008) trabalhando com dietas suplementadas com 0,64; 0,71; 0,78; 0,85; 0,92 e 0,99% de valina total em dietas de frangos de corte de 28 a 42 dias de idade, observaram resposta quadrática para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, encontrando os níveis de 0,84; 0,85 e 0,84% de valina total respectivamente. Esses autores recomendaram a relação Val:Lys de 78% para a Sade de 28 a 42 dias de idade.

Os resultados indicaram melhoria do desempenho das aves de 28 a 40 dias à medida que as relações aproximaram da ideal (78%) e piora gradativa quando estas relações foram elevadas a 82% (Tabela 14), comprovando a importância da manutenção do equilíbrio aminoacídico das dietas, uma vez que o excesso de aminoácidos nas rações altera significativamente o metabolismo das aves.

4 – CONCLUSÕES

A relação Valina:Lisina digestível indicada para a fase inicial (08 a 21 dias) de frangos de corte é 77% ou 0,8316% Val digestível, e para a fase de crescimento (28 a 40 dias) é 78% ou 0,7644% Val digestível.

5 – REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H., HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1441-7, 1994.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, N.R. 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.
- CORZO, A, KIDD, M. T., DOZIER, W., VIEIRA, S. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diets. **J. Applied Poultry Research**, v.16, p. 546 – 554, 2007.
- CORZO, A., DOZIER III, W.A., KIDD, M.T. Valine Nutrient Recommendations for Ross × Ross 308 Broilers. **Poultry Science**, v.87, p.335-338, 2008.
- EMMERT, J.L.Y., BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **J.Appl. Poult. Res.**, v.6, n° 4, p. 462-470, 1997.

- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. et al. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu. p.77-88, 2001.
- FIRMAN, J. D. AND S. D. BOLING. Ideal protein in turkeys. **Poult. Sci.**, v. 77, p.105-110, 1998.
- LORA, A, PENA, S., ALBINO, L.F T, LOPES, D C., ROSTAGNO, H.S. Redução da excreção de nutrientes pelo uso de diferentes estratégias nutricionais em aves e suínos. In: V SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2008, Cascavel, **Anais...** Cascavel: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, p. 113 - 124, 2008.
- MACK, S., D. BERCOVICI, G. DE GROOTE, B. LECLERCQ, M. LIPPENS, M. PACK, J. B. SCHUTTE AND S. VAN CAUWENBERGHE,. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **Br. Poult. Sci.** , v.40, p. 257-265, 1999.
- RODEHUTSCOR, M., FATUFE, A. A. Protein and valine gain of broilers in response to supplemented L-valine. In: 15TH European Symposium on Poultry Nutrition, 2005. Balatonfüred, Hungria. **Anais...** p.523-525, 2005.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.L.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186 p.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- TAVERNARI, F C, G R. LELIS, RA VIEIRA, HS ROSTAGNO, LFT ALBINO, L HACKENHAAR. Exigência de valina para frangos de corte na fase inicial. Conferencia FACTA, Porto Alegre, **Anais...** CD p NU22, 2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análise estatística e genética-** SAEG , versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- WAGUESPACK, A M, S. POWELL, T D. BIDNER, R. L. PAYNE & L. L SOUTHERN. Effect of incremental levels of L-lysine and determination of the limiting amino acids in low crude protein corn-soybean meal diets for broilers. **Poultry Sci.**, v. 88, p. 1218 – 1226, 2009.

CAPÍTULO 2

EXIGÊNCIA DE ISOLEUCINA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS: APLICAÇÃO DO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL.

RESUMO - Dois experimentos foram realizados com o objetivo de quantificar a relação adequada de Isoleucina:Lisina (Ile:Lys) digestível para frangos, machos, Cobb 500, em dois períodos, de 8 a 21 dias (inicial) e 28 a 40 dias (crescimento) de idade. Os experimentos foram conduzidos separadamente em delineamento inteiramente casualizado com cinco relações de Ile:Lys digestível : 57 (0.568% Ile dig.); 61; 65; 69 e 73% no período inicial, e 58 (0.568% Ile dig); 62,5; 67; 71,5 e 76% no crescimento, com oito repetições e 25 aves por unidade experimental (UE) no período inicial e 20 aves por UE no de crescimento. As dietas foram formuladas atendendo as exigências mínimas dos nutrientes para os dois períodos, exceto para Lisina digestível, sendo utilizado o valor de 1,08% e 0,98% para o período inicial e de crescimento respectivamente. Um tratamento controle (C+) contendo adequado nível de Lisina dig. (1.146% inicial e 1,05% crescimento) foram incluídos no desenho experimental de cada experimento. No final de cada experimento foram avaliados o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça. Na fase inicial, houve efeito quadrático ($P < 0.05$) das relações Ile:Lys sobre o ganho de peso ($Y = 698,212 - 42,64 \text{ Ile} + 0,317 \text{ Ile}^2$; $R^2=0,91$), a conversão alimentar ($Y = 4,164 - 0,0793 \text{ Ile} + 0,0006 \text{ Ile}^2$; $R^2=0,76$) e o rendimento de file de peito ($Y = - 22,328 + 1,178 \text{ Ile} - 0,0087 \text{ Ile}^2$; $R^2=0,60$). Na fase de crescimento, as relações Ile:Lys influenciaram quadraticamente ($P < 0.05$) o ganho de peso ($Y = - 574,84 + 52,571 \text{ Ile} - 0,383 \text{ Ile}^2$; $R^2=0,99$), a conversão alimentar ($Y = 5,262 - 0,0985 \text{ Ile} + 0,0007 \text{ Ile}^2$; $R^2=0,97$), o rendimento de peito ($Y = - 9,52 + 1,1997 \text{ Ile} - 0,0084 \text{ Ile}^2$; $R^2=0,96$) e o rendimento de file de peito ($Y = - 6,779 + 0,869 \text{ Ile} - 0,0058 \text{ Ile}^2$; $R^2=0,97$). O valor da relação Ile:Lys digestível indicado para o período inicial e de crescimento é de 67% (0,72% Ile dig) e 69% (0,676% Ile dig.), respectivamente..

Palavras-Chave: isoleucina, lisina, proteína ideal, requerimento

ABSTRACT - Requirement of Isoleucine for male broiler: Application of the concept of ideal protein. Two experiments were carried out to evaluate digestible isoleucine:lysine (Ile:Lys) ratios for male Cobb 500 broilers in two periods, from 7 to 21 (starter) and from 28 to 40 (finisher) days of age. The experiments were conducted separately in a completely randomized experimental design with five digestible Ile:Lys ratios: 57 (0.616% Dig Ile), 61, 65, 69, and 73% in the starter period, and 58 (0.568% Dig Ile), 62.5, 67, 71.5, and 76% in the finisher period, with eight replicates of 25 birds per experimental unit (EU) in the starter and 20 birds per EU in the finisher period. Diets were formulated to meet or exceed the nutritional requirements in both periods, except for digestible Lysine (1.08% and 0.98% for the starter and finisher periods, respectively). A control (C+) treatment containing adequate lysine (1.146% start and 1,05% finisher) were included in the experimental design of each experiment. In the end of each experiments were made calculations the weight gain, feed conversion and the carcass characteristics. In the starter phase, there were quadratic effects ($P < 0.05$) of Ile:Lys ratios on the birds weight gain ($Y = 698.2 - 42.64 \text{ Ile} + 0.317 \text{ Ile}^2$; $R^2 = 0.91$), feed conversion ($Y = 4.164 - 0.0793 \text{ Ile} + 0.0006 \text{ Ile}^2$; $R^2 = 0.76$) and breast fillet yield ($Y = - 22.328 + 1.178 \text{ Ile} - 0.0087 \text{ Ile}^2$; $R^2 = 0.60$). In the finisher phase, Ile:Lys ratios quadratically influenced ($P < 0.05$) the broilers weight gain ($Y = - 574.84 + 52.571 \text{ Ile} - 0.383 \text{ Ile}^2$; $R^2 = 0.99$), feed conversion ($Y = 5.262 - 0.0985 \text{ Ile} + 0.0007 \text{ Ile}^2$; $R^2 = 0.97$), breast yield ($Y = - 9.52 + 1.1997 \text{ Ile} - 0.0084 \text{ Ile}^2$; $R^2 = 0.96$) and breast fillet yield ($Y = - 6.779 + 0.869 \text{ Ile} - 0.0058 \text{ Ile}^2$; $R^2 = 0.97$). The recommended Ile:Lys ratios for the starter and the finisher phases are 67% (0,72% Dig Ile) and 69% (0,676% Dig Ile), respectively.

Key Words: ideal protein, isoleucine, lysine, requirement

1- INTRODUÇÃO

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 excreção do nitrogênio.

No passado, as formulações de rações para aves foram baseadas no conceito de proteína bruta, o que resultou em dietas com conteúdo de aminoácidos deficientes ou acima do exigido pelos animais. Atualmente, recomenda-se formular dietas com aminoácidos na proporção ideal, de modo que não existam deficiências ou excessos, com a finalidade de maximizar o desempenho do frango de corte, reduzir o custo da dieta e a excreção de nitrogênio.

A proteína ideal é estabelecida expressando as exigências de todos os aminoácidos essenciais como percentagem da lisina. Porém a suposição que a relação de cada aminoácido com a lisina é fixa tem sido freqüentemente criticada, visto que as necessidades dos aminoácidos são diferentes, a relação entre eles será afetada pela idade das aves, pois de acordo ao peso (manutenção) e ao ganho diário de peso (deposição de proteína) teremos a proteína ideal para essa idade (ROSTAGNO et al., 2002).

Ao se formular dietas utilizando o conceito de “proteína ideal”, a proteína dietética é reduzida e o ajuste fino da ótima relação ideal dos aminoácidos se torna cada vez mais importante.

Atualmente, somente a metionina, a lisina e a treonina, considerados como o primeiro, segundo e terceiro aminoácidos limitantes, são suplementados de maneira rotineira nas rações das aves (BAKER & HAN, 1994). Entretanto, a redução da proteína bruta da ração através da suplementação de metionina, a lisina e a treonina, conduz a uma situação onde os outros aminoácidos podem se tornar limitantes para o desempenho da ave. Estes incluem particularmente a valina e a isoleucina (PEGANOVA et al., 2002).

A isoleucina é um aminoácido essencial e está relacionado com a resposta imune do animal. Devido a semelhança estrutural, a leucina pode prejudicar a absorção de isoleucina, causando redução do desempenho e supressão-imune, se esse aminoácido estiver em excesso (BENTON et al., 1956 e HALE et al., 2004).

Entretanto, poucos estudos foram realizados para determinar a exigência de isoleucina e sua relação com a lisina em diferentes idades do frango. Segundo os perfis

de proteína ideal citados na literatura as relações Isoleucina:Lisina digestíveis (Ile:Lys dig.) variam de 61 a 67%.

HALE et al., 2004 verificaram que a exigência de isoleucina total para frangas de corte de 30 a 42 dias de idade variou entre 0.63 % para rendimento de peito e 0.68% para conversão alimentar (0,59 a 0,64% de isoleucina digestível), que corresponde a um relação isoleucina digestível:lisina digestível entre 62 a 67%. Resultados semelhantes foram relatados por KIDD et al. (2004). Estes autores concluíram que para ótimo desempenho de frangos de corte de 30 a 42 dias de idade o nível de isoleucina na dieta deve ser entre 0,64 a 0,66%.

A relação Ile:Lys dig. recomendada para os frangos de corte em determinada idade podem variar dependendo do modelo de regressão e parâmetro adotados. A aplicação e escolha dos modelos dependerão da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos.

Sendo assim, dois experimentos foram realizados com o objetivo de quantificar a relação adequada de Ile:Lys dig. para frangos de corte, machos, Cobb 500, em dois períodos, de 8 a 21 dias (inicial) e 28 a 40 dias (crescimento) de idade.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Local e duração

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de novembro a dezembro de 2008.

2.2 - Animais

Foram utilizados 1200 frangos de corte machos, Cobb 500, de 8 a 21 dias idade, com peso médio inicial de 196 gramas, e 960 frangos de 28 a 40 dias, com peso médio de 1,350 Kg.

2.3 - Instalações e manejo

No primeiro experimento, durante a fase pré- inicial, as aves foram criadas em galpão de alvenaria dentro de círculos de proteção, recebendo ração pré-inicial formulada a base de milho e farelo de soja segundo Rostagno et al. (2005), e manejadas segundo manual da linhagem. Aos 7 dias de idade os pintos foram pesados e transferidos para galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 m x 2,0 m com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tubular, sendo a água e ração fornecidas à vontade. O aquecimento artificial dos pintos foi feito utilizando-se uma lâmpada de infravermelho de 250w/box.

No segundo experimento, as aves foram criadas até os 28 dias em galpões de alvenaria, recebendo ração pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 28 dias), formulada a base de milho e farelo de soja, e o manejo das aves foi segundo manual da linhagem. As exigências nutricionais dos frangos, para as fases pré-inicial e inicial, seguiram as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). Aos 28 dias de idade as aves foram alojadas em galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 m x 2,0 m metros com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tubular, sendo a água e ração fornecidas à vontade.

As temperaturas de mínima e máxima foram acompanhadas, diariamente (7h), durante os experimentos, por meio de quatro termômetros localizados em diferentes partes da instalação. O programa de luz utilizado nos dois experimentos foi o contínuo

(24 horas de luz natural + artificial).

2.4 – Delineamentos e Dietas experimentais

Experimento 1 – O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos, 8 repetições e 25 aves por unidade experimental (tabela 18).

Tabela 18 - Tratamentos experimentais do período inicial (7-21 dias)

Tratamentos	Relação Ile:Lys digestível (%)	Ile /Lys digestível (%)
Ile 57	57,0	0,616 / 1,08
Ile 61	61,0	0,659 / 1,08
Ile 65	65,0	0,702 / 1,08
Ile 69	69,0	0,745 / 1,08
Ile 73	73,0	0,788 / 1,08
Controle (C+)	68,8	0,788 / 1,146

As dietas foram formuladas segundo recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para lisina e isoleucina.

A ração basal, apresentada na tabela 19, continha 57% de Ile:Lys dig. e 1,08% de lisina digestível. As relações dos demais tratamentos foram obtidas mediante a suplementação de L-Isoleucina em substituição ao amido do tratamento basal (Tabela 20). As relações Ile:Lys dig. testadas foram: 57, 61, 65, 69 e 73%. Sendo que o nível dos aminoácidos das dietas foram analisados pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition (Tabela 20). A cromatografia Líquida de Alta Eficiência ou HPLC é uma técnica cromatográfica de separação de misturas e identificação de seus componentes. Os constituintes da amostra são particionados em duas fases, uma estacionária e a outra um fluido insolúvel que percola através da primeira. A fase móvel à alta pressão (daí o "pressure" da sigla em inglês), permite uma redução no diâmetro das partículas da fase estacionária, localizada no interior da coluna cromatográfica. O uso de partículas menores (na ordem de 5,0 µm) no recheio da coluna resulta em uma área superficial, o sítio de adsorção, maior (geralmente da ordem de centenas de metros quadrados por grama de fase estacionária), o que promove uma separação mais eficiente dos componentes da amostra (Ciola, 1998).

Um tratamento Controle (C+) contendo lisina adequada (1,146%) e isoleucina digestível igual ao maior nível estudado (0,788%), foi incluído no ensaio experimental, com o objetivo de verificar a deficiência de lisina das rações experimentais sobre o desempenho das aves.

Tabela 19 - Composição das rações experimentais – Inicial (8-21 dias)

	Ile 57
Milho	67,740
Soja Farelo	15,000
Farinha de Carne e Ossos 45%	4,000
Farinha de Peixe	4,000
Ac. Glutâmico	2,000
Plasma Sanguíneo	1,300
Óleo de soja	1,000
Amido	0,509
Lisina HCl, 99%	0,362
DL-Metionina, 99%	0,297
Glicina	0,200
L-Treonina, 98%	0,155
L-Arginina	0,208
L-Isoleucina	0,004
L-Valina	0,134
L-Triptofano	0,022
Calcário	0,365
Fosfato bicalcico	0,270
Sal comum	0,285
Carbonato de K	0,300
Mistura Mineral ¹	0,050
Mistura Vitamínica ²	0,120
Cloreto de Colina, 60%	0,100
Coxistac	0,055
BHT	0,010
Inerte	1,514
Total	100,000
Valores Calculados	
EM, kcal/kg.	3,085
Proteína bruta, %	18,84
Cálcio, %	0,883
Fósforo disponível, %	0,450
Sódio %	0,225
Potássio %	0,685
Cloro %	0,363
Lisina digestível, %	1,080
Treonina digestível, %	0,745
Met. + Cis. digestível, %	0,884
Glicina.+ Serina, %	2,075
Arginina digestível, %	1,203
Isoleucina digestível, %	0,616
Valina digestível, %	0,875
Triptofano digestível, %	0,184

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0, 25 mg.

