

ANEL ATENCIO TEJEDOR

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE METIONINA + CISTINA, DE
TREONINA E DE ARGININA PARA FRANGOS DE CORTE NAS
DIFERENTES FASES DE CRIAÇÃO

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
2002

ANEL ATENCIO TEJEDOR

EXIGÊNCIA NUTRICIONAIS DE METIONINA + CISTINA, DE TREONINA
E DE ARGININA PARA FRANGOS DE CORTE NAS DIFERENTES FASES
DE CRIAÇÃO

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: 24 de junho de 2002.

Prof. Horacio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Paulo Roberto Cecon

Prof. Júlio Maria Ribeiro Pupa

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

A Jesus Cristo, por todas as oportunidades oferecidas.

A meus pais, Marcelino e Maria, pelo amor e carinho.

À Roberta, por toda sua compressão, pelo amor e apoio.

À minha irmã Anabel e a todos meus irmãos, Abdiel, Ariel,
Azael, Angel e Alibel, por todo seu carinho e amor.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Embaixada do Brasil no Panamá e ao Programa de Estudante Convênio, pela oportunidade de realização do meus estudos no Brasil.

Aos professores Luiz Fernando Teixeira Albino e Horacio Santiago Rostagno, pela valiosa orientação, pelos ensinamentos, pelo estímulo e pela amizade.

Aos professores Juarez Lopes Donzele, Rita Flávia Miranda de Oliveira, Paulo Roberto Cecon, Gene M. Pesti e Julio Maria R. Pupa, pelas sugestões e pelo apoio.

Ao professor Geraldo Luiz Colnago, pela orientação em minhas atividades profissionais e pela amizade.

Ao colega de Pós-graduação Flávio, pela ajuda nos experimentos, e Uislei, pela ajuda no estudo de temperatura.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV, em especial a Elísio, Adriano, Joselino, Mauro, José Pedro, Michel, pela amizade, pela colaboração e pelo apoio.

Aos colegas Kim, Bárbara e Alexandre, pelo auxílio nos diversos trabalhos para a conclusão desta tese.

À Pollianna, pela correção do português, e às meninas da Revista Brasileira de Zootecnia, pelo carinho.

Aos demais professores, funcionários e colegas do Departamento de Zootecnia da UFV que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ANEL ATENCIO TEJEDOR, filho de Marcelino Atencio Corrales e María del Carmen Tejedor de Atencio, nasceu em 04 de abril de 1973, em Santiago de Veraguas - Panamá.

Cursou o 2^o grau no Colégio Instituto Agropecuário Jesus Nazareno de Atalaya, Veraguas, Panamá.

Em março de 1992, ingressou no curso de Medicina Veterinária, na Universidade Federal Fluminense, em Niterói, RJ, colando grau em maio de 1997.

Em março de 1998, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, especificamente em frangos de corte, na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em fevereiro de 2000.

Em março de 2000, ingressou no Programa de Doutorado em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástrico, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG, submetendo-se à defesa de tese no mês de junho de 2002.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Conceito de proteína ideal.....	5
2.2. Modelos estatísticos utilizados na determinação das exigências dos aminoácidos	6
2.3. Perfil de aminoácidos recomendados	8
2.4. Efeito da temperatura sobre o metabolismo protéico	12
2.5. Relação energia/proteína sobre o rendimento de carcaça	15
2.6. Exigências de lisina, metionina + cistina, treonina, arginina, glicina e ácido glutâmico em frangos de corte.....	16
2.7. Equilíbrio eletrolítico da dieta.....	20
2.8. Ambiente térmico e índices bioclimáticos	21

CAPÍTULO 1	24
EXIGENCIA DE METIONINA + CISTINA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS NAS FASES DE 1 A 20, 24 A 38 E 44 A 56 DIAS DE IDADE	234
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	345
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	456
CAPÍTULO 2	47
EXIGÊNCIA DE TREONINA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS NAS FASES DE 1 A 20, 24 A 38 E 44 A 56 DIAS DE IDADE	47
1. INTRODUÇÃO.....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	67
CAPÍTULO 3	68
EXIGÊNCIA DE ARGININA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS NAS FASES DE 1 A 20, 24 A 38 E 44 A 56 DIAS DE IDADE	68
1. INTRODUÇÃO.....	68
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	79
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	88
5. RESUMO E CONCLUSÕES	89
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
APÊNDICE	967

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

	Página
Tabela 1 - Exigência de lisina digestível para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e rendimento de peito (RP) para frangos de corte (Hubbard e Ross), em função do modelo estatístico utilizado	7
Tabela 2 - Relação ideal de aminoácidos essenciais para frangos de corte recomendada pela literatura	11
Tabela 3 - Relação aminoácido/lisina para frangos de corte recomendada pela Tabela Brasileira de Aves e Suínos.....	12
Tabela 4 - Exigências de lisina e arginina total como porcentagem da dieta.....	18
Tabela 5 - Relação ótima entre temperatura (°C) e umidade relativa (%) para frangos de corte (Avian Farms)	22

CAPÍTULO 1

	Página
Tabela 1 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 1 a 20 dias	28
Tabela 2 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 24 a 38 dias.....	31

Tabela 3 -	Composição percentual da dieta basal para a fase de 44 a 56 dias	33
Tabela 4 -	Níveis nutricionais para as diferentes fases de criação	34
Tabela 5 -	Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 20 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração.....	35
Tabela 6 -	Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração	38
Tabela 7 -	Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração.....	41
Tabela 8 -	Estimativas das exigências de metionina + cistina e respectivas equações ajustadas e coeficientes de determinação para rendimento de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do file e peso absoluto da perna para fase de 24-38 dias de idade.	42
Tabela 9 -	Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração	42
Tabela 10 -	Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração.....	44
Tabela 11 -	Estimativas das exigências de metionina + cistina e respectivas equações ajustadas e coeficientes de determinação para rendimento de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do file e peso absoluto da perna para a fase de 44-56 dias de idade..	44
Tabela 12 -	Valores de exigências de metionina + cistina digestível (Total) em % da dieta, para as diferentes idades	45

CAPÍTULO 2

	Página
Tabela 1 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 1 a 20 dias.....	51
Tabela 2 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 24 a 38 dias.....	54
Tabela 3 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 44 a 56 dias.....	56
Tabela 4 - Níveis nutricionais para as diferentes fases de criação	57
Tabela 5 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 20 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração	58
Tabela 6 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 24 a 38 dias, de idade de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração.....	61
Tabela 7 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração..	62
Tabela 8 - Estimativas das exigências de treonina e respectivas equações ajustadas e coeficientes de determinação para rendimento de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do file e peso absoluto da perna para fase de 24-38 dias de idade.....	62
Tabela 9 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração.....	64
Tabela 10 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração	64
Tabela 11 - Valores de exigências de treonina digestível (Total), em % da dieta, para as diferentes idades	66

CAPÍTULO 3

	Página
Tabela 1 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 1 a 20 dias.....	72
Tabela 2 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 24 a 38 dias.	75
Tabela 3 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 44 a 56 dias	77
Tabela 4 - Níveis nutricionais para as diferentes fases de criação	78
Tabela 5 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 20 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração.....	79
Tabela 6 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração.....	83
Tabela 7 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração	83
Tabela 8 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração.....	85
Tabela 9 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração	86
Tabela 10 - Valores de exigências de arginina digestível (Total), em % da dieta, para as diferentes idades	86

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

	Página
Fígura 1 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre a conversão alimentar em frangos de corte Aviam Farm, no período de 1 a 20 dias de idade	37
Fígura 2 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre o ganho de peso em frangos de corte Aviam Farm, no período de 24 a 38 dias de idade.....	39
Fígura 3 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre a conversão alimentar em frangos de corte Aviam farm, no período de 24 a 38 dias de idade	40

CAPÍTULO 2

	Página
Fígura 1 - Efeito dos níveis de treonina digestível sobre o ganho de peso em frangos de corte Aviam Farm, no período de 1 a 20 dias de idade	60

CAPÍTULO 3

	Página
Fígura 1 - Efeito dos níveis de arginina digestível sobre o ganho de peso em frangos de corte Aviam Farm, no período de 1 a 20 dias de idade	80
Fígura 2 - Efeito dos níveis de arginina digestível sobre a conversão alimentar em frangos de corte Aviam Farm, no período de 1 a 20 dias de idade.	81

RESUMO

TEJEDOR, Anel Atencio. D.S. Universidade Federal de Viçosa, junho de 2002.
Exigências nutricionais de metionina+cistina, de treonina e de arginina para frangos de corte nas diferentes fases de criação. Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Conselheiros: Horacio Santiago Rostagno e Juarez Lopes Donzele.

Nove experimentos foram realizados no Departamento de Zootecnia da UFV, a fim de avaliar as exigências de metionina + cistina digestível, treonina digestível e arginina digestível e calcular a relação destes aminoácidos com a lisina nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. Cinco níveis de cada aminoácido foram utilizados para cada fase. No estudo de metionina + cistina digestível, as concentrações foram 0,731-0,916% (incremento de 0,046), 0,712-0,881% (incremento de 0,042) e 0,631-0,781% (incremento de 0,037) para as fases de 1-20, 24-38 e 44-56 dias de idade, respectivamente. Os níveis para a treonina digestível foram de 0,684-0,870% (incremento de 0,047), 0,637-0,807% (incremento de 0,043) e 0,565-0,715 (incremento de 0,037) para os mesmos períodos, respectivamente, enquanto para arginina digestível, de 1,10-1,34 (incremento de 0,061), 1,083-1,296 (incremento de 0,053) e 0,96-1,148 (incremento de 0,047), como realizado nos experimentos anteriores. No estudo de metionina + cistina, houve efeito linear positivo para ganho de peso e quadrático para conversão alimentar, na fase de 1 a 20 dias de idade. O nível de

metionina + cistina digestível (total), estimado na fase de 1 a 20 dias de idade, foi de 0,808% (0,907% total), correspondente a uma relação metionina + cistina:lisina digestível de 70%, de acordo com os resultados de conversão alimentar e utilização do modelo descontínuo. Houve efeito quadrático para ganho de peso, conversão alimentar e peso absoluto da perna, na fase de 24 a 38 dias de idade, para o estudo de metionina + cistina. O nível de metionina + cistina digestível (total) estimado na fase de 24 a 38 foi de 0,767% (0,844% total), correspondente a uma relação metionina + cistina:lisina de 72%, de acordo com os resultados de ganho de peso e o modelo descontínuo. Não houve efeito dos níveis de metionina + cistina, na fase de 44 a 56 dias de idade, sobre as características de desempenho, entretanto o peso absoluto do file teve efeito quadrático. O valor de exigência de metionina + cistina digestível (total), estimado para a fase de 44 a 56 dias de idade, foi de 0,668% (0,738% total), correspondente a uma relação de 71%, de acordo com a melhor resposta biológica e zootécnica. No estudo de treonina, houve efeito quadrático para consumo de ração e ganho de peso na fase de 1 a 20 dias de idade. A exigência de treonina digestível (total) na fase de 1 a 20 dias de idade foi de 0,777% (0,890% total), correspondente a uma relação treonina:lisina de 67%, de acordo com os resultados de ganho de peso e modelo descontínuo. Não houve efeito dos níveis de treonina sobre as características de desempenho, sugerindo que o nível de treonina digestível (total) de 0,637 (0,731% total), correspondente a uma relação de 60%, foi suficiente para maximizar o desempenho na fase de 24 a 38 dias de idade. Observaram-se efeitos quadrático e linear dos níveis de treonina digestível sobre o peso absoluto do file e o peso absoluto da perna, respectivamente, na fase de 24 a 38 dias de idade. Não houve efeito dos níveis de treonina sobre as características de desempenho e cortes nobres na fase de 44 a 56 dias de idade, sugerindo que o nível de treonina digestível (total) de 0,565% (0,650% total), correspondente a uma relação de 60%, foi suficiente para maximizar o desempenho na fase de 44 a 56 dias. No estudo de arginina, houve efeito quadrático para ganho de peso e conversão alimentar na fase de 1 a 20 dias

de idade. O valor de exigências de arginina digestível (total), estimado na fase de 1 a 20 dias de idade, foi de 1,22% (1,31% total), correspondendo a uma relação arginina:lisina digestível de 105%, de acordo com os resultados de ganho de peso e o modelo descontínuo. Não houve efeito dos níveis de arginina sobre as características de desempenho e cortes nobres, sugerindo que o nível de arginina digestível (total) de 1,083 (1,155% total), correspondente a uma relação de 102%, foi suficiente para maximizar o desempenho na fase de 24 a 38 dias. No período de 44 a 56 dias, não houve efeito dos níveis de arginina digestível sobre as características de desempenho e cortes nobres, sugerindo que o nível de treonina digestível (total) de 0,960% (1,026% total), correspondente a uma relação de 102%, foi suficiente para maximizar o desempenho.

ABSTRACT

ATENCIO, Anel Tejedor. D.S. Universidade Federal de Viçosa, June 2002. **Methionine + cystine, threonine and arginine requirement of broilers for different periods.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Committee Members: Horacio Santiago Rostagno and Juarez Lopes Donzele.

Nine experiments were conducted at the Department of Animal Science of UFV, to evaluate the digestible methionine + cystine, threonine and arginine requirement from 1 to 20, 24 to 38 and 44 to 56 days old. Five levels of each amino acid were used per phase. In the study of digestible methionine + cystine, the concentrations were 0.731-0.916% (increase of 0.046); 0.712-0.881% (increase of 0.042) and 0.631-0.781% (increase of 0.037) for 1-20, 24-38 and 44-56 days old respectively. Those for digestible threonine were 0.684-0.870% (increase of 0.047); 0.637-0.807% (increase of 0.043); and 0.565-0.715 (increase of 0.037) for the same respective phases. Those for digestible arginine were 1.10-1.34 (increase of 0.061); 1.083-1.296 (increase of 0.053); and 0.96-1.148 (increase of 0.047) as performed in the previous experiments. Weight gain and feed conversion responded linearly and quadratically, respectively, to increase levels of digestible methionine. Using the broken line model, the requirement of digestible methionine + cystine (total) and the ratio of digestible methionine + cystine:lysine for the phase 1-20 days old are 0.808 (0.907% total) and 70%, respectively, according to the results of feed conversion. For the phase 24-38

days old, weight gain, feed conversion rate and absolute leg quarter weight responded quadratically to increasing levels of digestible methionine. Using the broken line model, the requirement of digestible methionine + cystine (total) and the ratio of digestible methionine + cystine:lysine for the phase 24-38 days old were 0.767 (0.844% total) and 72%, respectively, according to the results of body weight gain. The absence of significant response for body weight gain and feed conversion in the third phase (44-56 days) shows that the lowest level of methionine + cystine met the birds requirement. Nevertheless, according to the best biological response the digestible (total) methionine + cystine requirement and ratio were .668% (.738% total) and 71%, respectively. The methionine + cystine quadratically affected breast fillet absolute weight. The absence of statistical difference in the second and third In the study of threonine (phase 1-20), feed consumption and body weight gain responded quadratically to increasing levels of digestible threonine. Using the broken line model, the digestible (total) threonine requirement and the digestible threonine:lysine ratio were .777 (.890 total) and 67%, respectively, according to the results of body weight gain. The absence of significant response for body weight gain and feed conversion in the second phase (24-38 days) shows that the lowest level of threonine met the birds requirement, therefore the digestible (total) threonine requirement and ratio were .637% (.731% total) and 60%, respectively. Breast meat fillet absolute weight and leg quarter absolute weight responded quadratically and linearly, respectively with the increase of the threonine level in second phase (24-38). The absence of significant response for body weight gain, feed conversion and the absolute weight of the breast meat, fillet and leg quarter in the third phase (44-56 days) shows that the lowest level of methionine + cystine met the birds requirement, therefore the digestible (total) threonine requirement and ratio to maximize the performance were .565 (.650% total) and 60%, respectively. In the study of arginine, body weight gain and feed conversion responded quadratically to increasing levels of digestible arginine in the first phase. Using the broken line model, the requirement of digestible arginine (total) and the ratio of digestible

arginine:lysine for the first phase were 1.22% (1.31% total) and 105%, respectively, according to the results of body weight gain. The absence of statistical difference in the second and third phases (24-38 days old and 44-56 days old, respectively), showed that the lowest level of digestible (total) arginine of 1.083% (1.155% total) and .960% (1.026) met the birds requirement. These levels corresponded to a ratio of 102% in both phases.

1. INTRODUÇÃO

A produção avícola consistia na obtenção de ótimo peso ao abate, associado à melhor conversão alimentar, sem considerar a relação de gordura:proteína na carcaça.

A maior exigência do mercado consumidor atual por carnes magras tem forçado a indústria avícola a mudar suas estratégias de produção. Hoje, existe maior preocupação na produção de aves com maior rendimento de carne, principalmente de peito, e menor deposição de gordura. Sabe-se que o objetivo da indústria avícola, ao longo dos anos, tem sido satisfazer as exigências do mercado consumidor com carne de qualidade, a menor custo possível.

Tanto os geneticistas como os nutricionistas têm trabalhado juntos para alcançar estas exigências. O geneticista tem procurado colocar no mercado um frango de corte com maior rendimento de carne e de peito, entretanto, esta maior produção de carne está acompanhada de maior deposição de gordura, indesejada pelo consumidor. Já os nutricionistas têm procurado modificar a relação proteína:gordura na carcaça das aves por intermédio da formulação de dietas com diferentes relações energia:proteína na dieta.

No passado, as dietas para aves eram formuladas com base na proteína bruta, o que podia resultar em grandes perdas energéticas e econômicas, principalmente quando ocorriam imbalances na relação dos aminoácidos. O excesso de proteína ou imbalance entre os aminoácidos (essenciais e não-

essenciais) é catabolizado e excretado na forma de ácido úrico. O custo metabólico para incorporar um aminoácido numa cadeia protéica é de 4 mol de ATP e para eliminá-lo, de 6 mol de ATP/g de N (McLeod, 1997).

Atualmente, recomenda-se formular dietas com aminoácidos na proporção ideal, em que não existam deficiências e excessos. 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).

Os valores de exigências dos aminoácidos são influenciados por fatores dietéticos, genéticos e ambientais, pelo sexo, pelas características de desempenho e, inclusive, pelo modelo estatístico escolhido. Segundo Parsons & Baker (1994), Baker & Han (1994), Mack et al. (1999), Emmert & Baker (1997) e Baker et al. (2001), os nutricionistas têm tentado minimizar este problema relacionando os aminoácidos em função da lisina para as diferentes categorias. O benefício obtido na aplicação do modelo de proteína ideal, segundo os mesmos autores, é que, uma vez definida a relação aminoácidos:lisina para determinada idade, o nutricionista pode se concentrar na determinação da exigência apenas da lisina, em diferentes condições, e aplicar o perfil de aminoácido recomendado em função da lisina.