Table 20- Níveis de isoleucina e relação Ile:Lys dig. nas rações experimentais iniciais

Composição						
Ingredientes/ Tratamentos	1	2	3	4	5	C +
Amido	0,509	0,466	0,422	0,378	0,334	0,250
L-Isoleucina	0,004	0,048	0,092	0,135	0,179	0,179
Lisina HCl, 99%	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,446
Valores Calculados						
EM, kcal/kg.	3.085	3.085	3.085	3.085	3.085	3.085
Proteína bruta, %	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84
Lisina total, %	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,273
Lisina digestível, %	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,146
Isoleucina total, %	0,678	0,726	0,773	0,821	0,868	0,868
Isoleucina digestível, %	0,616	0,659	0,702	0,745	0,788	0,788
Relação Ile:Lys Dig., %	57,0	61,0	65,0	69,0	73,0	68,8
Valores Determinados						
Lisina Total, %*	1,170	1,172	1,176	1,075	1,078	1,139
Isoleucina Total, % *	0,671	0,720	0,773	0,823	0,864	0,862

*Valores determinados através de análise aminoacídica das rações via HPLC

Experimento 2 – Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos, 8 repetições e 20 aves por unidade experimental (tabela 21).

Tabela 21 - Tratamentos experimentais do período de crescimento (28-40 dias)

Tratamentos	Relação Ile:Lys digestível (%)	Ile /Lys digestível (%)
Ile 58	58,0	0,568 / 0,98
Ile 62,5	62,5	0,613 / 0,98
Ile 67	67,0	0,657 / 0,98
Ile 71,5	71,5	0,701 / 0,98
Ile 76	76,0	0,745 / 0,98
Controle (C+)	71,0	0,745 / 1,05

Adieta basal (tabela 22) foi formuladas seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para lisina e isoleucina. O nível de lisina digestível foi calculado para ser 93% do valor registrado (0,98%) nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005), para se evitar o excesso de lisina digestível.

As cinco relações Ile:Lys dig. (58; 62,5; 67; 71,5 e 76%) utilizadas foram obtidas

mediante a suplementação de L-Isoleucina em substituição ao amido da ração basal (tabela 23).

Com o objetivo de verificar a deficiência de lisina das rações experimentais sobre o desempenho das aves, foi incluído no ensaio experimental um tratamento Controle (C+) contendo lisina adequada (1,05%) e isoleucina igual ao maior nível utilizado (0,745%).

As análises aminoacídicas das rações foram realizadas pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition, a fim de se confirmar as relações Ile:Lys dig. das rações (Tabela 23).

Tabela 22 - Composição das rações experimentais – Crescimento (28 - 40 dias)

	Ile 58
Milho	70,4076
Soja Farelo	10,0421
Carne e Ossos 45%	4,0000
Gluten 60%	4,0000
Peixe Farinha	2,0000
Ac. Glutamico	3,4600
Plasma Sanguineo	1,0000
Oleo de soja	1,7418
Amido	0,2650
Calcario	0,4751
Fosfato bicalcico	0,3800
L-lisina	0,4421
Sal	0,2914
DI-Metionina	0,2551
L-Treonina	0,1517
Carbonato de K	0,3063
Colina Cloreto 70%	0,1000
Vit	0,1000
Coxistac	0,0550
Minerais	0,0500
Gicina	0,0000
BHT	0,0100
Isoleucina	0,0000
L-Arginina	0,2766
L-Valina	0,1291
L-Triptofano	0,0611
Total	100,000
Valores Calculados	
EM, kcal/kg.	3.250
Proteína bruta, %	18,50
Cálcio, %	0,824
Fósforo disponível, %	0,411
Sódio %	0,205
Potássio %	0,600
Cloro %	0,366
Lisina digestível, %	0,980
Treonina digestível, %	0,697
Met. + Cis. digestível, %	0,777
Glicina.+ Serina, %	1,709
Arginina digestível, %	1,127
Valina digestível, %	0,826
Isoleucina digestível, %	0,568
Triptofano digestível, %	0,196

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0, 25 mg.

Table 23- Níveis de isoleucina e relação Ile:Lys dig. nas rações experimentais de crescimento.

Composição						
Ingredientes/ Tratamentos	1	2	3	4	5	C +
Amido	0,2650	0,2233	0,1785	0,1337	0,0890	0,0000
L-Isoleucina	0,0000	0,0417	0,0865	0,1313	0,1760	0,1760
Lisina HCl, 99%	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,531
Valores Calculados						
EM, kcal/kg.	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250	3.250
Proteína bruta, %	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
Lisina total, %	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,154
Lisina digestível, %	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	1,050
Isoleucina total, %	0,628	0,678	0,725	0,774	0,822	0,822
Isoleucina digestível, %	0,568	0,613	0,657	0,701	0,745	0,745
Relação Ile:Lys Dig., %	58,0	62,5	67,0	71,5	76,0	71,0
Valores Determinados						
Lisina Total, %*	1,055	1,057	1,055	1,052	1,049	1,142
Isoleucina Total, % *	0,625	0,668	0,724	0,770	0,814	0,811

*Valores determinados através de análise aminoacídica das rações via HPLC

2.5 – Coleta de dados e características avaliadas

As aves e as rações foram pesadas no início e no final de cada experimento, para obter os parâmetros avaliados, que foram: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar aos 21 e aos 40 dias de idade. A mortalidade foi registrada para ser considerada durante a correção dos dados de desempenho.

No fim do primeiro experimento,(aos 21 dias de idade) após um jejum de 12 horas, foram abatidas quatro aves por unidade experimental, com peso médio da repetição, para a determinação do rendimento de peito sem pele e com osso (RP) e de filé de peito (RF). O RP e RF foram feitos em relação ao peso vivo em jejum.

No 40º dia (fim do segundo experimento) após um jejum de 12 horas, quatro aves por unidade experimental, com peso médio da repetição, foram abatidas para a determinação do peso da carcaça (PC), do peito com pele e com osso (PP) e do filé de peito (PF) e seus respectivos rendimentos. O rendimento de carcaça foi feito em relação ao peso vivo das aves ao abate, enquanto os rendimentos de peito e de filé de peito foram feitos em relação à carcaça eviscerada (cabeça, pés, pescoço e vísceras).

2.6 – Análises estatísticas

Nos dois experimentos os parâmetros de desempenho e de rendimento de carcaça avaliados foram submetidos a duas avaliações estatísticas por intermédio do software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV (2000).

Na primeira análise, para verificar o efeito do nível de lisina sobre o desenvolvimento das aves através da comparação do tratamento Controle (C+) com cada um dos outros cinco tratamentos experimentais, foi realizada uma ANOVA com subsequente teste de médias (Dunnett) ao nível $P < 0,05$.

Na segunda análise, as cinco relações Ile:Lys dig. estudadas foram submetidos à análise de regressão. Foram obtidas equações de regressão (Linear, Quadrático, Resposta Linear Platô e Exponencial) para cada variável estudada em cada experimento. As relações ideais para cada fase foram obtidas após análise dos resultados e a escolha do modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados obtidos.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média durante o primeiro período experimental foi 24,8°C, sendo a média das mínimas de 22,5°C e a média das máximas de 27 °C. Já no segundo a média foi 24,5°C, sendo a média das mínimas de 22°C e a média das máximas de 27 °C.

Está apresentado na tabela 24 os valores médios de consumo de ração, de ganho de peso, de conversão alimentar, de peso e rendimento de peito e de file de peito e do coeficiente de variação (CV) para a fase de 8 a 21 dias de idade, de acordo com os níveis de lisina na ração e a relação Ile:Lys digestível.

Tabela 24 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), e rendimento de filé de peito (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível.

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA	PP (g)	RP (%)	PF (g)	RF (%)
C+ (68.8)	1048,1	742,7 ^a	1,411 ^a	194,4	21,60	154,9 ^a	17,26 ^a
57,0	1052,3	705,4 ^b	1,492 ^b	182,5	21,06	144,3 ^b	16,58 ^a
61,0	1067,8	718,2 ^b	1,487 ^b	184,9	21,08	144,7 ^b	16,63 ^a
65,0	1045,5	735,0 ^a	1,424 ^a	192,0	21,56	153,6 ^a	17,23 ^a
69,0	1036,3	740,2 ^a	1,401 ^a	194,7	22,01	156,2 ^a	17,74 ^b
73,0	1041,4	723,3 ^b	1,440 ^a	189,6	21,59	148,3 ^b	16,85 ^a
Contraste (Dunnett)							
CV (%)	3,00	2,66	2,86	4,64	3,74	4,75	4,16
Regressão (Relações: 57, 61, 65, 69 e 73)							
ANOVA*	ns	Q; LRP; E	Q; LRP; E	Q; LRP; E	LRP; E	Q; LRP; E	Q; LRP; E
CV (%)	3,11	2,81	2,99	4,22	3,50	5,03	3,99

^{ab} Médias seguidas com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao tratamento C+ pelo teste Dunnett (P<0.05). / ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; LRP = Efeito Linear Response Plateau, E= Efeito Exponencial, *(P<0,05);

Houve efeito do nível de lisina das dietas sobre o ganho de peso, a conversão alimentar, o peso de filé e o rendimento de filé ($P < 0.05$). Este resultado demonstra que o nível de lisina das rações experimentais estava limitante, permitindo a maior expressão do efeito da variação das relações Ile:Lys dig.

As relações Ile:Lys dig. não influenciaram o consumo de ração. Entretanto, ao aplicarmos os modelos de regressões propostos observamos que o ganho de peso, a conversão alimentar e o peso de peito apresentaram resposta quadrática, Linear Response Plateau e exponencial ao aumento das relações.

Pelo modelo quadrático (tabela 25) o maior ganho de peso, a melhor conversão alimentar, o maior peso de peito, o maior peso e rendimento de filé de peito foi obtido com as relações Ile:Lys dig. de 67,7; 69,1; 68,4; 67,4 e 67,7 %, respectivamente.

Tabela 25 - Equações de regressões quadráticas para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso do peito (PP), peso de filé (PF), e rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível, R^2 (%), e ponto de inflexão (PI).

	Quadrática	R^2	PI %
GP	$y = 698,212 - 42,640x + 0,317x^2$	91,00	67,7
CA	$y = 4,1638 - 0,0793x + 0,000574x^2$	75,80	69,1
PP	$y = - 215,274 + 11,917x - 0,0871x^2$	84,00	68,4
PF	$y = - 312,794 + 13,836x - 0,1027x^2$	66,70	67,4
RF	$y = - 22,328 + 1,178x - 0,0087x^2$	58,60	67,7

No desenvolvimento do modelo Linear Response Plateau, foram feitas várias regressões e platôs usando-se diferentes combinações dos pontos, sendo a combinação que melhor se ajustou às médias dos tratamentos aquela que forneceu a menor soma de quadrado dos desvios. Assim, as relações Ile:Lys dig. variaram de 61,1 a 64,9 (tabela 26) dependendo do parâmetro adotado.

Tabela 26 - Equações de Linear Response Plateau para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível, R² (%), Plateau e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	Plateau	PI (Ile:Lys, %)
GP	$y = 533,77 + 3,031x$	94,79	723,33 g	62,5
CA	$y = 1,9815 - 0,0084x$	86,27	1,440	64,3
PP	$y = 119,56 + 1,095x$	93,51	189,58 g	64,0
RP	$y = 16,178 + 0,0834x$	86,14	21,59 %	64,9
PF	$y = 79,358 + 1,117x$	83,68	148,29 g	63,2
RF	$y = 10,645 + 0,1016x$	87,81	16,85 %	62,8

As equações exponenciais ajustadas para os dados de ganho de peso, conversão alimentar, peso de peito e peso e rendimento de filé são apresentadas na tabela 27. A relação ótima de Ile:Lys dig. foi definida como sendo aquele correspondente a 95% da resposta máxima variável dependente estimada pelo modelo e variaram de 69,2 a 71,5%.

Tabela 27 - Equações exponenciais, expressa pela função “ $Y = a + b (1 - e^{-c(x-d)})$ ”, para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de peito (PP), rendimento de peito (RP) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível, R² (%) e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	PI (Ile:Lys, %)
GP	$y = 705,405 - 34,815 (1 - e^{-0,246 (Ile - 57)})$	67,70	69,2
CA	$y = 1,495 - 0,091 (1 - e^{-0,242 (Ile - 57)})$	67,70	69,4
PP	$y = 182,495 + 12,205 (1 - e^{-0,243 (Ile - 57)})$	71,90	69,3
RP	$y = 21,055 + 0,9105 (1 - e^{-0,207 (Ile - 57)})$	69,60	71,5

Considerando a média, as relações Ile:Lys dig. ideais obtidas pelo modelo quadrático, 95% do quadrático, linear reponse plateau e exponencial foram 68,1, 64,6, 63,1 e 69,8%, respectivamente (tabela 28).

Tabela 28 - Comparação dos resultados obtidos através dos modelos de regressão Quadrática (Q), 95% Quadrática (95% Q), Linear response Plateau (LRP), Quadrática associado ao Linear response Plateau (Q + LRP), Exponencial (E) e suas médias.

	Q	95% Q	LRP	E
Ganho de peso	67,7	63,9	62,5	69,2
Conversão alimentar	69,1	65,6	64,3	69,4
Peso de peito	68,4	65,0	64,0	69,3
Rendimento de peito	-	-	64,9	71,5
Peso de filé	67,4	64,0	63,2	-
Rendimento de filé	67,7	64,3	62,8	-
Média	68,1	64,6	63,9	69,8

Os modelos de regressão exponencial e quadrático foram os que determinaram uma maior relação Val:Lys dig. para o máximo desempenho dos frangos de 8 a 21 dias. Entretanto, o modelo quadrático apresenta dois problemas na descrição do fenômeno, primeiro, em decorrência do fato do modelo apresentar simetria bilateral, ou seja, descreve a queda na produção na mesma intensidade do acréscimo entre os níveis, o que biologicamente parece não ser adequado; e segundo, a função quadrática é muito sensível à diferença entre os níveis estudados tendendo a estimar os valores ótimos no intervalo dos níveis (Euclides e Rostagno, 2001). Segundo Sakomura & Rostagno, 2007 a utilização de 95% da quadrática seria mais indicado. Entretanto, ao aplicarmos o intervalo de confiança de 95% da quadrática a relação Val:Lis dig. obtida fica abaixo da que proporcionou o melhor desempenho (65%).

Independente, das vantagens ou desvantagens de cada modelo e regressão, o pesquisador deve saber avaliar seu resultado e adotar aquele que melhor justifique seus resultados. Analisando-se os dados de desempenho (tabela 24) verifica-se que o desempenho do animal melhorou à media que a relação Ile:Lys dig foi aumentada até 69%, e piora gradativa quando estas relações são elevadas a 73%, indicando que a relação ideal de Ile:Lys dig. está entre 65 a 69%. Diante deste contexto, a média obtida por todos os modelos, 67 % (0,72% isoleucina digestível), é que melhor retrata a relação entre Ile:Lys dig e a resposta ao mesmo em frangos de corte de 8 a 21 dias de idade. Entretanto, esse resultado é diferente do preconizado por Rostagno et al. (2005) de 65%. Trabalhando com frangos de corte machos de 8 a 21 dias Baker et al. (2002)

observaram melhor desempenho das aves alimentadas com ração contendo relação Ile:Lys dig. de 61,4%.

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

Os valores médios para consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso e rendimento de carcaça, peito, de file de peito e gordura de 28 a 40 dias de idade, e seus respectivamente os coeficientes de variação (CV) estão descritos na Tabela 29.

Tabela 29 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso da carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), e rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível.

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA	PC (g)	RC(%)	PP (g)	RP (%)	PF (g)	RF (%)
C+ (71.0)	2184,3	1236,5	1,767 ^a	1859,2	71,99	632,3 ^a	34,01 ^a	481,2 ^a	25,88 ^a
58.0	2231,3	1185,7	1,884 ^b	1812,1	71,05	585,6 ^b	32,32 ^b	438,4 ^b	24,19 ^b
62.5	2217,9	1215,9	1,828 ^b	1847,7	72,10	609,4 ^b	33,00 ^b	457,1 ^b	24,74 ^b
67.0	2170,9	1229,9	1,770 ^a	1888,6	72,35	638,1 ^a	33,83 ^a	479,9 ^a	25,61 ^a
71.5	2178,9	1224,3	1,780 ^a	1857,1	71,40	625,6 ^a	33,68 ^a	478,3 ^a	25,66 ^a
76.0	2161,9	1210,0	1,788 ^a	1850,9	71,65	622,4 ^a	33,66 ^a	476,6 ^a	25,80 ^a
Contraste (Dunnett)									
CV (%)	3,42	5,11	3,71	3,72	1,68	4,13	2,43	3,89	2,487
Regressão (Relações: 58, 62.5, 67, 71.5 e 76)									
ANOVA*	Ns	Q; LRP; E	Q; LRP; E	Q; LRP; E	Ns	Q; LRP; E	Q; LRP; E	Q; LRP; E	Q; LRP; E
CV (%)	3,55	5,38	3,96	3,82	1,78	4,10	2,44	3,72	2,46

^{ab} Médias seguidas com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao tratamento C+ pelo teste Dunnett (P<0.05). / ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; LRP = Efeito Linear Response Plateau, E= Efeito Exponencial, *(P<0,05);

Ao considerar o efeito da lisina, utilizando o teste *dunnet*, observou-se efeito significativo do nível de lisina digestível sobre a conversão alimentar, o peso e rendimento de peito e de filé de peito ($P < 0,05$). O tratamento C+ (1,146% de lisina digestível) proporcionou melhor desempenho aos frangos de 28 a 40 dias de idade, demonstrando que a lisina digestível estava limitante e permitindo com isso, a maior expressão do efeito da variação das relações Ile:Lys dig.

Utilizando-se os diferentes modelos de regressão proposto, verificamos que não houve efeito do aumento da relação Ile:Lys dig. sobre o consumo de ração e o rendimento de carcaça, indicando que a relação mínima estudada, 58%, foi suficiente para obtermos a máxima respostas desses parâmetros. Porém foi possível aplicar a regressão quadrática (tabela 30), linear response platô (tabela 31) e exponencial (tabela 32) sobre o ganho de peso, a conversão alimentar, o peso da carcaça e o peso e rendimento do peito e do filé.

Tabela 30- Equações de regressões quadrática para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso da carcaça (PC), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 28 a 40 dias, alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível, R^2 (%), e ponto de inflexão (PI).

	Quadrática	R^2	PI %
GP	$y = - 574,84 + 52,571x - 0,383x^2$	99,00	68,6
CA	$y = 5,262 - 0,0985x + 0,0007x^2$	97,00	70,4
PC	$y = -725,82 + 75,658x - 0,5502x^2$	84,00	68,8
PP	$y = - 1013,52 + 47,06x - 0,336x^2$	92,00	70,0
RP	$y = - 9,52 + 1,1997x - 0,0084x^2$	96,00	71,4
PF	$y = -703,29 + 33,012x - 0, 230x^2$	97,00	71,8
RF	$y = - 6,779 + 0,869x - 0,0058x^2$	97,00	74,9

Tabela 31 - Equações de Linear Response Plateau para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível, R² (%), Plateau e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	Plateau	PI (Ile:Lys, %)
GP	$y = 903,83 + 4,9068x$	91,31	1217,14 g	63,9
CA	$y = 2,621 - 0,01264x$	99,99	1,784	65,9
PC	$y = 1317,88 + 8,5056x$	99,84	1854,00 g	63,0
PP	$y = 245,92 + 5,842x$	99,43	624,03 g	64,7
RP	$y = 22,59 + 0,167x$	99,42	33,67 %	66,2
PF	$y = 170,23 + 4,611x$	99,36	477,45 g	66,6
RF	$y = 17,051 + 0,123x$	97,42	25,69 %	70,2

Tabela 32- Equações exponenciais, expressa pela função “ $Y = a + b (1 - e^{-c(x-d)})$ ”, para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF) e rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível, R² (%) e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	PI (Ile:Lys, %)
GP	$y = 1179,102 + 44,155 (1 - e^{-0.461 (Ile - 58)})$	81,20	64,5
CA	$y = 1,885 - 0,1099 (1 - e^{-0.2304 (Ile - 58)})$	92,40	71,0
PC	$y = 1794,252 + 76,545 (1 - e^{-0.341 (Ile - 58)})$	67,60	66,8
PP	$y = 585,545 + 52,575 (1 - e^{-0.2343 (Ile - 58)})$	79,00	70,8
RP	$y = 32,319 + 1,509 (1 - e^{-0.1892 (Ile - 58)})$	92,40	73,8
PF	$y = 438,353 + 41,505 (1 - e^{-0.1983 (Ile - 58)})$	93,40	73,1
RF	$y = 24,19179 + 1,625 (1 - e^{-0.1953 (Ile - 58)})$	94,90	73,3

Como pode-se observar o modelo quadrático tende a superestimar os resultados e o linear response plateau subestimar, portanto a associação da equação quadrática com o platô proporciona respostas intermediárias (tabela 33).

Tabela 33 - Regressão Quadrática associado ao Linear response Plateau para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentados com dietas de diferentes relações Isoleucina:Lisina digestível, plateau e ponto de intercepto (P).

	Equação	Plateau	P (Ile:Lys, %)
GP	$y = - 574,84 + 52,571x - 0,383x^2$	1217,14	62,9
CA	$y = 5,262 - 0,0985x + 0,0007x^2$	1,784	66,6
PC	$y = -725,82 + 75,658x - 0,5502x^2$	1854,00	62,5
PP	$y = - 1013,52 + 47,06x - 0,336x^2$	624,03	64,9
RP	$y = - 9,52 + 1,1997x - 0,0084x^2$	33,67	67,5
PF	$y = -703,29 + 33,012x - 0, 230x^2$	477,45	68,1
RF	$y = - 6,779 + 0,869x - 0,0058x^2$	25,69	70,6

Os resumos do resultado de todos os modelos estatísticos estão apresentados na tabela 34. Com a aplicação de todas as metodologias propostas, a relação Ile:Lys dig. recomendada na formulação de rações para frangos de corte variou de 62,5 a 74,9%.

Tabela 34 - Comparação dos resultados obtidos através dos modelos de regressão Quadrática (Q), 95% Quadrática (95% Q), Linear response Plateau (LRP), Quadrática associado ao Linear response Plateau (Q + LRP), Exponencial (E) e suas médias.

	Q	95% Q	LRP	Q + LRP	E
Ganho de peso	68,6	65,2	63,9	62,9	64,5
Conversão alimentar	70,4	66,8	65,9	66,6	71,0
Peso da carcaça	68,8	65,3	63,0	62,5	66,8
Peso de peito	70,0	66,5	64,7	64,9	70,8
Rendimento de peito	71,4	67,8	66,2	67,5	73,8
Peso de filé	71,8	68,2	66,6	68,1	73,1
Rendimento de filé	74,9	71,2	70,2	70,6	73,3
Média	70,8	67,3	65,4	66,2	70,5

Assim como Corzo et. (2010), o resultado do presente experimento, demonstra que, ao contrario do que se espera, quando se adota o parâmetro rendimento de peito ou filé,

a relação Ile:Lys, e, conseqüentemente, os níveis de isoleucina, são maiores do que os demais parâmetros são adotados. KIDD et al. (2000) avaliaram a resposta de frangos de corte machos alimentados com rações com níveis adequados ou deficientes em isoleucina (baseados no NRC, 1994) e constataram que aves alimentadas com 90% dos requerimentos estimados tiveram queda no rendimento de carne de peito.

Como comentado anteriormente, a aplicação e escolha dos modelos dependerão da relação entre a variável em estudo a resposta aos mesmos. Portanto, ao estudarmos os dados apresentados na tabela 30, verificamos que o melhor desempenho de frangos de corte de 28 a 40 dias de idade foi obtido entre as relações 67 a 71,5%. Os modelos linear response plateau e quadrático associado ao platô proporcionaram em média uma relação Ile:Lys dig. menor do que esse intervalo. Já a modelo quadrático e exponencial acarretaram em relações perto do limite superior, e 95% da quadrática do limite inferior. Portanto, uma média desses últimos modelos, 69,0% Ile:Lys dig ou 0,676% isoleucina digestível, é mais indicado para determinar a relação ideal de Ile:Lys dig.

Trabalhando com frangos de corte de 30 a 42 dias de idade, Hale et al., 2004 verificaram que a exigência de isoleucina total variou entre 0,63 % para rendimento de peito e 0,68% para conversão alimentar (0,59 a 0,64% de isoleucina digestível), que corresponde a um relação isoleucina digestível:lisina digestível entre 62 a 67%. Resultados semelhantes foram relatados por Kidd et al. (2004) que concluíram que para ótimo desempenho de frangos de corte de 30 a 42 dias de idade o nível de isoleucina total na dieta deve ser entre 0,64 a 0,66%, níveis inferiores ao encontrado nesse experimento de 0,74% de isoleucina total.

4 – CONCLUSÕES

A relação Isoleucina:Lisina digestível 67% ou 0,720% isoleucina digestível para o período inicial (08 a 21 dias) e 69% ou 0,676% isoleucina digestível para o período de crescimento (28 a 40 dias), são suficientes para maximizar o desempenho de frangos de corte nessas fases.

5 – REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H., HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1441-7, 1994.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, N.R. 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.
- BENTON, D. A., HARPER, A. E., SPIVEY, H. E., ELVEHJEM., C. A. Leucine, isoleucine, and valine relationships in the rat. Arch. **Biochem. Biophys.**, v. 60, p. 147-155, 1956.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. et al. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu. p.77-88, 2001.
- HALE, L. L., BARBER, S. J., CORZO, A., KIDD, M. T. Isoleucine Needs of Thirty- to Forty-Two-Day-Old Female Chickens: Growth and Carcass Responses. **Poultry Science**, v. 83, p.1986-199, 2004.
- KIDD, M. T., BURNHAM, D. J., KERR, B. J. Dietary isoleucine responses in male broiler chickens. **Br. Poult. Sci.**, v.45, p.67-75, 2004.
- PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, v.81, p.1714-1721, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; J.G. VARGAS JR; L.F.T ALBINO; et.al. Níveis de proteína e de aminoácidos em rações de pinto de corte. **Rev. Brás. Ciência Avícola**, suplemento 4, p.49, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.L.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análise estatística e genética**- SAEG , versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

CAPÍTULO 3

EFEITO DAS RELAÇÕES ARGININA:LISINA SOBRE O DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO - Dois experimentos foram realizados com o objetivo de determinar a relação adequada de Arginina:Lisina digestível (Arg:Lys dig.) digestível para frangos de corte machos, Cobb 500, em dois períodos: 7 a 21 dias (inicial) e 28 a 40 dias (crescimento) de idade. Um total de 1200 frangos no período inicial e 960 no de crescimento foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco relações Arg:Lys dig., oito repetições de 25 e 20 aves por unidade experimental no período inicial e de crescimento, respectivamente. As relações Arg:Lys dig. 95 (1,026% dig Arg), 100, 105, 110, e 115% foram avaliadas no período inicial e as relações 91 (0,892% dig Arg), 98, 105, 112, e 119% foram usadas no período de crescimento. As dietas experimentais foram formuladas atendendo as exigências mínimas dos nutrientes para os dois períodos, exceto para Lisina digestível, sendo utilizado o valor de 1.08% para o inicial e 0.98% para o de crescimento. No final de cada experimento foram avaliados o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de cortes nobres. Diferentes modelos de regressão (quadrática, 95% da quadrática, Linear Response Plateau, quadrática mais Plateau e exponencial) foram aplicados nos resultados. No período inicial, o ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram resposta quadrática descritas pelas equações $Y = -1530.57 + 39.174 \text{ Arg} - 0.1742 \text{ Arg}^2$ ($R^2 = 0.96$) e $Y = 5.047 - 0.0649 \text{ Arg} + 0.00029 \text{ Arg}^2$ ($R^2 = 0.98$), respectivamente. No período de crescimento, houve efeito quadrático ($P < 0.05$) sobre o ganho de peso ($Y = -926.96 + 38.09 \text{ Arg} - 0.172 \text{ Arg}^2$; $R^2 = 0.94$) e a conversão alimentar ($Y = 4.323 - 0.0468 \text{ Arg} + 0.000205 \text{ Arg}^2$; $R^2 = 0.95$). Os resultados sugerem que a dieta com a relação Arg:Lys dig. de 108% é adequada para o melhor desempenho dos frangos de no período inicial e de crescimento.

Palavras-Chave: arginina, desempenho, frangos de corte, lisina

ABSTRACT - Effects of digestible Arginine:Lysine ratios on broiler performance.

Two experiments were carried out to evaluate digestible Arg:Lys ratios for male Cobb 500 broilers in two periods: 7 - 21 (starter) and 28 - 40 (finisher) days of age. A total of 1000 starter and 800 finisher broilers were distributed in a completely randomized experimental design with five digestible Arg:Lys ratios and eight replicates of 25 and 20 birds per experimental unit (pen) in the starter and finisher period, respectively. Digestible Arg:Lys ratios of 95 (1,026% dig Arg), 100, 105, 110, and 115% were used in the starter period, whereas ratios of 91 (0.892% dig Arg), 98, 105, 112, and 119% were used in the finisher period. Diets were formulated to meet or exceed the nutritional requirements in both periods, except for digestible Lys (1.08% and 0.98% for the starter and finisher periods, respectively). Statistical analysis using different models (quadratic, 95% of the quadratic peak, broken line and quadratic and plateau and exponential) were applied to the performance data. In the end of each experiments were made calculations the weight gain, feed conversion and the carcass characteristics. In the starter period, weight gain and feed conversion presented a quadratic response ($P < 0.05$) to Arg:Lys ratios, as described by the equations $Y = -1530.57 + 39.174 \text{ Arg} - 0.1742 \text{ Arg}^2$ ($R^2 = 0.96$) and $Y = 5.047 - 0.0649 \text{ Arg} + 0.00029 \text{ Arg}^2$ ($R^2 = 0.98$), respectively. In the finisher period, there was a quadratic effect ($P < 0.05$) on weight gain ($Y = -926.96 + 38.09 \text{ Arg} - 0.172 \text{ Arg}^2$; $R^2 = 0.94$) and feed conversion ($Y = 4.323 - 0.0468 \text{ Arg} + 0.000205 \text{ Arg}^2$; $R^2 = 0.95$). These results suggest that a dietary Arg:Lys ratio of 108% is adequate for optimal performance of broiler chickens during the starter and finisher periods.

Keywords: arginine, broilers, lysine, performance

1- INTRODUÇÃO

A seleção genética impôs às aves elevada velocidade de crescimento, o que exige aporte de nutrientes digestíveis para adequado desenvolvimento fisiológico e dos sistemas imunológico e esquelético da ave (Penz Jr. & Renz, 2003).

O excesso de proteína ou desbalanço entre os aminoácidos (essenciais e não-essenciais) é catabolizado e excretado na forma de ácido úrico. O custo metabólico para incorporar um aminoácido em uma cadeia protéica é de 4 mol de ATP e para eliminá-lo, de 6 mol de ATP/g de N (Mc Leod, 1997).

A formulação com base na proteína ideal visa ao equilíbrio dos aminoácidos para máxima deposição de tecido e à redução do nível de proteína bruta na ração (Penz Jr., 1998). O uso de aminoácidos sintéticos nas dietas de frangos no conceito de proteína ideal reduz o custo de formulação, melhora o rendimento dos frangos e possibilita maior conforto nos galpões pela menor produção de amônia. Pode-se reduzir a excreção de nitrogênio sem prejudicar o desempenho, desde que os aminoácidos estejam equilibrados para máximo desempenho (Ajinomoto, 2004). Contudo, para uma proteína ou combinação de proteína ser considerada ideal, todos os 20 aminoácidos devem estar presentes na dieta em níveis exatos, para máxima deposição de proteína e manutenção (Parsons & Baker, 1994).