Na aplicação desta teoria, cuidados devem ser tomados, uma vez que ainda não tem sido provado que o perfil de aminoácido encontrado em condições de temperaturas controladas ou nos países de climas temperados é semelhante ao perfil de aminoácidos ideal para a criação de aves em ambientes não-controlados ou nos trópicos. Não existem trabalhos na literatura que mostrem perfis de aminoácidos semelhantes em condições de conforto térmico ou de estresse térmico.

A exigência de um aminoácido para máximo ganho de peso depende da concentração de outros aminoácidos essenciais, daí a importância de se manter a relação entre os aminoácidos (perfil ideal), para determinada região, ou condições ambientais. Sabe-se que a resposta biológica do animal a níveis

crescentes de lisina se eleva com o aumento de metionina, fato comprovado somente quando são mantidas as proporções ideais entre os aminoácidos essenciais. A limitação de um aminoácido essencial não permite a máxima expressão genética da ave, o que pode resultar também em um valor de exigência inferior.

Outros fatores de extrema importância na determinação das exigências nutricionais que podem resultar em perfil de aminoácidos diferente, em uma mesma região ou condição ambiental, são as características de desempenho escolhido (ganho de peso ou conversão alimentar), o rendimento de cortes (rendimento de peito) ou ainda o modelo de regressão escolhido (modelo de regressão quadrático, modelo descontínuo “Linear Response Plateau” e modelo exponencial). Em muitos trabalhos científicos, observam-se maiores exigências de aminoácidos para a conversão alimentar do que para o ganho de peso (Vasquez & Pesti, 1997; Costa et al., 1999). Os modelos de regressão quadrático e exponencial resultam, geralmente, em valores de exigência superiores aos do modelo de regressão descontínuo (Euclides & Rostagno, 2001).

O perfil ideal de aminoácido é encontrado dividindo-se a valor de exigência de um aminoácido pelo valor de exigência da lisina (Baker & Han, 1994; Mack et al., 1999; Baker et al., 2001). Os valores de exigências utilizados, geralmente, são aqueles encontrados pelo modelo de regressão descontínuo.

Com base na literatura consultada, este trabalho foi realizado utilizando os níveis de lisina digestível recomendados pela Tabela Brasileira de Nutrição de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2000) e as maiores relações lisina: metionina + cistina, treonina e arginina recomendadas pela literatura para frangos de corte nas fases de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 56 dias de idade, com os objetivos de determinar as exigências de metionina + cistina, de treonina e de arginina digestível, utilizando-se as características de desempenho, e calcular as respectivas relações destes aminoácidos em relação à lisina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Nas décadas de 60 e 70, as dietas das aves eram formuladas, em grande parte, com base na proteína bruta, no entanto, a introdução de aminoácidos sintéticos no mercado tem permitido aos nutricionistas a formulação de dietas de acordo com as exigências de aminoácidos digestíveis. Conseqüentemente, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de determinar as exigências para as diferentes idades e espécies.

Entre os diferentes fatores que podem afetar as exigências de aminoácidos nas aves, citam-se aqueles relacionados ao consumo, à dieta (nível de proteína da dieta, ao nível de energia e à presença de inibitórios de enzimas responsáveis pela digestão das proteínas), ao ambiente (número de aves por comedores e temperatura) e à genética (por exemplo sexo e linhagem). Outros fatores, ainda, que podem resultar em valores de exigências diferentes não-inerentes ao animal e pouco citados na literatura são o modelo de regressão ou modelo estatístico e o parâmetro de desempenho utilizado.

2.1. Conceito de proteína ideal

O conceito de proteína ideal é definido como a mistura de aminoácidos com biodisponibilidade que atenda exatamente as exigências das células para máxima síntese protéica – proteína necessária tanto para as funções metabólicas

(manutenção) como para a síntese de massa muscular (objetivo principal da criação de frangos de corte).

Para a proteína ou combinação de aminoácidos ser considerada ideal, não deve existir nem excesso nem deficiência na mistura de aminoácidos. Todos os 20 aminoácidos devem estar presentes na dieta e biodisponíveis nos diferentes tecidos após a sua absorção, para garantir o máximo de acréscimo de proteína.

O excesso de proteína 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 (McLeod, 1997).

De acordo com Parsons & Baker (1994), o benefício obtido na aplicação do modelo de proteína ideal é que, uma vez definida a relação aminoácidos:lisina para determinada idade, o usuário pode se concentrar na determinação da exigência, apenas da lisina, em diferentes condições, e aplicar o perfil de aminoácido recomendado em função da lisina. Todavia, não existem trabalhos na literatura mostrando que a relação entre os aminoácidos é a mesma em diferentes condições de temperatura (ambiente controlado vs ambiente não-controlado).

Como citado anteriormente, a lisina é o aminoácido escolhido como padrão, entretanto, uma pergunta surge entre os nutricionistas, por que lisina? De acordo com Baker & Han (1994), a lisina é a melhor opção como referência, pelos seguintes motivos: a análise nos diferentes ingredientes é simples, existe elevado número de informações na literatura sobre a digestibilidade de lisina nos diferentes ingredientes para aves e a maior quantidade de lisina absorvida é utilizada para deposição de proteína. Deve-se destacar que a lisina não é totalmente utilizada para deposição de proteína, como se acreditava (Baker, 1999).

Na atualidade, é recomendado formular dietas com aminoácidos na proporção ideal, onde não existam nem deficiências, nem excesso, entretanto, vale a pena esclarecer que a formulação de uma dieta em que não existam deficiências nem excesso é praticamente impossível, uma vez que as indústrias têm formulado duas ou mais dietas durante a fase de 1 a 42 dias de criação do

frango. Apenas um dia em cada fase, a exigência exata é atingida (Rostagno et al., 2000). O modelo utilizado ($Y = 0,4102 - 0,0025X$, em que Y é a exigência de lisina por dia e X, o número de dias) mostrou que dias antes do 11^o, 32^o e 45^o dia a lisina estava em excesso e dias após, em deficiência. Todos os outros aminoácidos seguiram o mesmo comportamento da lisina, todavia, existia excesso de aminoácido em um período e ligeira deficiência no outro.

Para satisfazer a condição de não excesso e de não deficiência de nutrientes, seria necessário formular uma dieta para cada dia, o que é impossível e oneroso em termos práticos.

2.2. Modelos estatísticos utilizados na determinação das exigências dos aminoácidos

Vários modelos de regressão têm sido utilizados para determinação dos valores de exigências das aves, como o modelo quadrático, o modelo descontínuo, a combinação do modelo quadrático com o modelo descontínuo e modelo exponencial (Morris, 1983; Euclides & Rostagno, 2001).

Geralmente, estes métodos resultam em valores de exigências diferentes. O modelo quadrático e o modelo exponencial superestimam os valores de exigência, enquanto o modelo descontínuo subestima os valores de exigência. O modelo quadrático em combinação com o modelo descontínuo resulta em valores de exigências intermediários (Euclides & Rostagno, 2001).

Constam na Tabela 1 os valores de exigências para ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de peito, utilizando-se diferentes modelos estatísticos (Euclides & Rostagno, 2001). Estes resultados mostram a superioridade nos valores de exigências do modelo quadrático e do exponencial, quando comparados com os modelos descontínuo e quadrático com platô.

Tabela 1 - Exigência de lisina digestível para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e rendimento de peito (RP) para frangos de corte (Hubbard e Ross), em função do modelo estatístico utilizado

Modelo	Exigência de lisina digestível		
	GP	CA	RP
Modelo descontínuo	0,915	0,915	0,935
Quadrática com Plateau	0,910	0,916	0,943
Quadrática	0,992	1,002	1,015
Exponencial + bom senso	0,980	0,950	0,960

Adaptada: Euclides & Rostagno, 2001. Dados de Costa (2000) e Barbosa (1998).

Deve-se ressaltar que o valor de exigência pelo modelo quadrático é calculado a partir do ponto máximo da curva (fazendo a primeira derivada da equação), portanto, este valor coincide com a máxima resposta biológica ou zootécnica.

Baker et al. (2001), estudando a exigência de treonina digestível utilizando-se frangos de corte, machos, da linhagem New Hampshire x Columbian Plymouth, na fase de 8 a 22 dias de idade, encontraram diferença de 21% entre os valores de exigência obtidos com o modelo de regressão descontínuo (exigência de 0,535%, $r^2 = 0,87$) e o modelo quadrático (valor para máxima resposta 0,680%, $r^2 = 0,85$) para o ganho de peso.

Mack et al. (1999), utilizando frangos de corte na fase de 20 a 40 dias de idade, da linhagem Ross, encontraram diferença de 18% entre os valores de exigência encontrados pelo modelo descontínuo (8,9g/kg de dieta) e modelo exponencial (11,6 g/kg de dieta) para a conversão alimentar. No mesmo estudo, os autores encontraram diferença de 23%, para a linhagem Isa e a mesma característica de desempenho, utilizando os mesmos modelos.

Outra técnica utilizada para estimar o valor de exigência é considerar 95% do valor encontrado pela primeira derivada da equação quadrática (Kidd et al., 1999; Baker, 2001).

Kidd et al. (1999) encontraram valores de exigência de treonina total para frangos de corte, Ross x Hubbard, na fase de 42 a 56 dias de idade de 0,67% para ganho de peso e conversão alimentar e 66% para produção de peito, considerando 95% do valor encontrado pelo modelo quadrático.

Os resultados mostram claramente a influência do modelo de regressão sobre os valores de exigências de aminoácidos e a superioridade do modelo exponencial e quadrático sobre o modelo descontínuo.