Nas dietas de milho e farelo de soja para frangos de corte na fase de crescimento, a arginina pode ser o quinto aminoácido limitante, após a metionina + cistina, lisina, treonina e valina.

A arginina além de ser essencial para a manutenção e o crescimento das aves, está diretamente envolvida na imunidade e na cicatrização de feridas. É sabido que a síntese de óxido nítrico, essencial para a atividade citotóxica de macrófagos, está relacionada com o nível de arginina na ração. Corzo et al (2003) avaliaram diferentes níveis de arginina utilizando frangos de corte machos de 42 a 56 dias de idade. Os autores concluíram que a relação 115 de Arginina:Lisina (Arg:Lys) total (aproximadamente 112 base digestível) foi adequada para ótimo desempenho e rendimento de cortes. Entretanto, quando é levado em consideração o desafio microbiológico e a normalidade do tecido conectivo a exigência de arginina pode ser maior.

As altas concentrações de lisina na dieta podem influenciar a atuação e as exigências de arginina, afetando o desenvolvimento das aves (Chamruspollert et al.,

2002a,b). Segundo D'Mello, (2003) o excesso de lisina estimula a arginase renal, aumentando o catabolismo de arginina no organismo e causando, portanto, sintomas de deficiência de arginina, devido as aves não possuem ciclo da uréia funcional.

O perfil da proteína ideal recomendado para arginina por vários autores varia de 105 a 125. Entretanto, a relação Arg:Lys parece ser afetada pela temperatura do ambiente. Mendes et al. (1997) verificaram que o aumento da relação Arg:Lys melhorou a conversão alimentar e reduziu a gordura abdominal em frangos de corte, criados sob diferentes condições ambientais (quente, neutro e frio). Brake et al. (1998) relataram que o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte melhoravam com relações Arginina:Lisina de até 139% em alta temperatura; entretanto, este efeito não era observado sob temperatura moderada. Os autores relataram ainda que experimentos *in vitro* revelaram absorção significativamente reduzida da Arginina pelo epitélio intestinal sob condições de estresse por calor. Por outro lado, Costa et al. (2001) utilizando frangos de corte machos Ross de 22 a 42 dias de idade, criados em condições de alta temperatura, não observaram efeito do nível de arginina sobre as características de desempenho, entretanto, à medida que aumentou a relação arginina:lisina, melhorou o rendimento de perna e decresceu a gordura abdominal dos frangos. Os melhores valores numéricos de desempenho foram obtidos com a relação de 110%.

Atencio et al (2004) realizaram experimentos nas fases inicial, crescimento e terminação de frangos de corte machos, alimentados com rações contendo diferentes níveis de arginina digestível. Os autores concluíram que relações Arg:Lys dig. entre 102 e 105 foram adequadas para maximizar o desempenho das aves nas diversas fases.

A relação ideal de Arg:Lys dig. recomendada para os frangos de corte em determinada idade podem variar dependendo do modelo de regressão e parâmetro adotados. A aplicação e escolha dos modelos dependerão da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos.

Assim, foi desenvolvido dois experimentos com o objetivo de quantificar a relação Arg:Lys dig. que proporciona o melhor desempenho de frangos de corte, machos, Cobb 500, em dois períodos: de 8 a 21 dias (inicial) e de 28 a 40 dias (crescimento) de idade.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Local e duração

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de novembro a dezembro de 2008.

2.2 - Animais

Foram utilizados 1200 frangos de corte machos, Cobb 500, de 8 a 21 dias idade, com peso médio inicial de 198 gramas, e 960 frangos de 28 a 40 dias, com peso médio de 1,360 Kg.

2.3 - Instalações e manejo

No primeiro experimento, durante a fase pré- inicial, as aves foram criadas em galpão de alvenaria dentro de círculos de proteção, recebendo ração pré-inicial formulada a base de milho e farelo de soja segundo Rostagno et al. (2005), e manejadas segundo manual da linhagem. Aos 8 dias de idade os pintos foram transferidos para galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 m x 2,0 m com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tubular, sendo a água e ração fornecidas à vontade. O aquecimento artificial dos pintos foi feito utilizando-se uma lâmpada de infravermelho de 250w/box.

No segundo experimento as aves foram criadas até os 28 dias em galpões de alvenaria recebendo ração pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 28 dias) formulada a base de milho e farelo de soja e manejo segundo manual da linhagem. As exigências nutricionais dos frangos de corte, para a fase pré-inicial e inicial seguiram as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). Aos 28 dias de idade as aves foram alojadas em galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 m x 2,0 m com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tubular, sendo a água e ração fornecidas à vontade.

As temperaturas de mínima e máxima foram acompanhadas diariamente (7h), durante os experimentos, por meio de quatro termômetros localizados em diferentes partes da instalação. O programa de luz utilizado nos dois experimentos foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial).

2.4 – Delineamentos e Dietas experimentais

Experimento 1 – Aos 8 dias os pintos foram pesados e distribuídas num delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos, 8 repetições e 25 aves por unidade experimental (tabela 36).

Tabela 36 - Tratamentos experimentais do período inicial (8-21 dias)

Tratamentos	Relação Arg:Lys digestível	
	(%)	Arg /Lys digestível (%)
Arg 95	95,0	1,026 / 1,08
Arg 100	100,0	1,080 / 1,08
Arg 105	105,0	1,134 / 1,08
Arg 110	110,0	1,188 / 1,08
Arg 115	115,0	1,242 / 1,08
Controle (C+)	108,4	1,242 / 1,146

As dietas foram formuladas segundo recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para lisina e arginina. Com a finalidade de evitar o excesso de lisina digestível seu nível foi calculado para ser 94% (1,08%) do valor registrado nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005).

Foram avaliados cinco diferentes relações Arg:Lys dig. (95; 100; 105; 110 e 115%). As relações Arg:Lys dig. foram obtidas mediante a suplementação de L-Arginina em substituição ao amido da dieta basal (Tabela 37).

Com o objetivo de verificar a deficiência de lisina das rações experimentais um tratamento Controle (C+) contendo lisina adequada (1,146%) foi incluído no ensaio experimental,

Para se verificar as relações Arg:Lys dig. das dietas foi realizado análise aminoacídicas das rações pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition (Tabela 38). A cromatografia Líquida de Alta Eficiência ou HPLC é uma técnica cromatográfica de separação de misturas e identificação de seus componentes. Os constituintes da amostra são particionados em duas fases, uma estacionária e a outra um fluido insolúvel que percola através da primeira. A fase móvel à alta pressão (daí o "pressure" da sigla em inglês), permite uma redução no diâmetro das partículas da fase estacionária, localizada

no interior da coluna cromatográfica. O uso de partículas menores (na ordem de 5,0 μm) no recheio da coluna resulta em uma área superficial, o sítio de adsorção, maior (geralmente da ordem de centenas de metros quadrados por grama de fase estacionária), o que promove uma separação mais eficiente dos componentes da amostra (Ciola, 1998).

Tabela 37 - Composição das rações experimentais – Inicial (8-21 dias)

	Arg 95
Milho	67,740
Soja Farelo	15,000
Farinha de Carne e Ossos 45%	4,000
Farinha de Peixe	4,000
Ac. Glutâmico	2,000
Plasma Sanguíneo	1,300
Óleo de soja	1,000
Amido	0,536
Lisina HCl, 99%	0,362
DL-Metionina, 99%	0,297
Glicina	0,200
L-Treonina, 98%	0,155
L-Arginina	0,027
L-Isoleucina	0,146
L-Valina	0,123
L-Triptofano	0,044
Calcário	0,365
Fosfato bicalcico	0,270
Sal comum	0,285
Carbonato de K	0,300
Mistura Mineral ¹	0,050
Mistura Vitamínica ²	0,120
Cloreto de Colina, 60%	0,100
Coxistac	0,055
BHT	0,010
Inerte	1,514
Total	100,000
Valores Calculados	
EM, kcal/kg.	3.085
Proteína bruta, %	18,84
Cálcio, %	0,883
Fósforo disponível, %	0,450
Sódio %	0,225
Potássio %	0,685
Cloro %	0,363
Lisina digestível, %	1,080
Treonina digestível, %	0,745
Met. + Cis. digestível, %	0,884
Glicina.+ Serina, %	2,075
Arginina digestível, %	1,026
Isoleucina digestível, %	0,756
Valina digestível, %	0,864
Triptofano digestível, %	0,205

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0,25 mg.

* Controle + : 1,146% Lys digestível e 108,4 Arg:Lys dig.

Table 38 - Níveis de arginina e relação Arg:Lys dig. nas rações experimentais iniciais

Composição						
Ingredientes/ Tratamentos	1	2	3	4	5	C +
Amido	0,536	0,481	0,426	0,371	0,317	0,233
L-Arginina	0,027	0,082	0,137	0,192	0,246	0,246
Lisina HCl, 99%	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,446
Valores Calculados						
EM, kcal/kg.	3.085	3.085	3.085	3.085	3.085	3.085
Proteína bruta, %	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84
Lisina total, %	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,273
Lisina digestível, %	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,146
Arginina total, %	1,099	1,174	1,233	1,272	1,330	1,330
Arginina digestível, %	1,026	1,080	1,134	1,188	1,242	1,242
Relação Arg:Lys Dig., %	95,0	100,0	105,0	110,0	115,0	108,4
Valores Determinados						
Lisina Total, %*	1,172	1,174	1,171	1,178	1,176	1,143
Arginina Total, % *	1,107	1,176	1,223	1,282	1,339	1,331

*Valores determinados através de análise aminoacídica das rações via HPLC

Experimento 2 – As aves foram pesadas aos 28 dias e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 6 tratamentos, 8 repetições e 20 aves por unidade experimental (tabela 39).

Tabela 39 - Tratamentos experimentais do período de crescimento (28-40 dias)

Tratamentos	Relação Arg:Lys digestível (%)	Arg /Lys digestível (%)
Arg 91	91,0	0,892 / 0,98
Arg 98	98,0	0,960 / 0,98
Arg 105	105,0	1,029 / 0,98
Arg 112	112,0	1,098 / 0,98
Arg 119	119,0	1,166 / 0,98
Controle (C+)	111,0	1,166 / 1,05

A dieta basal foi formulada para atenderem as exigências das aves, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para lisina e arginina (Tabela 40). O nível de lisina digestível foi calculado para ser 93% (0,98%) do valor registrado nas

Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005), para se evitar o excesso de lisina dig. Foi incluído no ensaio experimental um tratamento Controle (C+) contendo lisina adequada (1,05%).

As cinco relações Arg:Lys dig. (91; 98; 105; 112 e 119%) estudadas foram obtidas mediante a suplementação de L-Arginina em substituição ao amido da ração basal (Tabela 41).

As análises aminoacídicas das rações foram realizadas pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition, a fim de se confirmar as relações Arg:Lys dig. das rações experimentais (Tabela 41).

Tabela 40 - Composição das rações experimentais – Crescimento (28 - 40 dias)

INGREDIENTES	Arg 91
Milho	69,9477
Soja Farelo	10,0421
Carne e Ossos 45%	4,0000
Gluten 60%	4,0000
Peixe Farinha	2,0000
Ac. Glutamico	3,4600
Plasma Sanguineo	1,4000
Oleo de soja	1,7418
Amido	0,3677
Calcario	0,4751
Fosfato bicalcico	0,3800
L-lisina	0,4421
Sal	0,2914
DI-Metionina	0,2551
L-Treonina	0,1517
Carbonato de K	0,3063
Colina Cloreto 70%	0,1000
Vit	0,1000
Coxistac	0,0550
Minerais	0,0500
Glicina	0,0000
BHT	0,0100
Isoleucina	0,1760
L-Arginina	0,0379
L-Valina	0,1289
L-Triptofano	0,0811
Total	100,000
Valores Calculados	
EM, kcal/kg.	3.230
Proteína bruta, %	18,50
Cálcio, %	0,824
Fósforo disponível, %	0,411
Sódio %	0,205
Potássio %	0,600
Cloro %	0,366
Lisina digestível, %	0,980
Treonina digestível, %	0,697
Met. + Cis. digestível, %	0,777
Glicina.+ Serina, %	1,709
Arginina digestível, %	0,892
Valina digestível, %	0,826
Isoleucina digestível, %	0,745
Triptofano digestível, %	0,216

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0, 25 mg.

* Controle + : 1,050% Lys digestível e 111 Arg:Lys dig.

Tabela 41 - Níveis de arginina e relação Arg:Lys dig. nas rações experimentais de crescimento.

Composição						
Ingredientes/ Tratamentos	1	2	3	4	5	C +
Amido	0,3677	0,2981	0,2284	0,1588	0,0890	0,000
L-Arginina	0,0379	0,1075	0,1772	0,2468	0,3166	0,3166
Lisina HCl, 99%	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,531
Valores Calculados						
EM, kcal/kg.	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Proteína bruta, %	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
Lisina total, %	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,154
Lisina digestível, %	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	1,050
Arginina total, %	0,969	1,044	1,118	1,193	1,268	1,268
Arginina digestível, %	0,892	0,960	1,029	1,098	1,166	1,166
Relação Arg:Lys Dig., %	91,0	98,0	105,0	112,0	119,0	111,0
Valores Determinados						
Lisina Total, %*	1,056	1,056	1,052	1,058	1,060	1,131
Arginina Total, % *	0,964	1,042	1,114	1,190	1,261	1,258

*Valores determinados através de análise aminoacídica das rações via HPLC

2.5 – Coleta de dados e características avaliadas

As aves e as rações foram pesadas no início e no final de cada experimento, para obter os parâmetros avaliados, que foram: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar aos 21 e aos 40 dias de idade. A mortalidade foi registrada para ser considerada durante a correção dos dados de desempenho.

No fim do primeiro experimento, após um jejum de 12 horas, foram abatidas quatro aves por unidade experimental, com peso médio da repetição, para a determinação do rendimento de peito sem pele e com osso (RP) e de filé de peito (RF). O RP e RF foram feitos em relação ao peso vivo em jejum.

No 40º dia (fim do segundo experimento) após um jejum de 12 horas, quatro aves por unidade experimental, com peso médio da repetição, foram abatidas para a determinação do peso da carcaça (PC), do peito (PP) e do filé de peito (PF) e seus respectivos rendimentos. O rendimento de carcaça foi feito em relação ao peso vivo das aves ao abate, enquanto os rendimentos de peito e de filé de peito foram feitos em relação à carcaça eviscerada (cabeça, pés, pescoço e vísceras).

2.6 – Análises estatísticas

Nos dois experimentos os parâmetros de desempenho e de rendimento de carcaça avaliados foram submetidos a duas avaliações estatísticas por intermédio do software SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV (2000).

Na primeira análise, para verificar o efeito do nível de lisina sobre o desenvolvimento das aves através da comparação do tratamento Controle (C+) com cada um dos outros cinco tratamentos experimentais, foi realizada uma ANOVA com subsequente teste de médias Dunnett ao nível $P < 0,05$.

Na segunda análise, as cinco relações Arg:Lys dig. estudadas foram submetidos à análise de regressão. Foram obtidas equações de regressão (Linear, Quadrático, Resposta Linear Platô e Exponencial) para cada variável estudada em cada experimento. As relações ideais para cada fase foram obtidas após análise dos resultados e a escolha do modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados obtidos.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média durante o primeiro experimento (8-21 dias) foi 24,8°C, sendo a média das mínimas de 22,5°C e a média das máximas de 27 °C, e do segundo experimento 24,5°C, com média mínima de 22°C e média máxima de 27 °C.

Os valores médios para consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso e rendimento de peito e de file de peito de 8 a 21 dias de idade, e seus respectivos coeficientes de variação (CV) estão descritos na Tabela 42.

Tabela 42 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso do peito (PP), rendimento de peito sem pele e com osso (RP), peso de filé (PF), e rendimento de filé de peito (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Arginina:Lisina digestível.

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA	PP (g)	RP (%)	PF (g)	RF (%)
C+ (108,4)	964,98	667,21 ^a	1,447 ^a	172,50 ^a	20,56 ^a	143,38 ^a	17,00 ^a
95.0	953,25	618,91 ^b	1,540 ^b	161,17 ^b	19,65 ^b	129,83 ^b	15,81 ^b
100.0	971,42	645,34 ^b	1,506 ^b	163,98 ^b	19,81 ^b	132,90 ^b	16,03 ^b
105.0	968,01	655,71 ^a	1,477 ^a	168,25 ^b	20,09 ^b	135,46 ^b	16,12 ^b
110.0	985,15	677,16 ^a	1,455 ^a	177,25 ^a	21,07 ^a	146,00 ^a	17,26 ^a
115.0	978,86	667,56 ^a	1,467 ^a	172,75 ^a	20,26 ^a	140,33 ^a	16,34 ^b
Contraste (Dunnett)							
CV (%)	2.54	3.12	1.98	4.94	3.08	6.07	3.70
Regressão (Relações: 95, 100, 105, 110 e 115)							
ANOVA*	Ns	Q; LRP; E	Q; LRP; E	LRP; E	Ns	LRP; E	LRP; E
CV (%)	3.32	2.54	3.12	1.98	4.94	3.08	6.07

^{ab} Médias seguidas com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao tratamento C+ pelo teste Dunnett (P<0.05). / ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; LRP = Efeito Linear Response Plateau, E= Efeito Exponencial, *(P<0,05);

Excetuando-se o consumo de ração todos os demais parâmetros foram influenciados pelo nível de lisina da ração. Os animais que receberam maior nível de lisina apresentaram desempenho superior aos animais que receberam dietas com relação

Arg:Lys dig. 95, 100 e 105% e 0,98% de lisina digestível, comprovando que as dietas experimentais estavam com o nível de lisina limite.

Houve efeito significativo ($P > 0,05$) do aumento da relação Arg:Lys sobre o desempenho das aves, sendo que o consumo de ração, o peso e rendimento de peito e filé de peito apresentaram resposta linear (Tabela 43). Entretanto, o ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram resposta quadrática, descritas pelas equações $GP = -1530,57 + 39,174x - 0,1742x^2$ ($R^2 = 96,0$) e $CA = 5,047 - 0,0649x + 0,00029x^2$ (R^2).

Com modelo quadrático, observou-se relação Arg:Lys dig. de 112,4% e 111,9%, para ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente, ou 106,8 e 106,3% se aplicarmos 95% da quadrática. Entretanto, deve-se ressaltar que a relação Arg:Lys dig registrado pelo modelo Linear Response Plateaus foi de 107,4 para os dois parâmetros (tabela 44).

Tabela 43 - Equações de regressões linear para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), e rendimento de filé de peito (RF) de frangos de corte 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Arginina:Lisina dig.

Parâmetro	Linear	R ²
CR	$y = 834,94 + 1,299x$	72,00
GP	$y = 381,76 + 2,583x$	82,00
CA	$y = 1,9048 - 0,00396x$	83,00
PP	$y = 149,742 + 0,600x$	0,79
RP	$y = 18,230 + 0,0497x$	51,00
PF	$y = 117,737 + 0,488x$	75,00
RF	$y = 14,333 + 0,0412x$	41,00

Tabela 44 - Equações de Linear Response Plateau para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de peito (PP), peso de file (PF) e rendimento de file (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Arginina:Lisina dig., R², Plateau e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R² (%)	Plateau	PI (Arg:Lys, %)
GP	$y = 269,77 + 3,703x$	96,32	667,56 g	107,4
CA	$y = 2,079 - 0,0057x$	98,45	1,466	107,4
PP	$y = 59,99 + 1,05x$	89,76	172,75 g	107,3
PF	$y = 31,37 + 1,021x$	88,12	140,33 g	106,70
RF	$y = 7,252 + 0,0883x$	66,25	16,34 %	102,91

A função quadrática que aparentemente apresenta vantagem na determinação da exigência nutricional, por estimar o desempenho máximo possível, tem desvantagens, no sentido de ser muito sensível às diferenças entre os níveis estudados e apresentar simetria bilateral, o que biologicamente não pode ser adequado. A combinação dos modelos pode ser considerada como o melhor nível recomendado, mediante o uso da equação quadrática de resposta, associada ao platô. A vantagem deste modelo é que o nível ótimo encontrado não é o maior como é geralmente estimado na derivação da função quadrática, nem o menor como o observado no modelo LRP, passando a ser intermediário, no ponto de encontro entre a reta da equação e o platô (Sakomura & Rostagno, 2007).

Ao associar-se o modelo quadrático com o plateau foi obtida a equação $GP = -1530,57 + 39,174x - 0,1742x^2$ (R²=94%) e a relação Arg:Lys dig. ideal de 107,9 % para o ganho de peso, e para a conversão alimentar $CA = 5,0474 - 0,06409x + 0,000286x^2$ (R²=95%) e Arg:Lys dig. 108%. No entanto, pelo modelo exponencial, a relação Arg:Lys dig. ideal para frangos de corte de 8 a 21 dias variou de 105 a 109,8 %, dependendo do parâmetro escolhido (Tabela 45).

Tabela 45 - Equações exponenciais , expressa pela função “ $Y = a + b (1 - e^{-c(x-d)})$ ”, para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de peito (PP), peso de filé (PF) e rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas de diferentes relações Arginina:Lisina dig., R² (%) e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	PI (Arg:Lys, %)
GP	$y = 618,900 + 58,230 (1 - e^{-0.220 (\text{Arg} - 95)})$	90,10	108,6
CA	$y = 1,542 - 0,089 (1 - e^{-0.2312 (\text{Arg} - 95)})$	90,80	108,0
PP	$y = 161,16 + 16,07 (1 - e^{-0.250 (\text{Arg} - 95)})$	63,70	107,0
PF	$y = 129,82 + 16,16 (1 - e^{-0.300 (\text{Arg} - 95)})$	53,60	105,0
RF	$y = 15,800 + 1,430 (1 - e^{-0.202 (\text{Arg} - 95)})$	40,30	109,8

Na Tabela 46 é apresentado o resumo de todas as relações Arg:Lys digestível obtidas pelos diferentes métodos de regressão.

Tabela 46 - Comparação dos resultados obtidos através dos modelos de regressão Quadrática (Q), 95% Quadrática (95% Q), Linear response Plateau (LRP), Quadrática associado ao Linear response Plateau (Q + LRP), Exponencial (E) e suas médias.

Parâmetro	Q	95% Q	LRP	Q + LRP	E
Ganho de peso	112,4	106,8	107,4	107,9	108,6
Conversão alimentar	111,9	106,3	107,4	108,0	108,0
Peso de peito	-	-	107,3	-	107,0
Peso de filé	-	-	106,7	-	105,0
Rendimento de filé	-	-	102,9	-	109,8
Média	112,2	106,6	106,3	108,0	107,7

Analisando os resultados, observamos que a média de todas as relações Arg:Lys dig. foi o que melhor retratou a relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos. Assim, o nível Arg:Lys de 108% ou 1,17% Arg digestível foi ideal para se obter o melhor desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade. Entretanto, Labadan Jr. et al. (2001) concluíram que níveis superiores de arginina digestível (1,27 a 1,32%) proporcionam máximo desenvolvimento do músculo de peito nas primeiras semanas de vida.

A relação Arg:Lys (108%) obtida neste experimento para frangos de corte, diverge das recomendadas por Chamruspollert et al. (2004) de 106 (1,26% Arg total), sob temperatura controlada de 25°C. Porém, a 35°C, os valores de exigência de arginina foram menores (1,15%). Os valores encontrados a 25°C foram mais próximos aos desse experimento (1,27% Arg total). Ressalta-se que a temperatura média neste experimento foi de 24,8°C, em ambiente não-controlado.

Labadan et al. (2001), em experimentos com frangos de corte (machos Ross x fêmeas Avian), encontraram exigências de arginina total para as primeiras semanas de vida de 1,24 e 1,28% para ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente, valores inferiores aos obtidos neste experimento de 1,32 e 1,31%, adotando-se o mesmo modelo.

Atencio et al. (2004) trabalhando com frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, detectaram melhora no ganho de peso e na conversão alimentar das aves com a relação Arg:Lys dig, de 105%, idêntica à recomendada por Baker & Han (1994) e Rostagno et al. (2005). Porém, em trabalho recente, Stringhini et al. (2007) verificaram que os melhores índices de desempenho aos 21 dias de idade foram estimados por equação quadrática, com 1,4% de arginina digestível na ração inicial, que corresponde uma relação Arg:Lys dig de 132%.

Os valores médios de consumo de ração, de ganho de peso, de conversão alimentar, peso e rendimento de peito e de file de peito e do coeficiente de variação (CV) para a fase de 28 a 40 dias de idade, de acordo com os níveis de lisina na ração e a relação Arg:Lys digestível, são apresentados na Tabela 47.

Tabela 47 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso da Carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), rendimento de filé de peito (RF), gordura (G) e rendimento de gordura (RG) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentados com dietas de diferentes relações Arginina:Lisina dig.

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA	PC (g)	RC(%)	PP (g)	RP (%)	PF (g)	RF (%)	G (g)	RG (%)
C+ (111.0)	1955,31	1203,01 ^a	1,627 ^a	1823,92 ^a	71,15	681,42 ^a	37,38	526,88 ^a	28,86	31,04	1,73
91.0	1958,44	1115,74 ^b	1,760 ^b	1756,46 ^b	70,46	641,17 ^b	36,50	490,04 ^b	27,89	35,67	2,03
98.0	1962,42	1146,15 ^b	1,717 ^b	1774,58 ^b	70,13	658,88 ^b	37,16	497,25 ^b	28,03	34,50	1,95
105.0	1975,31	1176,18 ^a	1,680 ^a	1784,92 ^b	70,68	662,00 ^b	37,09	504,67 ^b	28,27	34,25	1,92
112.0	1949,04	1181,81 ^a	1,649 ^a	1796,63 ^b	70,64	668,42 ^a	37,23	512,88 ^a	28,57	34,54	1,92
119.0	1921,89	1144,87 ^b	1,680 ^a	1820,58 ^a	71,62	678,71 ^a	37,29	521,96 ^a	28,67	34,38	1,89
Contraste (Dunnett)											
CV (%)	2,37	4,52	3,92	2,91	1,66	3,17	2,60	3,74	3,23	11,07	11,44
Regressão (Relações: 91, 98, 105, 112 e 119)											
ANOVA*	ns	Q; LRP; E	Q; LRP; E	LRP	Ns	LRP; E	E	LRP	LRP; E	E	E
CV (%)	2,37	4,52	3,92	2,91	1,66	3,17	2,60	3,74	3,23	11,07	11,44

^{ab} Médias seguidas com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao tratamento C+ pelo teste Dunnett (P<0.05). / ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; LRP = Efeito Linear Response Plateau, E= Efeito Exponencial, *(P<0,05).

Observou-se efeito do nível de lisina sobre o ganho de peso, a conversão alimentar, o peso de peito e de filé. Este resultado demonstra que o nível de lisina das rações experimentais estava limitante, permitindo a maior expressão do efeito da variação das relações Arg:Lys dig.

O aumento das relações Arg:Lys dig. não influenciaram o consumo de ração, o rendimento de peito, o peso e a porcentagem de gordura da carcaça. Entretanto, Costa et al. (2001) constataram menor porcentagem de gordura na carcaça de frangos aos 42 dias de idade a medida que se aumentou a relação Arg:Lys dig de 95 a 132%, em condição de alta temperatura, discordando de Mendes et al (1997), que observou uma na porcentagem de gordura abdominal com o aumento do nível de lisina ou das relações de Arg:Lys dig sobre as mesmas condições.

Houve efeito linear significativo para o peso do peito, o peso e rendimento de carcaça e de file (tabela 48), sugerindo que o mínimo de 119%, ou seja, a maior relação Arg:Lys dig. utilizada neste experimento, não foi suficiente para determinar o ponto de máximo desempenho. Esse resultado demonstra que a exigência de arginina para os parâmetros de carcaça é maior do que a exigência para desempenho.

Tabela 48 - Equações de regressões para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso da carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), peso de peito (PP), peso de filé (PF), rendimento de filé de peito (RF), de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentos com dietas de diferentes relações Arginina:Lisina dig

Parâmetros	Equações	R ²
GP	$y = 954,68 + 1,927x$	63,0
CA	$y = 2,038 - 0,00325x$	80,0
PC	$y = 1561,2 + 2,147x$	98,0
RC	$y = 66,44 + 0,0406x$	66,0
PP	$y = 534,896 + 1,209x$	94,0
PF	$y = 386,17 + 1,135x$	100,0
RF	$y = 25,12 + 0,0301x$	98,0

O ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram resposta quadrática ao aumento da relações Arg:Lys, descrito pelas equações $GP = - 926,96 + 38,0896Arg -$

$0,1722\text{Arg}^2$ ($R^2=94,0$) e $\text{CA} = 4,323 - 0,04681\text{Arg} + 0,0002054 \text{Arg}^2$ ($R^2=95$), respectivamente.

Pelo modelo quadrático, observou-se relação Arg:Lys dig de 110,6 e 113,9% para o ganho de peso e para conversão alimentar, respectivamente. Aplicando-se o limite de confiança de 95% para resposta da equação quadrática obtém-se a relação para esses parâmetros de 105,1 e 108,2%.

Ao se aplicar a regressão Linear Response Plateau, as relações Arg:Lys dig variaram de 104,4 a 118,9 % (tabela 49). Como o modelo quadrático superestima e o Linear Response Plateau subestima o resultado, foi realizado a associação dos dois modelos, sendo obtidas as seguintes equações: Ganho de peso = $- 926,96 + 38,0896x - 0,1722x^2$ (Arg:Lys dig. 104,8%) e Conversão alimentar = $4,323 - 0,04681x + 0,0002054x^2$ (Arg:Lys dig. 107,3%).

Tabela 49 - Equações de Linear Response Plateau para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), peso de filé (PF), rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentados com dietas de diferentes relações Arginina:Lisina dig., R^2 (%), Plateau e (%), ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	Plateau	PI (Arg:Lys, %)
GP	$Y = 7222,89 + 4,3177x$	99,99	1173,59 g	104,4
CA	$Y = 2,254 - 0,0053x$	98,12	1,66	105,6
PC	$Y = 1572,78 + 2,033x$	95,12	1808,60 g	116,0
PP	$Y = 534,546 + 1,213x$	82,40	678,71g	118,9
PF	$Y = 394.94 + 1,044x$	99,98	517,42 g	117,2
RF	$Y = 24.89 + 0.0325x$	96,62	28,67 %	116,4

O modelo exponencial proporciona um excelente ajuste para respostas biológicas do animal, entretanto ha dificuldades no estabelecimento do nível ótimo (Sakomura & Rostagno, 2007). As relações Arg:Lys dig. obtidas para o ganho de peso, a conversão alimentar, o peso de peito, o rendimento de peito e de filé, e o peso e rendimento de gordura pelo método exponencial esta demonstrada na tabela 50. Através desse método as relações Arg:Lys dig. variaram de 104,4% (ganho de peso) a 116,4% (rendimento de filé).

Tabela 50 - Equações exponenciais , expressa pela função “ $Y = a + b (1 - e^{-c(x-d)})$ ”, para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de peito (PP), rendimento de peito (RP), rendimento de filé (RF), gordura (G) e rendimento de gordura (RG) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentos com dietas de diferentes relações Arginina:Lisina dig., R^2 (%) e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	PI (Arg:Lys, %)
GP	$y = 1105,379 + 66,065 (1 - e^{-0.1783 (Arg - 91)})$	67,00	107,8
CA	$y = 1,762 - 0,105 (1 - e^{-0.1383 (Arg - 91)})$	89,50	112,7
PP	$y = 641,174 + 27,255 (1 - e^{-0.1505 (Arg - 91)})$	87,20	110,9
RP	$y = 36,481 + 0,750 (1 - e^{-0.2714 (Arg - 91)})$	95,00	102,0
RF	$y = 27,886 + 0,7855 (1 - e^{-0.200 (Arg - 91)})$	64,40	106,0
G	$y = 35,674 - 1,415 (1 - e^{-0.2469 (Arg - 91)})$	95,30	103,0
RG	$y = 2,031 - 0,135 (1 - e^{-0.14145 (Arg - 91)})$	95,80	112,2

Ao observar-se os resultados, verificamos que a média de todas as relações, 108%, Arg:Lys dig. obtidas (Tabela 51) foi o que melhor retratou a relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos.