Outro fator que pode afetar os valores de exigência dos aminoácidos é a característica de desempenho escolhida. Muitos trabalhos científicos mostram resultados de exigências diferentes para ganho de peso e conversão alimentar (Mack et al., 1999; Baker & Han, 1994), sendo os resultados para conversão alimentar, geralmente, superiores.

Mack et al. (1999) observaram diferença de 12% entre o valor de exigência para conversão alimentar (11,6 g/kg) e ganho de peso (10,2 g/kg) para a linhagem Ross na fase de 20 a 40 dias de idade. A diferença para a linhagem Issa foi, ainda, 18% superior, sendo 9,4 e 11,5 g/kg, respectivamente, para ganho de peso e eficiência alimentar.

2.3. Perfil de aminoácidos recomendados

A relação entre os aminoácidos é determinada dividindo o valor de exigência encontrado para os diferentes aminoácidos pelo valor de exigência de lisina.

Baker & Han (1994) compararam o perfil de aminoácido da Universidade de Illinois, para frangos de 1 a 21 dias de idade, com o NRC (1994), utilizando dietas deficientes em lisina digestível (0,90%) e pintos de corte machos (macho New Hampshire x fêmeas Columbian) de 4 a 17 dias de idade. Embora as relações dos aminoácidos recomendadas por Baker & Han tenham sido inferiores às do NRC (1994), não foi observada diferença para ganho de peso (162 vs 161 g) e eficiência alimentar (0,68 vs 0,66 g/g), mostrando que o perfil estabelecido pela Universidade de Illinois era mais apropriado, uma vez que utilizava menor quantidade de aminoácidos.

O perfil recomendado por Baker & Han (1994) para os cinco primeiros aminoácidos limitantes em aves de 1 a 21 dias de idade foi de: lisina = 100

%(Padrão), metionina + cistina (72%), treonina (67%), arginina (105%) e triptofano (16%).

Baker et al. (2001) calcularam a relação dos aminoácidos em pintos de corte machos de 8 a 21 dias de idade, utilizando o modelo descontínuo. O valor da lisina foi em função da eficiência alimentar e os outros aminoácidos, em função do ganho de peso, resultando em uma relação de 100% lisina, 55,7% treonina, 16,6% triptofano, 61,4% isoleucina e 77,5% valina.

Comparando os resultados dos trabalhos conduzidos por Baker & Han (1994) e Baker et al. (2001), utilizando o modelo descontínuo, observa-se que as relações dos aminoácidos não seguem o mesmo padrão, principalmente os valores de treonina, em que aqueles autores alcançaram 67%, enquanto estes pesquisadores, 55,7%.

Mack et al. (1999) determinaram o perfil de aminoácidos para aves de 20 a 40 dias de idade. Os autores estudaram as exigências para sete aminoácidos, lisina, metionina+cistina, treonina, triptofano, arginina, isoleucina e valina, utilizando uma mesma dieta basal. Aminoácidos sintéticos foram adicionados à dieta basal até atingir os níveis recomendados pela literatura, deixando apenas o aminoácido em estudo deficiente, o qual recebia níveis crescentes dos aminoácidos em estudo. As exigências encontradas pelo modelo descontínuo para cada aminoácido determinam o perfil de aminoácido utilizando a lisina como padrão. O modelo descontínuo foi o modelo escolhido, uma vez que subestima os valores das exigências, resultando em maior margem de segurança.

O perfil de aminoácido encontrado por Mack et al. (1999) para a fase de 20 a 40 dias foram de lisina (100%), metionina + cistina (75%), treonina (63%), arginina (112%), triptofano (19%), isoleucina (71%) e valina de (81%).

Os autores relataram que o perfil poderia ser ligeiramente diferente, uma vez que os valores de arginina utilizados foram limitantes. O nível de arginina total utilizado no trabalho de Mack et al. (1999), nas diferentes dietas, foi de 11,7 g, portanto ligeiramente superior aos valores recomendados pelo NRC, (1994), de 10,5 g, e dos valores recomendado por Perz & Jensen (1990), de 11,0 g, no qual se baseou o trabalho. No entanto, os valores de exigências para arginina,

utilizando o modelo exponencial e o parâmetro ganho de peso, foi de 12,7 g de arginina digestível.

Emmert & Baker (1997) recomendam perfil de lisina de 100%, metionina + cistina de 75% e treonina de 68,5%. Mack et al. (1999) utilizaram ensaios biológicos, enquanto Emmert & Baker, modelos matemáticos.

No caso da fase de 42 a 56 dias de idade, existem apenas recomendações determinadas por meio de modelos matemáticos, utilizando equações de predição (Emmert & Baker, 1997), ou seja, não-determinados por meio de testes biológicos.

Na Tabela 2 são apresentados perfis de aminoácidos recomendados por diferentes autores. Observa-se que a relação ente os aminoácidos não é constante, portanto é variável de acordo com as condições em que os experimentos são conduzidos.

Tabela 2 - Relação ideal de aminoácidos essenciais para frangos de corte recomendada pela literatura

Aminoácidos	Mack et al.	CVB	Backer,			NRC,		Austic
	1999	1996	1994	2001	1998	1994		1994
	20 – 40	0-42	0-21	0-21	21-42	0-21*	21-42*	0-21*
Lisina	100	100	100	100	100	100	100	100
Metionina	-	38	36	-	36	45	38	38
Met + Cis	75	73	72	-	75	82	72	72
Treonina	63	65	67	55,7	68,5	73	74	62
Arginina	112	105	105	-	108	114	110	96
Valina	81	80	77	77,5	80	82	82	69
Isoleucina	71	66	67	61,4	69	73	73	65
Leucina	-	-	109	-	109	109	109	92
Triptofano	19	16	16	16,6	17	18	18	18
Histina	-	-	32	-	32	32	32	24
Lisina total % 20-40 d	1,22	1,15			0,98		1,00	-

Expresso como relação de aminoácidos digestíveis exceto quando mencionados com*.

Na Tabela 3 está apresentado o perfil de aminoácido recomendado pela Tabela Brasileira para Aves e Suínos, publicada pela Universidade Federal de Viçosa (Rostagno et al., 2000).

Wijttem et al. (2000) observaram aumento linear no ganho de peso em frangos de corte machos Ross, utilizando níveis de lisina digestível variando de

0,91 a 1,44% e de 0,90 a 1,43 na fase de 14 a 34 e 28 a 41 dias de idade, respectivamente, mantendo a relação entre os aminoácidos à lisina constante.

Pedroso et al. (2002) não observaram diferenças para as características de desempenho e rendimento de cortes nobres em frangos alimentados com dietas formuladas a partir de perfis de aminoácidos recomendados por Baker (1994), Rostagno (2000) e pela indústria. Entretanto, no aspecto econômico, o melhor perfil foi aquele estabelecido por Rostagno et al. (2002).

Tabela 3 - Relação aminoácido/lisina para frangos de corte recomendada pela Tabela Brasileira de Aves e Suínos

Aminoácido		Idade, dias					
		1 - 21		22 - 42		42 - 49	
		Total	Digestível	Total	Digestível	Total	Digestível
Lisina	%	100	100	100	100	100	100
Metionina	%	39	39	39	39	39	39
Met. + Cist.	%	71	71	71	71	71	71
Triptofano	%	16	16	17	17	17	17
Treonina	%	63	59	61	57	61	57
Arginina	%	102	105	105	108	106	109
Gli + Ser	%	114	-	114	-	114	-
Isoleucina	%	66	65	68	67	68	67
Valina	%	79	77	82	80	82	80
Leucina	%	109	110	109	110	109	110
Histidina	%	32	32	32	32	32	32
Fenilalanina	%	65	65	65	65	65	65
Fen + Tir	%	114	115	114	115	114	115

2.4. Efeito da temperatura sobre o metabolismo protéico

A temperatura é outro fator que pode afetar a relação entre os aminoácidos. Yunianto et al. (1996) estudaram o efeito da temperatura sobre a concentração plasmática de corticosterona e hormônios da tireóide (T_3 e T_4), utilizando frangos de corte de 15 a 27 dias de idade alimentados com rações à base de milho e proteína isolada de soja contendo 200 g/kg de proteína bruta e 13,57 MJ/kg de energia, em câmaras climáticas com temperaturas de 16, 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C. A concentração plasmática de T_3 e T_4 diminuíram de forma significativa, à medida que aumentou a temperatura ambiente. A produção do

hormônio corticosteróide diminuiu linearmente, à medida que a temperatura atingiu a faixa de conforto da ave, 22 a 27°C, entretanto começou a aumentar após a temperatura de conforto. O corticosteróide aumenta a degradação protéica, diminui a síntese de proteína e eleva a produção de calor, portanto, é indicativo de estresse nos animais.

Este resultado mostra que, em diferentes temperaturas, a concentração plasmática dos hormônios é alterada. Os hormônios estão diretamente relacionados com o metabolismo protéico, portanto, é provável que o perfil de aminoácidos (conceito de proteína ideal) também seja alterado pela temperatura.

Oliveira Neto (1999) avaliou o efeito da temperatura ambiente sobre o rendimento de cortes nobres, o peso relativo de órgão e a concentração sérica de triiodotironina (T_3) de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de energia. O autor observou menor produção de T_3 e menor peso dos órgãos das aves criadas nas temperaturas mais elevadas. Estes resultados mostram que a composição corporal de um frango criada em conforto térmico é diferente do criado em condições de estresse térmico.