Tabela 51 - Comparação dos resultados obtidos através dos modelos de regressão Quadrática (Q), 95% Quadrática (95% Q), Linear response Plateau (LRP), Quadrática associado ao Linear response Plateau (Q + LRP), Exponencial (E) e suas médias.

	Q	95% Q	LRP	Q + LRP	E
Ganho de peso	110,6	105,1	104,4	104,8	107,8
Conversão alimentar	113,9	108,2	105,6	107,3	112,7
Peso da carcaça	-	-	116,0	-	-
Peso de peito	-	-	118,9	-	110,9
Rendimento de peito	-	-	-	-	102,0
Peso de filé	-	-	117,2	-	-
Rendimento de filé	-	-	116,4	-	106,0
Gordura	-	-	-	-	103,0
Rendimento de Gordura	-	-	-	-	112,2
Média	112,27	106,65	107,8	105,9	108,5

Mendes et al. (1997) e Brake et al. (1998) não detectaram melhora no ganho de peso das aves, entretanto, observaram melhor conversão alimentar à medida que se aumentou a relação Arg:Lys (110 a 140%) em condições de alta temperatura ambiente.

O resultados obtido nesse experimento discorda do observado por Costa et al. (2001), que não observaram efeito para as características de desempenho em frangos de corte machos (Ross), na fase de 22 a 42 dias de idade, utilizando relação de Arg:Lys dig. variando de 95 a 132,5% e níveis de lisina digestível de 1,05%.

Labadan et al. (2001), trabalhando com frangos de corte, encontraram exigência de arginina total para a fase de 3 a 6 semanas de idade de 0,92% para ganho de peso, 0,97% para produção de peito e 0,95% para conversão alimentar, portanto, inferior ao nível de arginina total preconizado neste experimento (1,15%).

Trabalhando com frangos de corte *Aviam Farm de 24 a 38 dias*, Atencio et al (2004) não verificaram efeito do nível de arginina sobre qualquer característica avaliada, sugerindo que o nível de 1,083% de arginina digestível (1,155% de arginina total), correspondente à relação arginina:lisina digestível de 102%, pode ser suficiente para maximizar o desempenho e a produção de cortes nobres de machos alimentados com dietas contendo 19,9% de proteína bruta. Segundo o autor a ausência de efeitos nas características de desempenho, nas fases de 24 a 38 dias de idade, talvez tenha sido resultado do aumento no consumo de ração, uma vez que os experimentos foram conduzidos sob baixas temperaturas. Em dias frios, o consumo de ração aumenta, ocasionando maior consumo de arginina (em gramas), o que pode resultar em níveis de exigência (% da dieta) inferiores.

Brake et al. (1998) observaram melhora linear da conversão alimentar em frangos de corte em crescimento com o aumento da relação Arg:Lis dig. de 105 para 149 % na dieta, em temperatura de 31°C. De modo geral, os resultados deste estudo indicam que elevadas temperatura necessitam de elevadas relações arginina x lisina. Além disso, segundo observações dos autores, correlações da relação arginina x lisina e cloreto de sódio são existentes, de modo que, quando a dieta tinha nível baixo de cloreto de sódio, a pior conversão foi obtida com o menor nível da relação (105), entretanto, o simples aumento do cloreto proporcionou resultados semelhantes de conversão alimentar entre a menor (105) e a maior (149) relação Arg:Lys dig. Talvez, esse resultado possa ocorrer por elevar o índice da bomba de Na-K, uma vez que, a absorção de aminoácidos passa por este processo e, é possível que o aumento de arginina com concomitante aumento de Na e/ou K amenize o efeito do antagonismo arginina x lisina.

4 – CONCLUSÕES

Com base nos parâmetros avaliados, as relações Arg:Lys dig para ambos os experimentos é de 108% ou 1,17 e 1,06% Arg digestível para frangos de corte de 8 a 21 e 28 a 40 dias de idade, respectivamente.

5 – REFERÊNCIAS

- AJINOMOTO BIOLATINA, El papel de la nutrición proteica para pollos barrilleros. Informativo Técnico 3, 2004, 16p.
- ATENCIO, A; L F T. ALBINO, H S. ROSTAGNO, D. C. OLIVEIRA, F. M VIEITES & J. R. PUPA. Exigência de arginina digestível para frangos de corte machos em diferentes fases. Ver. Brás. Zootec., v.33, p. 1456 – 1466, 2004.
- BAKER D.H. & HAN Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post-hatching. Poultry Science, v.73, p.1441- 1447,1994.
- BRAKE J., BALNAVE D. & DIBNER J.J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. Brit. Poultry Science, v. 39, p. 639-647, 1998.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. The influence of labile dietary methyl donors on the arginine requirement of young broiler chicks. **Poultry Science**, v.81, n.8, p.1142-1148, 2002a.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. **British Journal of Nutrition**, v.88, n.6, p.655-660, 2002b.
- CHAMRUSPOLLERT, M.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Chick responses to dietary arginine and methionine levels at different environmental temperatures. **British Poultry Science**, v.45, n.1, p.93-100, 2004.
- CORZO, A; E. T. MORAN & D. HOEHLER. Arginine need of heavy broiler males: Applying the ideal protein concept. Polutry Sci., v.82, p. 402 – 407, 2003.
- COSTA, F.G.P, ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L F. T. et al. Efeito da relação arginina- lisina sobre o desempenho e qualidade da carcaça de frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, em condições de alta temperatura. Rev. Bras. Zootec. 30(6):2021-2025,2001.

- D'MELLO J.P.F. 2003. Amino acid in farm animal nutrition, 2^a ed. CABI, Wallingford. 440p, 2003.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. et al. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu, Anais... Foz do Iguaçu. p.77-88, 2001.
- LABADAN JR., M.C.; HSU, K.N.; AUSTIC R.E. Lysine and arginine requirements of broiler chickens at two- to three-week intervals to eight weeks of age. **Poultry Science**, v.80, n.5, p.599-606, 2001.
- MCLEOD, M., Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chickens. *British Poult. Sci.* 38:405-411, 1997.
- MENDES, A.A.; WATKINS, S.E.; ENGLAND, J.A. et al. Influence of dietary lysine levels and arginine:lysine ratios on performance of broilers exposed to heat or cold stress during the period of three to six weeks of age. **Poultry Science**, v.76, n.3, p.472-481, 1997.
- PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃORUMINANTES, 1994, MARINGÁ. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.119-128.
- PENZ JR., A.M.; VIEIRA, S.L. Nutrição na primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998. p.121-39.
- PENZ, JR., A.M.; RENZ, S.V. Actualización em la nutrición de pollos de engorde. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 18., 2003, Santa Cruz de la Sierra. **Anais...** Cochabamba: Asociación Nacional de Avicultores de Bolívia e Asociación Latinoamericana de Avicultura, 2003. p.373-384.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.L.S.; BARRETO, S.L.T.. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- STRINGHINI, J.H.; CRUZ, C. P.; THON, M. S. et al. Níveis de arginina e lisina digestíveis na dieta de frangos de corte na fase pré-inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, 1083-1089, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análise estatística e genética-** SAEG , versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

CAPÍTULO 4

EFEITO DA RELAÇÃO TRIPTOFANO:LISINA DIGESTÍVEL SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARÇAÇA DE FRANGOS DE CORTE.

RESUMO - Dois experimentos foram realizados com o objetivo de quantificar a relação adequada de Triptofano:Lisina (Tryp:Lys) digestível para frangos de corte machos, Cobb 500, nos períodos de 8 a 21 dias (inicial) e 28 a 40 dias (crescimento) de idade. As aves foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco relações Tryp:Lys dig. (15 (0.162% Tryp), 16, 17, 18 e 19% no período inicial e 14 (0.137% Tryp), 16, 18, 20 e 22% no de crescimento), oito repetições e 25 e 20 aves por unidade experimental no período inicial e de crescimento, respectivamente. As dietas foram formuladas atendendo as exigências mínimas dos nutrientes para os dois períodos, exceto para Lys digestível sendo utilizado o valor de 1.08% e 0.98% para o período inicial e de crescimento respectivamente. Um tratamento controle (C+) contendo adequado nível de Lisina dig. (1.146% inicial e 1,05% crescimento) foram incluídos no desenho experimental de cada experimento. No final de cada experimento foram avaliados o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça. Diferentes modelos de regressão (quadrática, 95% da quadrática, Linear Response Plateau, quadrática mais Plateau e exponencial) foram aplicados nos resultados. No período inicial, houve efeito quadrático ($P < 0.05$) sobre a conversão ($Y = - 3.474 - 0.2308 \text{ Tryp} + 0.0066 \text{ Tryp}^2$, $R^2 = 0.65$), e rendimento de filé de peito ($Y = - 22.788 + 4.66 \text{ Tryp} - 0.1368 \text{ Tryp}^2$, $R^2 = 0.96$). No período de crescimento, as relações Tryp:Lys influenciaram quadraticamente ($P < 0.05$) o ganho de peso ($Y = - 423.7 + 174.75 \text{ Tryp} - 4.71 \text{ Tryp}^2$; $R^2 = 0.98$) e a conversão alimentar ($Y = 2.718 - 0.114 \text{ Tryp} + 0.003 \text{ Tryp}^2$; $R^2 = 0.97$). O valor da relação Tryp:Lys digestível indicado para o período inicial é de 17% (0,177% Tryp. dig.) e 18 % (0,176% Tryp dig.), respectivamente.

Palavras-chave: Desempenho, exigência, Lisina e Triptofano.

ABSTRACT - Tryptophan:lysine ratios on performance and breast yield of broilers. The formulation of diets using the ideal protein concept, with no deficiencies or excesses of amino acids, is essential to maximize performance and reduce N excretion in broilers. However, there are few studies on digestible tryptophan:lysine ratio (Tryp:Lys). Two experiments were carried out to evaluate digestible Tryp:Lys ratios for male Cobb 500 broilers in two periods: 7 - 21 (starter) and 28 - 40 (finisher) days of age. The birds were allocated to five digestible Tryp:Lys ratios: 15 (0.162% Dig Tryp), 16, 17, 18, and 19% in the starter period, and 14 (0.137% Dig Tryp), 16, 18, 20, and 22% in the finisher period, with eight replicates of 25 and 20 birds per experimental unit in the starter and in the finisher period, respectively. Diets were formulated to meet or exceed the nutritional requirements in both periods, except for digestible Lys (1.08% and 0.98% for the starter and finisher periods, respectively). A control (C+) treatment containing adequate lysine (1.146% start and 1,05% finisher) were included in the experimental design of each experiment. In the end of each experiments were made calculations the weight gain, feed conversion and the carcass characteristics. Statistical analysis using different models (quadratic, 95% of the quadratic peak, broken line and quadratic and plateau) were applied to the performance data. In the starter phase, there were quadratic effects ($P < 0.05$) of Tryp:Lys ratios on the birds feed conversion ($Y = - 3,474 - 0,2308 \text{ Tryp} + 0,0066 \text{ Tryp}^2$; $R^2 = 0,65$), and breast fillet yield ($Y = - 22.788 + 4,66 \text{ Tryp} - 0,1368 \text{ Tryp}^2$; $R^2 = 0,96$). In the finisher phase, Tryp:Lys ratios quadratically influenced ($P < 0.05$) broilers weight gain ($Y = - 423,7 + 174,75 \text{ Tryp} - 4,71 \text{ Tryp}^2$; $R^2 = 0.98$) and feed conversion ($Y = 2,718 - 0,114 \text{ Tryp} + 0.003 \text{ Tryp}^2$; $R^2 = 0.97$). Recommended Tryp:Lys ratios for the starter and the finisher phases are 17% (0.177% Tryp. dig.) and 18 (0.176% Tryp dig.), respectively.

Key Words: lysine, performance, requirement, tryptophan,

1- INTRODUÇÃO

O contínuo progresso da indústria avícola é produto da contribuição científica e tecnológica das diferentes áreas relacionadas com a atividade, sendo a genética e a nutrição as partes que continuamente estão gerando aves com melhor desempenho e produtividade.

A proteína é um dos mais importantes nutrientes na alimentação de frangos de corte, especialmente considerando que a produção industrial atual, visa principalmente uma eficiente conversão de proteína da ração em proteína muscular.

Na formulação de ração, cerca de 70% do custo variável da produção é proveniente da alimentação; e desse total, os alimentos protéicos representam grande parcela. As rações que freqüentemente eram formuladas à base de proteína bruta estão sendo substituídas gradativamente pela concentração de aminoácidos, utilizando o conceito de proteína ideal.

A proteína ideal pode ser definida como o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou sobras, com o objetivo de satisfazer os requisitos absolutos de todos os aminoácidos para manutenção e para ganho máximo de proteína corporal. Entretanto, de acordo com Baker & Han (1994), apenas a metionina, a lisina e a treonina, considerados como o primeiro, segundo e terceiro aminoácidos limitantes, são suplementados de maneira rotineira nas rações das aves, além de existir um volume considerável de informações sobre os níveis e as relações com a lisina recomendados. Informações sobre a exigência ou a relação com a lisina dos aminoácidos essenciais, como o triptofano, em diferentes idades, são escassas e apresentam grande variação em seu perfil ideal. As recomendações da relação Triptofano:Lisina (Tryp:Lys) digestível varia de 14 a 19%.

Além da sua função como nutriente na formação das proteínas corporais, o triptofano é precursor de vários metabólitos importantes, tais como a serotonina, ácido nicotínico e a melatonina. A serotonina é o metabólito mais conhecido, sendo descrito em diversos trabalhos como crucial na regulação do apetite. Entretanto, mais recentemente, Zhang et al. (2006) demonstraram que o triptofano estimula a concentração no plasma e a expressão no duodeno e estômago da grelina. De acordo

com esses autores, o estímulo no aumento do consumo em leitões é proporcionado pelo maior nível circulante desse hormônio.

Segundo Castro et al . (2000 a) as exigências nutricionais de triptofano digestível para frangos de corte, machos e fêmeas, no período de 1 a 21 dias, são de 0,191 e 0,188% ou Tryp:Lys dig. de 16,7 e 16,40%. Contudo com o aumento da idade dos frangos ocorre uma elevação na proporção ideal do triptofano, uma vez que a exigência de manutenção desse aminoácido aumenta em proporção maior que a lisina (Baker & Han, 1994). Recentemente Corzo et al (2005) concluíram que levando em consideração todos os parâmetros avaliados, desempenho, carcaça e metabólicos, a exigência de triptofano total foi de 0,17% da ração (Tryp:Lys total de 20%) para frangos de corte de 42 a 56 dias de idade.

Diante deste contexto, foi desenvolvido dois experimentos com o objetivo de quantificar a relação Tryp:Lys dig. que proporciona o melhor desempenho de frangos de corte, machos, Cobb 500, nos períodos de 8 a 21 dias (inicial) e de 28 a 40 dias (crescimento) de idade.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1- EXPERIMENTO 1

2.1.1- Local e duração

O experimento foi realizado no Aviário Experimental do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de novembro a dezembro de 2008.

2.1.2 - Animais

Foram utilizados 1200 frangos de corte machos, da linhagem Cobb 500, de 8 a 21 dias idade, com peso médio inicial de 198 gramas.

2.3 - Instalações e manejo

Até o sétimo dia as aves foram criadas em galpão de alvenaria dentro de círculos de proteção, recebendo ração pré-inicial formulada a base de milho e farelo de soja segundo Rostagno et al. (2005), e manejadas segundo manual da linhagem. O aquecimento inicial foi realizado por meio de lâmpadas de infra-vermelho de 250 watts, procurando manter a temperatura ambiente entre 28 e 30°C, durante as duas primeiras semanas de vida. As temperaturas de mínima e máxima foram acompanhadas diariamente (7h), durante os experimentos, por meio de quatro termômetros colocados na altura das aves e localizados em diferentes partes da instalação. O programa de luz utilizado nos dois experimentos foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial).