Se a composição corporal é diferente, é provável que o perfil de aminoácido corporal também seja diferente, uma vez que a composição de aminoácido da proteína muscular (músculo esquelético) pode ser diferente da proteína visceral (músculo cardíaco e músculo liso). Esta hipótese sugere que frangos com composição de proteínas diferentes podem apresentar perfil de proteína ideal diferente.

Chamruspollert et al. (2001) relataram que a resposta de aves a níveis diferentes arginina e metionina na dieta dependem da temperatura ambiental. Os autores realizaram um experimento utilizando frangos de corte Ross x Ross de 7 a 21 dias de idade para estudar o efeito de diferentes níveis de arginina (1,52; 2,52; e 3,52% da dieta) e metionina (0,35; 0,55; e 0,75% da dieta) em diferentes condições de temperatura (25 vs 35°C). A temperatura termoneutra (25°C) retardou o crescimento com a suplementação de arginina. O maior nível de arginina resultou no pior ganho de peso. Todavia, foi observada melhora no crescimento, quando foi suplementada metionina, principalmente ao se elevarem

os níveis de arginina. As aves mantidas a 25°C apresentaram maior atividade da arginase do rim e maiores concentrações de creatina e creatinina nas excretas que as criadas a 35°C. Portanto, os autores concluíram que a resposta das aves à arginina e metionina é afetada pela temperatura e sugerem que altas temperaturas diminuem o metabolismo da arginina através da rota da síntese de creatina. Conseqüentemente, as exigências de arginina e metionina podem mudar em função da temperatura.

Chamruspollert et al. (2001) conduziram experimentos utilizando frangos Ross x Ross, de 7 a 21 dias de idade, para determinar a influência da temperatura (25 vs 35°C) sobre as exigências de arginina e dos diferentes níveis de arginina (1,52 e 2,52%) sobre as exigências de metionina nas mesmas condições de temperatura utilizando o modelo descontínuo. Nas condições de temperaturas de 25°C, as exigências de arginina foram de 1,26 e 1,27% para ganho de peso e conversão alimentar, respectivamente, contudo, a 35°C as exigências foram inferiores, 1,15 e 1,13%, para as mesmas características, respectivamente. No experimento em que foi utilizado 1,52% de arginina, o valor de exigência de metionina foi igual (0,43%) a 25 e 35°C para o ganho de peso e de 0,43% a 25°C e 0,48% a 35°C para conversão alimentar. Entretanto, quando foram utilizados níveis de arginina de 2,52%, o valor de exigência de metionina a 25°C foi de 0,59% para ganho de peso e de 0,57% para conversão alimentar e a 35°C o valor de exigência foi de 0,50% para ganho de peso e de 0,49% para conversão alimentar. Estes achados mostram que as exigências de arginina e metionina diminuem em condições de temperaturas elevadas, enquanto as exigências de metionina aumentam em dietas com níveis de arginina elevados.

O estresse térmico acarreta grandes mudanças no metabolismo basal, conseqüência das grandes mudanças no perfil sanguíneo dos hormônios. Sabe-se que, após o sistema nervoso central, o sistema endócrino é o segundo sistema responsável pelo metabolismo geral, principalmente energético e protéico, portanto, mais pesquisas são necessárias para provar que realmente o perfil entre os aminoácidos é mantido dentro de uma relação aceitável em diferentes condições de temperatura.

2.5. Relação energia/proteína sobre o rendimento de carcaça

Considerando a energia como o componente mais estudado e utilizando a eficiência de transformação da energia metabolizável consumida (EMc) para energia retida em tecido magro (0,66) e para a energia retida em gordura (0,86), Boekholt et al. (1994), citados por Albino et al. (2000), demonstraram a equação: $EMc = EMm + ERtm/0,66 + ERg/0,86$. Esses autores sugeriram que, no crescimento inicial das aves, a EM consumida é distribuída de forma uniforme para manutenção, retenção de proteína e gordura. No entanto, com o avanço da idade, a ave exige menor requerimento de energia, para deposição de proteína; o oposto ocorre para a retenção de gordura. Dessa forma, redução no consumo de energia, após determinada idade, irá limitar a retenção de gordura, sem influir na retenção de tecido magro.

O nutricionista, para poder formular as dietas para aves e suínos, deve considerar a relação proteína:energia e a relação proteína e aminoácidos. Donaldson et al. (1956), citados por Pesti (1999), descobriram que o nível de energia produtivo da dieta influencia o nível de proteína exigido na ração, quando medido pela taxa de crescimento, pelo consumo de ração e pela composição corporal.

Pesti (1999), utilizando dietas com diferentes níveis de proteína e energia e frangos na fase de três a oito semanas de idade, observou que, à medida que o nível de energia se elevou, o crescimento aumentou, a conversão alimentar melhorou e a porcentagem de gordura na carcaça aumentou. De maneira semelhante, à medida que o nível de proteína se elevou, o crescimento aumentou e a conversão alimentar melhorou. Níveis mais elevados de proteínas resultaram em diminuição da gordura da carcaça.

Os frangos não ajustam exatamente suas ingestões de energia, mas consomem um pouco mais de energia, à medida que o conteúdo energético da dieta se eleva. Eles apresentarão maior quantidade de gordura na carcaça, quando

alimentados com dietas elevadas em energia, em comparação às dietas de baixa energia, em que os frangos podem não consumir energia suficiente para atingir crescimento normal e não iram depositar quantidade normal de gordura nos tecidos corporais. Em resumo, as dietas na faixa mais elevada de energia irão produzir frangos com maior teor de gordura e aquelas na faixa energética mais baixa, frangos com menor teor de gordura. Com proteínas, minerais e vitaminas bem equilibrados, as dietas em faixa energética mais baixa ou mais elevada irão produzir frangos de corte de pesos corporais equivalentes com 8 semanas de idade (Pesti, 1999).

Albino (1999), avaliando respostas de frangos de corte, aos 21 dias de idade, alimentados com dietas contendo três níveis de energia (2.850, 3.000 e 3.150) e três relações EM:PB (151,5; 136,9; e 125,0), observou que a relação 136,9 (3.000 kcal de EM: 21,91% de PB) propiciou maior ganho de peso. As menores relações de EM:PB propiciaram maior teor de proteína na carcaça. A gordura abdominal diminuiu, quando se reduziu a relação EM:PB, e aumentou, quando os níveis de energia foram elevados.

2.6. Exigências de lisina, metionina + cistina, treonina, arginina, glicina e ácido glutâmico em frangos de corte

Pesquisas realizadas com frangos de corte têm mostrado que as exigências de lisina, metionina e treonina são mais elevadas em machos que em fêmeas (Thomas et al., 1986; Thomas et al., 1987; Han & Baker, 1993; Penz et al., 1997; Dozier III & Moran, 2001).

Knowles & Southern (1998) conduziram dois experimentos utilizando pintos de corte machos, Cornish Rock (4 a 14 dias de idade), para determinar as exigências de lisina digestível (1^o experimento) e a relação ótima de aminoácidos sulfurados:lisina (2^o experimento). O primeiro experimento foi realizado com seis níveis de lisina (0,8 - 1,3%, incremento de 0,1%) e o 2^o experimento foi conduzido em arranjo fatorial (2x6), sendo dois de níveis de lisina digestível (0,82 e 1,0%) e seis níveis de aminoácido sulfurado (0,55 - 1,0%, incremento de 0,08%). Os valores de exigência de lisina encontrados pelo modelo de regressão

descontínuo foram de 1,0; 0,9; e 1,1% para ganho de peso, consumo e eficiência alimentar, respectivamente. A relação de aminoácidos sulfurados:lisina encontrados pela utilização do modelo de regressão descontínuo para o nível de lisina de 0,82% foram de 0,66; 0,67; e 0,63 e para o nível de lisina de 1,0%, de 0,66; 0,71; e 0,63% para ganho de peso, consumo e eficiência alimentar, respectivamente. Não foi observada diferença significativa entre as relações de aminoácidos encontradas para os níveis de lisina digestível de 0,82 e 1,0%.

Barbosa (1998) recomenda valores de exigência de metionina + cistina total de 0,879% para conversão alimentar e 0,896% para ganho de peso, para machos Hubbard, na fase de 22 a 42 dias de idade, e de 0,764% para conversão alimentar e ganho de peso, na fase de 43 a 56 dias de idade. Deve-se ressaltar que o modelo utilizado foi o quadrático.

Soares et al. (1999), em estudos realizados com frangos de corte da linhagem Hubbard, encontraram níveis de exigência de treonina digestível de 0,73 e 0,62%, respectivamente, para máximo desempenho de machos e fêmeas, alimentados com ração de 21,15% de proteína bruta, no período de 1 a 21 dias de idade.

Soares (1998) observou valores de exigência de 0,57% de treonina digestível para frangos de corte da linhagem Hubbard, na fase de 22 a 42 dias de idade, alimentados com ração de 18,8% de proteína bruta, enquanto na fase de 43 a 56 dias, de 0,535% para dietas contendo 17,81% de proteína bruta.

Dozier III et al. (2001) estudaram o efeito de três níveis de treonina total sobre o desempenho de frangos de corte Ross, machos e fêmeas, na fase de 42 a 56 dias de idade. Os níveis de treonina total utilizados foram 0,52; 0,63; e 0,74% em dietas com 18% de proteína bruta e 3.200 kcal de energia metabolizável. O nível que resultou em maiores ganho de peso e conversão alimentar em machos foi de 0,74% e em fêmeas, de 0,63%.

Burton & Waldroup (1997) encontraram exigência de arginina total de 1,40% em frangos de corte, na fase de 1 a 28 dias de idade, recebendo dietas com 21% de proteína bruta.

Labadan et al. (2001), com o objetivo de determinar as exigências de lisina e arginina em diferentes períodos de criação, realizaram vários experimentos utilizando frangos de corte (macho Ross x fêmeas Avian). Os níveis de proteína bruta utilizados tanto para os experimentos de exigência de lisina como os de arginina foram de 22, 21, 20 e 18% para as fases de 0 a 2, 2 a 4, 3 a 6 e 5 a 8 semanas de idade, respectivamente. Todas as dietas experimentais foram formuladas com 3.200 kcal/kg de energia metabolizável. Os valores de exigências de lisina total e arginina total encontrados pelos autores, utilizando o modelo descontínuo, são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Exigências de lisina e arginina total como porcentagem da dieta

Idade (Semanas)	Aminoácido	Ganho de peso	Produção de peito	Conversão
0 a 2	Arginina	1,24±0,02	1,27±0,00	1,28±0,04
	Lisina	1,28±0,05	1,32±0,01	1,21±0,02
2 a 4	Arginina	*	*	1,05±0,01
	Lisina	1,13±0,02	1,21±0,06	*
3 a 6	Arginina	0,92±0,02	0,97±0,02	0,95±0,03
	Lisina	0,99±0,05	0,99±0,02	1,00±0,02
5 a 8	Arginina	*	0,83±0,02	*
	Lisina	0,81±0,00	0,81±0,01	*

* Valores não apropriados para análises de regressão.

Costa et al. (2001), utilizando frangos de corte machos Ross na fase de 22 a 42 dias de idade e sete relações arginina:lisina, variando de 95 a 132,5%, não observaram efeito do nível de arginina sobre as características de desempenho, entretanto, à medida que aumentou a relação arginina:lisina, houve efeito linear crescente para o rendimento de perna e decrescente para gordura abdominal. Deve-se ressaltar que o nível de lisina digestível da dieta foi de 1,05% e o de proteína bruta, de 18,5%.

Em animais de rápido crescimento, como por exemplo frangos de corte, a síntese de glicina e serina talvez não seja suficiente para atender a demanda corporal, portanto, serina e glicina devem ser suplementadas na dieta (Scott, 1983).

Diferentemente dos mamíferos, as aves secretam o nitrogênio na forma de ácido úrico. O ácido úrico – uma purina – é sintetizado por uma série de reações que também são utilizadas para sintetizar outras purinas, como a adenina e guanina, componentes do DNA. O passo final para a síntese do ácido úrico é controlado pela enzima xantina desidrogenase em aves. Os níveis desta enzima no fígado das aves mudam de acordo com os níveis protéicos das dietas. As moléculas de C e N que formam parte da molécula de ácido úrico provêm do aspartato, CO₂, da glicina e glutamina (Scott, 1983).

Toda vez que uma molécula de ácido úrico é excretada, uma molécula de glicina é eliminada. Este raciocínio tem levado os pesquisadores a acreditar que a exigência de glicina pode ser maior em aves de rápido crescimento ou em dietas com excesso de proteína ou com desequilíbrio. Embora a glicina seja sintetizada pelas aves, esta síntese não é suficientemente rápida para satisfazer as necessidades dos tecidos e eliminar o excesso de nitrogênio.

Schutte et al. (1996) mostraram que a glicina se converteu em um aminoácido limitante em frangos de corte na fase de 1-21 dias de idade, quando a proteína da dieta foi reduzida de 22 para 19%. Os autores relataram que, para se obterem os mesmos resultados de desempenho utilizando a dieta com 22% de proteína bruta, a dieta com 19% de proteína bruta deve ser suplementada com glicina até atingir valores de glicina total de 1,8 a 1,9%.

Rostagno et al. (2002) observaram valores de exigência de glicina + serina total para pintos de corte machos, Ross (1 a 21 dias de idade), iguais ou superiores a 2,108% para dietas com 19% de PB e 3.000 kcal.

Moram et al. (1994) estudaram o efeito da adição de ácido glutâmico em dietas que atendiam as exigências de proteína bruta do NRC (1994) e dietas com 1,5% a menos proteína bruta que o NRC (1994). Os níveis de proteína bruta das dietas nas diferentes fases foram: 0 a 3 semanas, 23 vs 21,5%; 3 a 6 semanas, 20 vs 18,5%; e de 6 a 7 semanas, 18 vs 16,5%). O ganho de peso melhorou quando o ácido glutâmico foi adicionado (2786 vs 2847), entretanto, a conversão alimentar foi melhorada apenas na dieta que atendia as exigências do NRC em proteína bruta.

2.7. Equilíbrio eletrolítico da dieta

O equilíbrio eletrolítico da dieta é definido como a diferença entre a concentração total de cátions e ânions da dieta.

O conteúdo de eletrólitos exerce influência no equilíbrio ácido-básico dos animais e, conseqüentemente, afeta processos metabólicos relacionados ao crescimento, à resistência a doenças, à sobrevivência ao estresse por calor e muitas outras características de desempenho. Bray & Brigg (1984) verificaram que o equilíbrio eletrolítico de dieta (EED) afetou a mineralização óssea em ratos e porquinhos-da-índia.

Muitos estudos têm sido direcionados ao desenvolvimento de expressões simplificadas de balanço eletrolítico, de forma a identificar a relação crítica de eletrólitos para o uso em formulações práticas de rações. Mongin (1981) utilizou a soma de eletrólitos, expressos em mEq/100 g de alimento: $(\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{PO}_4^{2-} + \text{HPO}_4)$, para compor a ingestão mineral e o equilíbrio ácido-básico do animal. Esta expressão, após, foi reduzida para $\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$ (mEq/kg) pelo próprio autor, sob alegação de que o Mg^{++} tem baixa taxa de absorção e é provido pela maioria das dietas; o fosfato vem de várias fontes indefinidas, o que dificulta quantificar uma medida; e a taxa de absorção do Ca^{++} é controlada pelo sistema endócrino, além de ser muito menor que o Na^+ ou K^+ , sendo adicionado somente em pequenas quantidades, de forma a prevenir o catabolismo da metionina (Murakami, 2000). Dessa forma, emprega-se a seguinte fórmula para o cálculo do EED:

$$\text{EED} = (\% \text{Na}^+ \times 100/22,990^*) + (\% \text{K}^+ \times 100/39,102^*) - (\% \text{Cl}^- \times 100/35,453^*)$$

* Equivalente grama do Na^+ , K^+ ou Cl^- , respectivamente.

Assim, para a determinação do EED, segundo Mongin (1981), devem-se considerar o conteúdo de eletrólitos dos ingredientes e a massa atômica do elemento em questão.

Oviedo et al. (1999) estimaram o melhor balanço eletrolítico da ração para frangos de corte na fase pré-inicial e obtiveram o melhor desempenho

produtivo com balanço eletrolítico de 304 a 319 mEq/kg. Para o consumo de ração, o melhor balanço eletrolítico variou de 250 a 252 mEq/kg.

Johnson & Karunajeewa (1985) avaliaram o equilíbrio eletrolítico variando de -29 a 553 mEq/kg e recomendaram um balanço de 250-300 mEq/kg como ótimo para o desempenho de frangos até 42 dias. Vários autores relataram que é possível aumentar ou diminuir a incidência de discondroplasia, pela manipulação da relação cátion:ânion da dieta. Sauveur & Mongin (1978) verificaram aumento da incidência de discondroplasia tibial nas aves recebendo dietas com altos teores de Cl, em que não houve o balanceamento com Na⁺ ou K⁺.

2.8. Ambiente térmico e índices bioclimáticos

O microambiente térmico do animal consiste de cinco componentes: temperatura, velocidade do ar, umidade relativa, temperatura radiante e temperatura superficiais, que muitas vezes ocorrem em valores extremos, dificultando a sobrevivência do animal (Baêta & Souza, 1997). Esses autores consideram que o animal responde como sistema termodinâmico, que, continuamente, troca energia com o ambiente.

A temperatura é considerada o principal fator térmico do ambiente, não somente pelo seu efeito direto da intensidade e da troca térmica entre o animal e o ambiente, como também, indiretamente, pela influência que exerce sobre os demais componentes do microambiente (Veit & Trout, 1982, citados por Turco, 1997)

Para cada espécie animal, existe uma faixa de temperatura de conforto térmico que varia em função de idade, linhagem, estado nutricional, entre outros (Tabela 5).

Tabela 5 - Relação ótima entre temperatura (°C) e umidade relativa (%)¹ para frangos de corte (Avian Farms)

Idade (dias)	Umidade relativa - UR				
	80%	70%	60%	50%	40%
1	33	33	33	33	35
2	32	32	32	32	34
3	31	31	31	31	33
4	30	30	30	30	32
5	30	30	30	30	32
6	29	29	29	29	31
7	29	29	29	29	31
8	28	29	29	29	31
9 – 12	27	28	28	29	31
13 – 16	26	27	27	29	31
17 – 20	25	26	26	28	30
21 – 24	24	25	26	27	29
25 – 30	23	24	25	27	29
31 – 35	22	23	25	26	28
> 35	21	22	24	25	27

¹ Valores de temperatura (°C), em negrito, dentro das faixas de umidade relativa para cada período (idade), correspondem às condições de conforto térmico para aves. Fonte: Avian Farms (1998).

A bioclimatologia animal é uma ciência que busca compreender o efeito de um grupo de fatores climáticos sobre os animais e, associados ao conhecimento de outras áreas, fisiologia genética, sobrepõe limitações na adequação às adversidades climáticas a que os animais estão dispostos, o que, na maioria das vezes, prejudica o processo produtivo (Zanusso, 1998).