No 8º dia de idade, os frangos foram pesados, selecionados e distribuídos em galpão de alvenaria, coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 m x 2,0 m, com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tubular, sendo a água e ração fornecidas à vontade.

2.1.4 – Delineamento e Dietas experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, envolvendo seis tratamentos com oito repetições de 25 aves por unidade experimental (tabela 52).

Tabela 52 - Tratamentos experimentais do período inicial (8-21 dias)

Tratamentos	Relação Tryp:Lys digestível (%)	Tryp /Lys digestível (%)
Tryp 15	15,0	0,162 / 1,08
Tryp 16	16,0	0,173 / 1,08
Tryp 17	17,0	0,184 / 1,08
Tryp 18	18,0	0,194 / 1,08
Tryp 19	19,0	0,205 / 1,08
Controle (C+)	17,9	0,205 / 1,146

A ração basal (Tabela 53) foi formulada para conter 15% de Tryp:Lys dig e as demais rações com níveis crescentes de 16; 17; 18 e 19%. Neste estudo, a adição de triptofano à dieta basal foi feita em substituição ao amido. Para se evitar o excesso de lisina digestível seu nível na dieta basal foi calculado para ser 94% (1,08%) do valor registrado nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005). Um tratamento Controle (C+) contendo lisina adequada (1,146%) foi incluído no ensaio experimental, com o objetivo de verificar a deficiência de lisina das rações experimentais sobre o desempenho das aves.

Os níveis de lisina e triptofano das dietas foram determinados via HPLC. Descrever técnica pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition (Tabela 54). A cromatografia Líquida de Alta Eficiência ou HPLC é uma técnica cromatográfica de separação de misturas e identificação de seus componentes. Os constituintes da amostra são particionados em duas fases, uma estacionária e a outra um fluido insolúvel que percola através da primeira. A fase móvel à alta pressão, permite uma redução no diâmetro das partículas da fase estacionária, localizada no interior da coluna cromatográfica. O uso de partículas menores (na ordem de 5,0 µm) no recheio da coluna resulta em uma área superficial, o sítio de adsorção, maior (geralmente da ordem de centenas de metros quadrados por grama de fase estacionária), o que promove uma separação mais eficiente dos componentes da amostra (Ciola, 1998).

Tabela 53 - Composição da ração basal – Inicial (8-21 dias)

Composição	
Milho	67,756
Soja Farelo	15,000
Farinha de Carne e Ossos 45%	4,000
Farinha de Peixe	4,000
Ac. Glutâmico	2,000
Plasma Sanguíneo	1,300
Óleo de soja	1,000
Amido	0,345
Lisina HCl, 99%	0,362
DL-Metionina, 99%	0,297
Glicina	0,200
L-Treonina, 98%	0,155
L-Arginina	0,246
L-Isoleucina	0,146
L-Valina	0,123
L-Triptofano	0,000
Calcário	0,365
Fosfato bicalcico	0,270
Sal comum	0,285
Carbonato de K	0,300
Mistura Mineral ¹	0,050
Mistura Vitamínica ²	0,120
Cloreto de Colina, 60%	0,100
Coxistac	0,055
BHT	0,010
Inerte	1,514
Total	100,000
Valores Calculados	
EM, kcal/kg.	3,085
Proteína bruta, %	18,84
Cálcio, %	0,883
Fósforo disponível, %	0,450
Sódio %	0,225
Potássio %	0,685
Cloro %	0,363
Lisina digestível, %	1,080
Treonina digestível, %	0,745
Met. + Cis. digestível, %	0,884
Glicina.+ Serina, %	2,075
Arginina digestível, %	1,242
Isoleucina digestível, %	0,756
Valina digestível, %	0,864
Triptofano digestível, %	0,162

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0,25 mg.

Table 54- Níveis de Triptofano e relação Tryp:Lys dig. nas rações experimentais iniciais

Composição						
Ingredientes/ Tratamentos	1	2	3	4	5	C +
Amido	0,345	0,334	0,323	0,312	0,301	0,217
L-Triptofano	0,000	0,011	0,022	0,033	0,044	0,044
Lisina HCl, 99%	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362	0,446
Valores Calculados						
EM, kcal/kg.	3,085	3,085	3,085	3,085	3,085	3,085
Proteína bruta, %	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84	18,84
Lisina total, %	1,175	1,175	1,175	1,175	1,175	1,273
Lisina digestível, %	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,146
Triptofano total, %	0,184	0,196	0,209	0,221	0,233	0,233
Triptofano digestível, %	0,162	0,173	0,184	0,194	0,205	0,205
Relação Tryp:Lys Dig., %	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	17,9
Valores Determinados						
Lisina Total, %*	1,172	1,174	1,171	1,178	1,176	1,143
Triptofano Total, % *	0,182	0,197	0,206	0,219	0,234	-

*Valores determinados através de análise aminoacídica das rações via HPLC

2.1.5 – Coletas de dados e características avaliadas

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do ganho de peso, pela diferença entre as pesagens entre o 8º e 21º dias. Da mesma forma, o consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras das rações nos comedouros. Posteriormente, foi calculada a conversão alimentar pela razão entre o consumo de ração e o ganho de peso das aves.

Ao final do período experimental (21 dias de idade), após as pesagens, foram separadas quatro aves por parcela, utilizando-se como critério de escolha, os frangos que apresentarem o peso corporal próximo ao peso médio da respectiva unidade experimental. As aves selecionados foram submetidas a um período de jejum de 12 horas, sacrificadas por sangria da jugular, depenadas, evisceradas e submetidas a cortes para avaliação do rendimento de de peito sem pele e com osso (RP) e de filé de peito (RF). O RP e RF foram feitos em relação ao peso vivo em jejum.

2.1.6 – Análises estatísticas

Primeiramente, utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), foi realizada uma ANOVA com subsequente teste de médias (Dunnett) ao nível de $P < 0,05$, para se verificar o efeito do nível de lisina sobre o desenvolvimento das aves através da comparação do tratamento Controle (C+) com cada um dos outros cinco tratamentos experimentais.

Posteriormente, as cinco relações Tryp:Lys dig. estudadas foram submetidas à análise de regressão. Foram obtidas equações de regressão (Linear, Quadrático, Resposta Linear Platô e Exponencial) para cada variável estudada em cada experimento. As relações ideais para cada fase foram obtidas após análise dos resultados e a escolha do modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados obtidos.

2.2- EXPERIMENTO 2

2.2.1- Local e duração

Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de novembro a dezembro de 2008.

2.2.2 - Animais

Foram utilizados 960 frangos de 28 a 40 dias, com peso médio de 1,360 Kg.

2.2.3 - Instalações e manejo

As aves foram criadas até os 28 dias em galpões de alvenaria recebendo ração pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 28 dias) formulada a base de milho e farelo de soja e manejo segundo manual da linhagem. As exigências nutricionais dos frangos de corte, para a fase pré-inicial e inicial seguiram as recomendações de ROSTAGNO et al. (2005). Aos 28 dias de idade as aves foram alojadas em galpão de alvenaria, telado e coberto com telhas de amianto, subdividido em boxes de 1,0 m x 2,0 m metros com cama de maravalha e providos de um bebedouro tipo nipple e um comedouro tubular, sendo a água e ração fornecidas à vontade.

As temperaturas de mínima e máxima foram acompanhadas diariamente (7h),

durante os experimentos, por meio de quatro termômetros localizados em diferentes partes da instalação. O programa de luz utilizado nos dois experimentos foi o contínuo (24 horas de luz natural + artificial).

2.2.4 – Delineamentos e Dietas experimentais

Aos 28 dias os pintos foram pesados e distribuídas num delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 tratamentos, 8 repetições e 25 aves por unidade experimental (tabela 55).

Tabela 55 - Tratamentos experimentais do período de crescimento (28-40 dias)

Tratamentos	Relação Tryp:Lys digestível (%)	Tryp /Lys digestível (%)
Tryp 14	14,0	0,137 / 1,08
Tryp 16	16,0	0,157 / 1,08
Tryp 18	18,0	0,176 / 1,08
Tryp 20	20,0	0,196 / 1,08
Tryp 22	22,0	0,216 / 1,08
Controle (C+)	20,6	0,216 / 1,146

A dieta basal foi formulada para atenderem as exigências das aves, seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para lisina e triptofano (Tabela 56). O nível de lisina digestível foi calculado para ser 94% (0,98%) do valor registrado nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (2005), a fim de se evitar o excesso desse aminoácido, o que poderia interferir nos resultados.

As cinco relações Tryp:Lys dig. (14; 16; 18; 20 e 22%) estudadas foram obtidas mediante a suplementação de L-Triptofano em substituição ao amido da ração basal (Tabela 57).

Com o objetivo de verificar a deficiência de lisina das rações experimentais sobre o desempenho das aves, foi incluído no ensaio experimental um tratamento Controle (C+) contendo lisina adequada (1,05%).

As relações Tryp:Lys dig. dos tratamentos foram verificadas através da análise aminoacídicas, realizada pelo Laboratório da Ajinomoto Animal Nutrition (Tabela 57).

Tabela 56 - Composição das rações experimentais – Crescimento (28 - 40 dias)

Composição	Tryp 14
Milho	69,9477
Soja Farelo	10,0421
Carne e Ossos 45%	4,0000
Gluten 60%	4,0000
Peixe Farinha	2,0000
Ac. Glutamico	3,4600
Plasma Sanguineo	1,4000
Oleo de soja	1,7418
Amido	0,1691
Calcario	0,4751
Fosfato bicalcico	0,3800
L-lisina	0,4421
Sal	0,2914
DI-Metionina	0,2551
L-Treonina	0,1517
Carbonato de K	0,3063
Colina Cloreto 70%	0,1000
Vit	0,1000
Coxistac	0,0550
Minerais	0,0500
Glicina	0,0000
BHT	0,010
Isoleucina	0,1760
L-Arginina	0,3164
L-Valina	0,1289
L-Triptofano	0,0011
Total	100,000
Valores Calculados	
EM, kcal/kg.	3,230
Proteína bruta, %	18,50
Cálcio, %	0,824
Fósforo disponível, %	0,411
Sódio %	0,205
Potássio %	0,600
Cloro %	0,366
Lisina digestível, %	0,980
Treonina digestível, %	0,697
Met. + Cis. digestível, %	0,777
Glicina.+ Serina, %	1,709
Arginina digestível, %	1,166
Valina digestível, %	0,826
Isoleucina digestível, %	0,745
Triptofano digestível, %	0,137

¹ - Suplemento mineral - Níveis de garantia por quilo de ração : Manganês 80,0 mg ; Ferro - 50,0 mg; Zinco – 50,0 mg; Cobre - 10,0 mg ; Cobalto - 1,0 mg ; Iodo - 1,0 mg..

² - Suplemento vitamínico -Níveis de garantia por quilo de ração: vitamina A - 10.000 UI; vitamina D3 - 2.000 UI; Vitamina E - 30 UI; Vitamina B1 - 2,0 mg ; vitamina B6 - 4,0 mg; Ac Pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,10 mg; Vitamina K3 - 3,0 mg ; Ácido fólico - 1,0 mg ; Ácido nicotínico- 50,0 mg ; Vitamina B12 - 15 mcg ; Selênio - 0,25 mg.

Tabela 57- Níveis de Triptofano e relação Tryp:Lys dig. nas rações experimentais de crescimento.

Composição						
Ingredientes/ Tratamentos	1	2	3	4	5	C +
Amido	0,169	0,149	0,129	0,109	0,089	0,000
L-Triptofano	0,001	0,021	0,041	0,061	0,081	0,081
Lisina HCl, 99%	0,442	0,442	0,442	0,442	0,442	0,531
Valores Calculados						
EM, kcal/kg.	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Proteína bruta, %	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
Lisina total, %	1,059	1,059	1,059	1,059	1,059	1,154
Lisina digestível, %	0,980	0,980	0,980	0,980	0,980	1,050
Triptofano total, %	0,156	0,178	0,200	0,223	0,245	0,245
Triptofano digestível, %	0,137	0,157	0,176	0,196	0,216	0,216
Relação Tryp:Lys Dig., %	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	20,6
Valores Determinados						
Lisina Total, %*	1,056	1,056	1,052	1,058	1,060	1,131
Triptofano Total, % *	0,152	0,173	0,195	0,217	0,246	-

*Valores determinados através de análise aminoacídica das rações via HPLC

2.2.5 – Coleta de dados e características avaliadas

Foi determinado o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar dos 21 a 40 dias de idade. A mortalidade foi registrada para ser considerada durante a correção dos dados de desempenho.

Ao final do período experimental (40 dias de idade), após as pesagens, foram separadas oito aves por parcela, utilizando-se como critério de escolha, os frangos que apresentarem o peso corporal próximo ao peso médio da respectiva parcela. As aves selecionados de cada unidade experimental foram submetidas a um período de jejum de 6 horas, sacrificadas por sangria da jugular, depenadas, evisceradas e após pesagem da carcaça, foram submetidas a cortes para avaliação do rendimento de carcaça (desconsiderando cabeça e pés), rendimento de peito, rendimento de coxa+sobrecoxa e rendimento de filé de peito.

2.2.6 – Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV (2000). Em caso de significância estatística, foi adotado o procedimento de comparação das médias pelo Teste de Dunnett a 5% de probabilidade entre todos os tratamentos. Esse análise estatística foi realizada para se verificar o efeito do nível de lisina sobre o desenvolvimento das aves através da comparação do tratamento Controle (C+) com cada um dos outros cinco tratamentos experimentais. Para a determinação das exigências de triptofano foram utilizados as cinco relações Tryp:Lys dig. estudadas e quatro modelos de regressão: Linear, Quadrático, Resposta Linear Platô e Exponencial.)

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1

A temperatura média durante o período experimental foi 24,8°C, sendo a média das mínimas de 22,5°C e a média das máximas de 27 °C.

As médias de desempenho das aves, no período de 8 aos 21 dias de idade e o resumo das análises estatísticas para as diferentes variáveis são apresentadas na Tabela 58. Houve efeito significativo dos níveis de lisina somente sobre a conversão alimentar das aves ($P < 0.05$), sendo que as aves que receberam o tratamento controle apresentaram melhor conversão alimentar. Uma vez que as rações neste experimento foram isoenergéticas e isoprotéicas, o menor ganho de peso das aves, associado ao maior consumo de ração, com menor deposição protéica, indicou que o triptofano foi o aminoácido limitante na ração.

Tabela 58 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), e rendimento de filé (RF) de frangos de corte de 8 a 21 dias alimentados com dietas com diferentes relações Triptofano:Lisina digestível.

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA	PP (g)	RP (%)	PF (g)	RF (%)
C+ (17.9)	964,98	667,21	1,447 ^a	172,50	20,56	143,38	17,00
15.0	990,16	657,45	1,507 ^b	164,79	19,89	135,42	16,34
16.0	966,07	660,59	1,462 ^a	169,58	20,14	140,42	16,66
17.0	967,40	663,95	1,457 ^a	171,79	20,50	141,75	16,95
18.0	975,52	660,12	1,478 ^b	167,79	20,16	138,63	16,73
19.0	978,86	667,56	1,467 ^a	169,42	19,92	137,18	16,14
Contraste (Dunnett)							
CV (%)	2,26	2,60	1,90	5,96	3,49	6,54	4,33
Regressão (Relações: 15, 16, 17, 18 e 19)							
ANOVA*	Ns	ns	Q; LRP; E	Ns	ns	ns	Q; LRP
CV (%)	3,32	2,26	2,60	1,90	5,96	3,49	6,54

^{ab} Médias seguidas com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao tratamento C+ pelo teste Dunnett ($P < 0.05$). / ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; LRP = Efeito Linear Response Plateau, E= Efeito Exponencial, *($P < 0,05$).

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) das relações de Tryp:Lys dig. sobre os parâmetros consumo de ração, ganho de peso, peso e rendimento de peito e peso de filé. Para atender esses parâmetros 0,162 % de triptofano digestível ou 15% da relação Tryp:Lys dig. foram suficientes.

Foi observado pela análise de regressão, efeito quadrático ($P<0,01$) sobre a conversão alimentar e o rendimento de filé, descritos pelas equações: $Y = - 3,474 - 0,2305x + 0,00659x^2$ ($R^2 = 65$) e $Y = - 22,788 + 4,658x - 0,1368x^2$ ($R^2 = 96$), respectivamente, sendo a relação ótima de 17,5 e 17%. Aplicando-se o limite de confiança de 95% para resposta da equação quadrática obtém-se a relação de 16,6 e 16,2%.