O ambiente envolve a interação de um conjunto de fatores que interagem e determina a magnitude dos processos de troca de energia entre os animais e o ambiente a que estão expostos. Dessa forma, o efeito da temperatura sobre os animais pode ser exacerbado pela umidade relativa, pelo vento, pela precipitação e pela carga térmica variante, de acordo com os elementos circunvizinhos. Assim, é recomendável avaliar o impacto do ambiente térmico, em termos de índices que consideram o efeito combinado dos elementos do clima sobre o balanço térmico do animal (Curtis, 1983).

Buffington et al. (1977) propuseram a combinação dos efeitos de umidade, velocidade do ar, temperatura de bulbo seco e da radiação, em único valor, denominado Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), que é expresso pela seguinte expressão:

$$ITGU = Tgn + 6,36Tpo - 330,08$$

em que

Tgn = temperatura de globo negro (°K); e

Tpo = temperatura de ponto de orvalho (°K).

Os índices bioclimáticos são ferramentas auxiliares no diagnóstico do conforto ou desconforto animal; quando são bem manejados, permitem tomar decisões com a finalidade de promover o bem-estar animal. Esses índices permitem ainda a comparação entre resultados de diferentes trabalhos que levam em consideração a interferência do ambiente.

Teixeira (1983), citado por Zanusso (1998), conduzindo experimentos com frangos de corte, em condição de verão, verificou que os valores de ITGU variando, na primeira semana de idade, entre 78,6 e 81,6; na segunda semana de vida, entre 67,4 e 75,6; e da terceira à sexta semana, entre 65 e 75,9 ou 69,1 e 75,5 foram satisfatórios à produção das aves. Tinoco (1988) verificou que valores de ITGU superiores a 75,0, observados em condições de verão, na região de Uberaba, causaram efeito de desconforto nas aves com idade superior a 15 dias.

CAPÍTULO 1

EXIGÊNCIAS DE METIONINA + CISTINA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS NAS FASES DE 1 A 20, 24 A 38 E 44 A 56 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

A metionina + cistina é o primeiro aminoácido limitante em dietas para frangos de corte. Os níveis de metionina + cistina na dieta podem ser afetados pelos níveis de colina, lisina e arginina (Chamruspollert, 2001).

Na atualidade, é recomendável manter uma relação entre os aminoácidos para, assim, evitar a perda energética da dieta, em consequência do desbalanceamento entre os aminoácidos.

É praticamente impossível formular dietas que atendam exatamente a exigência do animal, entretanto, trabalhos de pesquisas três realizados com o objetivo de minimizar os desbalançamentos entre os nutrientes, principalmente os aminoácidos que consomem muita energia para sua eliminação.

O NRC (1994) recomenda valores de metionina + cistina total para frangos de corte de 0,90% para a fase de 1 a 21; 0,72% para a fase de 22 a 42; e 0,60% para a fase de 43 a 56 dias de idade para dietas com 3.200 kcal de energia

metabolizável, entretanto deve ser considerado que o frango da década de 80 e início dos 90 era geneticamente diferente do frango “moderno”.

Rostagno et al. (2000) recomendam valores de metionina + cistina total de 0,96% (0,86% digestível) para a fase de 1 a 21, 0,85% (0,76% digestível) para a fase de 22 a 42 e 0,74% (0,67% digestível) para a fase de 43 a 56 dias de idade.

As relações de metionina + cistina:lisina digestível utilizadas nesta pesquisa basearam-se nos trabalhos publicados por Han & Baker (1994), Mack et al. (1999) e Rostagno et al. (2000). A relação metionina + cistina:lisina, com base no conceito de proteína ideal recomendado por Han & Baker (1994) e Rostagno et al. (2000), para a fase de 1 a 21 dias de idade, é de 71%. Mack et al. (1999) recomendam uma relação de 75% para a fase de 20 a 40 dias de idade. Na fase de 42 a 56 dias de idade, foi utilizado o mesmo valor recomendado para a fase de 20 a 40 dias de idade.

Objetivou-se com este trabalho determinar as exigências de metionina + cistina digestível para frangos de corte machos, Avian Farm, nas diferentes fases de criação, e calcular as respectivas relações metionina + cistina:lisina digestível.

1 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida na Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se frangos de corte da linha gem Aviam Farm.

Os experimentos, em número de três, realizados no período de 20/05/2001 a 15/07/2001 foram conduzidos em um galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m, tela de ½". Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m (2,25 m²) com piso de cimento. No piso de cada boxe, foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, durante os diferentes períodos experimentais, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e úmido e termômetro de globo negro. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, durante todo o período experimental, cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h).

Durante os períodos experimentais, foi adotado o programa de luz contínuo (luz natural + artificial). Para aquecimento dos pintos, do 1^o ao 15^o dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250W/boxe, com altura regulável.

Os aminoácidos sintéticos HCl-lisina (99%), DL-metionina (99%), L-treonina (98,5%), L-arginina (99%) foram suplementados em quantidades necessárias para atender o padrão de proteína ideal ou o perfil de aminoácido

ideal recomendado pela literatura; a digestibilidade de cada um dos aminoácidos foi de 97,91; 98,9; 92,4; e 95%, respectivamente (Rostagno et al., 2000).

No primeiro experimento (1 a 20 dias de idade), utilizaram-se 600 pintos de corte, machos, com um dia de idade e peso médio de 45 g.

A umidade relativa do ar média observada durante o período de 1 a 20 dias de idade foi de $73 \pm 7,8\%$; o ITGU, de 72 ± 3 ; a temperatura, de 23°C , sendo a média das mínimas de 19°C e a média da máxima de 27°C .

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado totalizando cinco tratamentos, com seis repetições e 20 aves por unidade experimental.

A dieta basal (Tabela 1) deficiente no aminoácido metionina + cistina, com relação metionina+cisteína:lisina digestível de 63%, recebeu suplementação de DL-metionina (99%) para se obterem perfis de 67, 71 (nível recomendado por Rostagno et al., 2000), 75 e 79%, correspondentes a níveis de metionina + cistina digestível nas dietas de 0,731; 0,777; 0,824; 0,870; e 0,916% por kg de dieta e níveis de metionina + cistina total de 0,813; 0,859; 0,905; 0,951; e 0,997% por kg de dieta, respectivamente.

A metodologia utilizada para estabelecer os níveis de metionina + cistina foi dois níveis acima e dois níveis abaixo da relação metionina + cistina:lisina recomendada por Rostagno et al. (2000).

Tabela 1 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 1 a 20 dias

Ingrediente	%	
Milho, grão moído	57,51	
Farelo de soja (45%)	32,256	
Farelo de glúten de milho (60%)	2,750	
Óleo de soja	2,758	
Fosfato bicálcico	1,867	
Calcário	1,216	
Sal comum	0,467	
L-lisina HCL (98%)	0,262	
DL-metionina (99%)	0,122	
L-treonina (98,5%)	0,066	
Ácido glutâmico	0,415	
Suplemento mineral ¹	0,050	
Suplemento vitamínico ²	0,100	
Anticoxidiano ³	0,055	
Virginiamicina ⁴	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010	
Cloreto de colina (60%)	0,100	
Total	100,00	
Valores	Calculados %	Analizados %
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,050	
Proteína bruta	22,00	21,62
Lisina digestível	1,160	
Lisina total	1,272	1,250
Metionina + cistina digestível	0,731	
Metionina + cistina total	0,813	0,822
Treonina digestível	0,777	
Treonina total	0,883	0,821
Arginina digestível	1,276	
Arginina total	1,358	1,380
Glicina + Serina total	2,007	1,888
Triptófano digestível	0,228	
Cálcio	0,970	
Fósforo disponível	0,457	
Cloro	0,392	
Sódio	0,225	
Potássio	0,771	
Equilíbrio eletrolítico (Meq/kg)	184,6	

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₆, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. Pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. Fólico, 1,0 g; Ác. Nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%

Perfil de AA digestível, expresso em função da Lisina: Lis (100), Met + Cis (63), Tre (67), Arg (110), Trip (19) e Gli+Ser total/lis digestível (164).

A dieta basal deficiente em metionina + cistina foi formulada para atender as exigências das aves, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para a relação dos aminoácidos treonina, triptofano, arginina e glicina. A lisina digestível foi escolhida como padrão (100%) e o nível nas dietas

experimentais foi de 1,160%. O perfil de aminoácidos ideal utilizado para treonina foi de 67% (Baker & Han, 1994); arginina, 110% (média do NRC, 1994; Rostagno et al., 2000); triptofano, 19% (valor 5% superior ao recomendado por Baker & Han, 1994); e glicina+serina total/lisina digestível, 170% (Schutte et al., 1997).

A suplementação de metionina sintética foi realizada em substituição ao ácido glútamico, portanto, todas as dietas experimentais eram isonitrogênicas (22% de proteína bruta) e isoenergéticas (3.050 kcal de energia metabolizável). A substituição do aminoácido foi realizada peso/peso, embora se tenha conhecimento de que o aporte de N (proteína Bruta) entre metonina + cisteína e ácido glutâmico não seja 100% equivalente.

Nos cinco primeiros dias do experimento, foram utilizados bebedouros de pressão e comedouros tipo bandeja, os quais foram substituídos por bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e dieta *ad libitum*.

Aos 20 dias de idade, as aves e as sobras de ração de cada boxe foram pesadas para avaliação do ganho de peso, consumo de ração e da conversão alimentar.