Na análise de LRP para ganho de peso, obteve-se como melhor relação Tryp:Lys dig. 15,9% com plateau em 663,84 g ($Y = 608,695 + 3,248x$, $R^2 = 99,9$) e para rendimento de filé 15,6% com plateau em 16,73% ($Y = 0,304x + 11,783$, $R^2 = 99,8$). A associação da equação quadrática com plateau (tabela 59) obtém-se a melhor relação para ganho de peso e rendimento de filé de 16,4 e 15,6 %, respectivamente.

Tabela 59 - Regressão Quadrática associado ao Linear response Plateau para conversão alimentar (CA), rendimento do filé (RF) e ponto de intercepto (P).

	Equação	Plateau	P (Tryp:Lys, %)
CA	$y = - 3,474 - 0,2305x + 0,00659x^2$	1,467	16,4
RF	$y = - 22,788 + 4,658x - 0,1368x^2$	16,73	15,6

Também foi possível descrever o comportamento dos dados de conversão alimentar por meio do modelo exponencial. A relação ideal Tryp:Lys segundo esse modelo para a conversão alimentar é 18,3%, ($Y = 657,453 + 10,115 (1 - e^{-0,946 (Tryp - 15)})$).

O resumo dos resultados obtidos pelos diferentes modelos de regressão estão apresentados na tabela 60.

Tabela 60 - Comparação dos resultados obtidos através dos modelos de regressão Quadrática (Q), 95% Quadrática (95% Q), Linear response Plateau (LRP), Quadrática associado ao Linear response Plateau (Q + LRP), Exponencial (E) e suas médias.

	Q	95% Q	LRP	Q + LRP	E
Conversão alimentar	17,5	16,6	15,9	16,4	18,3
Rendimento de filé	17,0	16,2	15,6	15,6	-
Média	17,2	16,4	15,8	16,0	18,3

Ao estudarmos os resultados, observando que o modelo quadrático foi o que melhor retratou a relação entre os níveis de Tryp:Lys dig. e a resposta ao mesmo. Segundo MORRIS (1983) e RUNHO et al. (2001) o uso do modelo polinomial quadrático em algumas situações não proporciona bom ajuste dos dados, causando falsa segurança, uma vez que a curvatura é muito sensível a variações nos intervalos dos tratamentos e o modelo pode não ser fisiologicamente correto. No entanto, nesse experimento foi o modelo que melhor descreveu o desempenho das aves diante do aumento da relação Tryp:Lys dig. Assim, a relação Tryp:Lys de 17% ou 0,184% Tryp digestível foi ideal para se obter o melhor desempenho de frangos de corte de 8 a 21 dias de idade. Estes resultados são inferiores aos de Han et al. (1992) e Waldroup (1996), que recomendaram 0,20% de triptofano digestível para frangos de corte no período de 8 a 22 dias de idade.

CASTRO et al. (2000a) com o objetivo de determinar as exigências nutricionais em triptofano para frangos de corte machos e fêmeas durante a fase inicial, utilizaram uma dieta basal deficiente em triptofano sintético (0,180%), suplementada com cinco níveis de triptofano (0; 0,015; 0,030; 0,045; e 0,060%), sugerindo a recomendação mínima de 0,191 e 0,188% de triptofano digestível, respectivamente, que corresponde a uma relação Tryp:Lys dig. de 16,7 e 16,40.

ROSA et al. (2001) citaram vários trabalhos onde as exigências deste aminoácido variaram de 0,13 a 0,25% da dieta, até os 21 dias de idade em frangos de corte machos. Estes autores, baseados na revisão dos dados de vários trabalhos sobre os quais foram aplicados modelos matemáticos não-lineares (linha ascendente com platô e linha quadrática ascendente com platô), determinaram o nível de triptofano como sendo de 0,18% (Relação de 16,4%) foi adequado para os parâmetros avaliados.

Shan et al (2003) pesquisaram o efeito da temperatura ambiente (25⁰ e 35⁰ C) sobre a exigência de triptofano de pintos de corte na fase de 8 a 21 dias de idade. Os

autores recomendaram níveis baixos de triptofano, entre 0,127 a 0,151% na ração, para as duas temperaturas. Este resultado pode ser em parte explicado pelo baixo ganho das aves no período avaliado, que foi de 28 g/dia a 22 g/dia para as temperaturas de 35^o e 25^o C, respectivamente.

Experimento 2

A temperatura média durante o período experimental foi 24,5°C, sendo a média das mínimas de 22°C e a média das máximas de 27 °C.

Na tabela 61 estão apresentados os valores médios para consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, peso e rendimento de carcaça, peito e de file de peito de frangos de corte de 28 a 40 dias de idade, e seus respectivos coeficientes de variação (CV).

Houve efeito do nível de lisina sobre o consumo de ração, a conversão alimentar, o ganho de peso, peso e rendimento de carcaça e peito e peso filé de peito. Este resultado demonstrou que o nível de lisina das rações experimentais estava limitante, permitindo a maior expressão do efeito da variação das relações Tryp:Lys dig.

Tabela 61 - Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso da Carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), peso do peito (PP), rendimento de peito (RP), peso de filé (PF), rendimento de filé (RF), gordura (G) e rendimento de gordura (RG) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentados com dietas de diferentes relações Triptofano:Lisina dig.

Tratamentos	CR (g)	GP (g)	CA	PC (g)	RC(%)	PP (g)	RP (%)	PF (g)	RF (%)	G (g)	PG (%)
C+ (20.6)	1955,31 ^a	1203,01 ^a	1,627 ^a	1823,92 ^a	71,15 ^b	681,42 ^a	37,38 ^a	526,88 ^a	28,86	31,04	1,73
14,0	1899,41 ^b	1097,26 ^b	1,732 ^b	1760,38 ^b	70,24 ^b	640,08 ^b	36,36 ^b	486,46 ^b	27,62	34,25	1,95
16,0	1965,00 ^a	1170,31 ^a	1,679 ^a	1817,58 ^a	70,28 ^b	674,17 ^a	37,13 ^a	519,46 ^a	28,61	35,42	1,95
18,0	1984,41 ^a	1199,33 ^a	1,656 ^a	1823,63 ^a	70,95 ^b	669,29 ^a	36,70 ^b	516,42 ^a	28,32	34,33	1,88
20,0	1966,06 ^a	1179,03 ^a	1,668 ^a	1818,96 ^a	71,94 ^a	657,50 ^b	36,15 ^b	511,13 ^b	27,01	34,50	1,90
22,0	1921,89 ^b	1144,87 ^a	1,680 ^a	1820,58 ^a	71,62 ^a	678,71 ^a	37,29 ^a	521,96 ^a	28,67	34,38	1,89
Contraste (Dunnett)											
CV (%)	2,03	3,30	2,25	2,50	1,63	3,98	2,41	6,01	7,14	14,55	14,64
Regressão (Relações: 14, 16, 18, 20 e 22)											
ANOVA	ns	Q; LRP; E	Q; LRP; E	Q; E	LRP	E	ns	E	ns	ns	ns
CV (%)	2,03	3,30	2,25	2,50	1,63	3,98	2,41	6,01	7,14	14,55	14,64

^{ab} Médias seguidas com letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes ao tratamento C+ pelo teste Dunnett (P<0.05). / ns = não-significativo; L = efeito linear; Q = efeito quadrático; LRP = Efeito Linear Response Plateau, E= Efeito Exponencial, *(P<0,05).

Observou-se efeito quadrático das relações Tryp:Lys dig. sobre o ganho de peso ($GP = - 423,7 + 174,75x - 4,71x^2$, $R^2=98$), a conversão alimentar ($CA = 2,718 - 0,112x + 0,00295x^2$, $R^2=97$) e o peso de carcaça ($PC = 1010,89 + 84,44x - 2,176x^2$, $R^2=88$), sendo a relação ótima encontrada de 18,6 (0,182 Tryp:Lys dig.), 19 (0,186 Tryp:Lys dig) e 19,4% (0,190 Tryp:Lys dig), respectivamente. Entretanto, ao se aplicar o modelo Linear Response Plateau as relações Tryp:Lys dig. variaram de 15,7 a 19,7% (tabela 62).

Tabela 62 - Equações de Linear Response Plateau para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e rendimento de carcaça (RC) de frangos de corte alimentados com dietas de diferentes relações Triptofano:Lisina dig., R^2 (%), Plateau e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	Plateau	PI (Tryp:Lys, %)
CR	$Y = 1609,63 + 21,249x$	82,08	1958,86 g	15,7
GP	$Y = 747,33 + 25,52x$	99,11	1183,36 g	16,3
CA	$Y = 1,994 - 0,0190x$	90,43	1,668	16,8
RC	$Y = 65,967 + 0,2874x$	81,89	71,62 %	19,7

A complexidade em estabelecer relações precisas para aminoácidos, segundo Baker et al. (2002), está na possibilidade de diferentes parâmetros a ser utilizado e as análises estatísticas que podem ser utilizadas, 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. Pelo modelo quadrático, obteve-se a melhor relação de 15,8 % para o ganho de peso e a de 16,7% para conversão alimentar.

Na análise exponencial as relações ideais de Tryp:Lys dig. variaram de 15,5 a 19,2% (tabela 63). Segundo Pack (1996) o modelo exponencial descreve melhor as pequenas melhorias no desempenho do animal.

Tabela 63 - Equações exponenciais, expressa pela função “ $Y = a + b (1 - e^{-c(x-d)})$ ”, ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP) e peso de filé (PF) de frangos de corte de 28 a 40 dias alimentados com dietas de diferentes relações Triptofano:Lisina dig., R² (%) e ponto de inflexão (PI).

	Equação	R²	PI (Tryp:Lys, %)
GP	$y = 1079,694 + 102,075 (1 - e^{-0.9999 (Tryp - 14)})$	73,80	17,0
CA	$y = 1,732 - 0,075 (1 - e^{-0.572 (Tryp - 14)})$	85,70	19,2
PC	$y = 1759,625 + 63,225 (1 - e^{-0.9994 (Tryp - 14)})$	98,9	17,0
PP	$y = 633,194 + 38,625 (1 - e^{-1.9978 (Tryp - 14)})$	73,50	15,5
PF	$y = 482,820 + 35,495 (1 - e^{-1.9972 (Tryp - 15)})$	91,70	15,5

Todas as relações Tryp:Lys dig. obtidas pelas diferentes modelos de regressões para os diversos parâmetros estão apresentados na tabela 64.

64 - Comparação dos resultados obtidos através dos modelos de regressão Quadrática (Q), 95% Quadrática (95% Q), Linear response Plateau (LRP), Quadrática associado ao Linear response Plateau (Q + LRP), Exponencial (E) e suas médias.

	Q	95% Q	LRP	Q + LRP	E
Ganho de peso	18,6	17,6	16,3	15,8	17,0
Conversão alimentar	19,0	18,0	16,8	16,7	19,2
Peso da carcaça	19,4	18,4	-	-	17,0
Rendimento de carcaça	-	-	19,7	-	-
Peso de peito	-	-	-	-	15,5
Peso de filé	-	-	-	-	15,5
Média	19,00	18,00	17,60	16,25	16,84

Os diferentes modelos estatísticos usados para interpretar os resultados dos experimentos de exigências nutricionais, tem levado à variações nas relações recomendadas. De acordo com Euclides & Rostagno (2001), a aplicação de cada modelo dependerá da relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos.

Castro et al. (2000 b), utilizando o modelo de regressão quadrática, observaram uma exigência de triptofano digestível de 0,176% para ganho de peso, 0,170% para peso de carcaça eviscerada, e 0,167% para peso de peito sem osso.

Ao observarmos os resultados verificamos que a média de todos os resultados foi o que melhor retratou a relação entre os níveis do nutriente em estudo e a resposta aos mesmos. Assim, a relação Tryp:Lys digestível de 18% ou 0,176% Tryp digestível, proporcionou o melhor resultado de desempenho a frangos de corte de 28 a 40 dias de idade. Esse resultado é superior aos sugeridos por BAKER et al. (2002) de 16,6 % e por ROSTAGNO et al. (2005) de 17%.

Recentemente foram publicados os resultados de um experimento com frangos de 42 a 56 dias de idade executado por Corzo et al (2005). Estes autores concluíram que levando em consideração todos os parâmetros avaliados, desempenho, carcaça e metabólicos, a exigência de triptofano total foi de 0,17% da ração (Relação Tryp:Lys total de 20%).

4- CONCLUSÕES

A relação Triptofano:Lisina digestível indicada para a fase inicial (08 a 21 dias) de frangos de corte é 17% ou 0,184% Triptofano digestível, e para a fase de crescimento (28 a 40 dias) é 18% ou 0,176% Triptofano digestível.

5- REFERÊNCIAS

- AEC. **Feed ingredients formulation in digestible amino acids. Rhodimet Nutrition Guide**, 2.ed., Rhône Poulenc Animal Nutrition. 55p, 1993.
- BAKER, D.H., HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1441-7, 1994.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, N.R. 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.
- CASTRO, A. J., et al. Exigência de Triptofano para Frangos de Corte de 1 A 21 Dias de Idade. **Rev. Bras. Zootec**, v. 29, n. 6, p. 1743-1749, 2000 a.
- CASTRO, A. J., et al. Exigência de Triptofano para Frangos de Corte nas Fases de Crescimento e Final. **Rev. Bras. Zootec**, v. 29, n. 6, p. 2057-2065, 2000 b.
- CORZO, A., MORAN, E. T., HOEHLER, D., LEMME, A. Dietary tryptophan need of broiler males from forty two to fifty six days of age. **Poultry Sci.**, v.84, p.226-231, 2005.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. et al. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: I WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu. p.77-88, 2001.
- HAN, Y.; USZUKI, H.; PARSON, C.M., BAKER, D.H. Amino acid fortification of a low-protein corn and soybean meal diet for chicks. **Poultry Science**, v.71, n.7, p. 1168-1178, 1992.
- NRC, National Research Council. **Nutrients Requirements of Poultry**. 9th. ed. National Academic Press, Washington D.C.: 1994. 155p.
- ROGERS, S.R., PESTI, G.M. The influence of dietary tryptophan on broiler chick growth and lipid metabolism as mediated by dietary protein levels. **Poult. Sci.**, v. 69, n. 5, p.746-756,1990.

- POWELL, T.S., GEHLE, M.H. 1977. Evaluation of dietary tryptophan levels as a restriction method for broiler breeder Pullets. *Poult. Sci.*, 56:407-414.
- ROSA, A. P., PESTI, G. M., EDWARDS, H. M., BAKALLI, R. Tryptophan requirements of different broiler genotypes. ***Poult. Sci.***, v.80, p.1718-1722, 2001.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.L.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p
- SHAN, A S, K G STERLING, G M PESTI et al. The influence of temperature on threonine and tryptophan requirements of Young broilers. ***Poultry Sci.***, v. 82, p.1154-1162, 2003.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análise estatística e genética- SAEG** , versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- WALDROUP, P.W. Nutrient requirements of broilers. In: Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: DZO, 1996. p.55-63.
- WARNICK, R.E., ANDERSON, J.O. Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. ***Poult. Sci.***, v.47, p.281-287,1968.
- Zhang, H.; Yin, J.; Zhou, D.L.X.; Li, X.. Tryptophan enhances ghrelin expression and secretion associated with increased food intake and weight gain in weanling pigs. ***Domestic Animal Endocrinology***, 2006.

CONCLUSÕES GERAIS

As relações ideais dos aminoácidos Valina, Isoleucina, Arginina e Triptofano com a lisina para frangos de corte de 8 a 21 dias são, respectivamente, 77% (0,832% Val dig.), 68% (0,720% Ile dig.), 108% (1,17 Arg dig.) e 17% (0,184% Tryp. dig.).

Para a fase de 28 a 40 dias, as relações ideais para o máximo desempenho dos frangos de corte são: 108% Arg:Lys), 65% Ile:Lys, 78% Val:Lys e 18% Tryp:Lys, que correspondem à 1,060% de Arginina digestível, 0,630% Isoleucina digestível, 0,764% de Valina digestível e 0,176% de Triptofano digestível.