No segundo experimento, no período de 24 a 38 dias, foram utilizados 600 frangos de corte, machos, com 24 dias de idade e peso médio de 930 gramas. A umidade relativa do ar média observada nesse período foi de $72 \pm 5,8\%$; o ITGU, de 69 ± 2 ; e a temperatura, de $20,7^\circ\text{C}$, sendo a média das mínimas de $15,5^\circ\text{C}$ e a média da máxima de 26°C . Estas aves receberam ração comercial, durante a fase inicial (1 a 24 dias), à base de milho e de farelo de soja, formulada para atender as exigências nutricionais das aves em proteína, energia, cálcio e fósforo, segundo Rostagno et al. (2000).

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado no primeiro experimento. A dieta basal (Tabela 2) deficiente em metionina + cistina, com relação metionina + cistina:lisina digestível de 67%, recebeu suplementação de DL-metionina (99%), em substituição ao ácido glutâmico, para se obterem perfis de 71, 75 (nível recomendado Mack et al., 1999), 79 e 83%, correspondentes a

níveis de metionina + cistina digestível nas dietas de 0,712; 0,754; 0,797; 0,839; e 0,881% por 100 kg de dieta e níveis de metionina + cistina total de 0,788; 0,830; 0,872; 0,914; e 0,956% por kg de dieta, respectivamente.

As dietas experimentais foram formuladas para atender as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos. O nível de lisina digestível utilizado em todas as dietas experimental foi de 1,062%, considerado como padrão (100%). O nível de energia das dietas foi de 3.150 kcal de energia metabolizável e 19,85% de proteína bruta. O perfil de aminoácidos utilizado para treonina foi de 68% (Emmert & Baker, 1997); arginina, 112% (Mack et al., 1999); triptofano, 19% (Mack et al., 1999) e Gli+Ser total/lisina digestível, 170%. Todas as dietas experimentais eram isonitrogênicas e isocalóricas. Nesta fase, carbonato de potássio foi adicionado à dieta basal, de acordo com as recomendações de Mongin (1981), alcançando o equilíbrio eletrolítico de 70 mEq/kg de dieta.

Foram utilizados bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e dieta *ad libitum*.

No final do experimento (38 dias de idade), as aves e as sobras de ração de cada boxe foram pesadas para avaliação do consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar. No mesmo dia, duas aves com peso médio das aves de cada boxe foram selecionadas para determinação do rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres (peito, filé de peito e perna).

Tabela 2 - Composição percentual da ração basal para a fase de 24 a 38 dias

Ingrediente	%	
Milho, grão moído	62,478	
Farelo de soja (45%)	27,722	
Farelo de glúten de milho (60%)	1,965	
Óleo de soja	3,500	
Fosfato bicálcico	1,644	
Calcário	0,974	
Sal comum	0,408	
L-lisina HCL (98%)	0,279	
DL-metionina (99%)	0,156	
L-treonina (98,5%)	0,085	
L-arginina (99%)	0,057	
L-glicina	0,002	
L-triptofano	0,001	
Ácido glutâmico	0,378	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃)	0,033	
Suplemento mineral ¹	0,050	
Suplemento vitamínico ²	0,100	
Antioxidante ³	0,055	
Virginiamicina ⁴	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010	
Cloreto de colina (60%)	0,100	
Total	100,00	
Valores	Calculada %	Analizados %
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.150	
Proteína bruta	19,85	19,71
Lisina digestível	1,062	
Lisina total	1,164	1,150
Metionina + cistina digestível	0,712	
Metionina + cistina total	0,786	0,723
Treonina digestível	0,722	
Treonina total	0,826	0,804
Arginina digestível	1,189	
Arginina total	1,268	1,270
Glicina + Serina total	1,806	1,710
Triptofano digestível	0,202	
Triptofano total	0,224	
Cálcio	0,890	
Fósforo disponível	0,410	
Cloro	0,360	
Sódio	0,200	
Potássio	0,719	
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	170	

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₆, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. Pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. Fólico, 1,0 g; 2Ác. Nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50 %.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

Relação dos aminoácidos digestível/lisina digestível. Lis 100% (Padrão); Met+Cis (67), Tre (68), Arg (112), Trip (19), Gli+Ser total/lisina digestível 170%.

No terceiro experimento (44 a 56 dias de idade), utilizaram-se 480 frangos de corte, machos, com 44 dias de idade e peso médio de 2571 gramas. Estas aves receberam duas rações comerciais, uma na fase inicial (1 a 24 dias) e outra na fase de crescimento (24 a 44 dias), à base de milho e de farelo de soja, formulada para atender as exigências nutricionais das aves em proteína, energia, cálcio e fósforo, segundo Rostagno et al. (2000).

A umidade relativa do ar média observada no período de 44 a 56 dias de idade foi de $70\pm 5\%$; o ITGU, de 67 ± 2 ; e a temperatura, de $18,7^{\circ}\text{C}$, sendo a média das mínimas de 13°C e a média da máxima de $24,5^{\circ}\text{C}$.

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado nos experimentos anteriores (1 a 20 e 24 a 38 dias de idade), entretanto, nesta fase, foram utilizadas 16 aves por boxe. A dieta basal (Tabela 6) deficiente em metionina + cistina com relação metionina + cistina:lisina digestível de 67%, foi suplementada com DL-metionina (99%) para se obterem perfis de 71, 75, 79 e 83%, correspondentes a níveis de metionina + cistina digestível nas dietas de 0,631; 0,668; 0,706; 0,743; e 0,781% por kg de dieta e níveis de metionina + cistina, respectivamente, ou níveis de metionina + cistina total de 0,701; 0,738; 0,775; 0,812; e 0,849% por kg de dieta, respectivamente.

As dietas experimentais com 17,85% de proteína bruta e 3.200 kcal de energia metabolizável foram formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos, que foi o mesmo utilizado na fase de 24 a 38 dias. O nível de lisina digestível utilizado em todos os tratamentos foi de 0,941% por kg de dieta, considerado como padrão (100%). O equilíbrio eletrolítico utilizado foi de 170 mEq/kg de dieta.

A metodologia e as características de avaliação foram as mesmas utilizadas para a fase de 24 a 38 dias de idade.

Tabela 3 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 44 a 56 dias

Ingrediente	%	
Milho, grão moído	68,506	
Farelo de soja (45%)	21,991	
Farelo de glúten de milho (60%)	2,125	
Óleo de soja	3,188	
Fosfato bicálcico	1,460	
Calcário	0,901	
Sal comum	0,394	
L-lisina HCL (98%)	0,293	
DL-metionina (99%)	0,115	
L-treonina (98,5%)	0,073	
L-arginina (99%)	0,084	
L-glisima	0,000	
L-triptofano	0,008	
Ácido glutâmico	0,337	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃)	0,207	
Suplemento mineral ¹	0,050	
Suplemento vitamínico ²	0,100	
Antioxidante ³	0,055	
Virginiamicina ⁴	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010	
Cloreto de colina (60%)	0,100	
Total	100,00	
Valores	Calculados%	Analizados %
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.200	
Proteína bruta	17,85	17,38
Lisina digestível *	0,941	
Lisina total	1,032	0,968
Metionina + cistina digestível	0,631	
Metionina + cistina total	0,701	0,704
Treonina digestível	0,640	
Treonina total	0,735	0,680
Arginina digestível	1,054	
Arginina total	1,132	1,130
Glicina + Serina total	1,603	1,746
Triptófano digestível	0,179	
Triptófano total	0,198	
Cálcio	0,800	
Fósforo disponível	0,370	
Cloro	0,355	
Sódio	0,192	
Potássio	0,731	
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	198	

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₆, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. Pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. Fólico, 1,0 g; Ác. Nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

Perfil de AA digestível, expresso em relação à lisina. Lisina (100), Met+Cis (60), Tre (68), Arg (112), Trip (19), Gli+Ser total/lisina digestível (170).

Consta na Tabela 4 o resumo dos níveis calculados de proteína bruta, lisina digestível e metionina + cistina digestível utilizados nos três ensaios.

Tabela 4 - Níveis nutricionais para as diferentes fases de criação¹

Experimento (Idade em dias)	Proteína bruta calculada (%)	Lisina dig. (%)	Met + Cist dig. (%)	Incremento de Met + Cis (%)
1 – 20	22,0	1,16	0,731-0,916	0,046
24 – 38	19,9	1,06	0,712-0,881	0,042
44 – 56	17,9	0,94	0,631-0,781	0,037

¹ Cinco níveis de metionina + cistina (Met + Cis) com igual incremento foram utilizados em cada fase.

Os resultados obtidos das características estudadas foram submetidos às análises de variância e regressão (linear, quadrática e descontínuo) para determinação das exigências.

Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F, adotando o nível de 5% de probabilidade. O coeficiente de determinação foi calculado dividindo a Soma de Quadrado da regressão pela Soma de Quadrado do tratamento.

O programa estatístico utilizado foi o STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS (1996).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média do peso das características de desempenho e seus respectivos coeficientes de variação (CV) para os diferentes níveis de metionina + cistina, na fase de 1 a 20 dias de idade, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 20 dias de idade de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Relação Met+Cis:Lis (%)	Níveis Met+Cis dig. (%)	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar (kg/kg)
63	0,731	934	584	1,60
67	0,777	933	597	1,56
71	0,824	916	595	1,54
75	0,870	928	603	1,54
79	0,916	930	607	1,53
CV (%)		3,09	3,10	1,84
Regressão		NS	L*	Q**

L* - efeito linear (P=0,03).

Q** - efeito quadrático (P<0,01).

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Não houve efeito sobre o consumo de ração, mostrando que os diferentes níveis de metionina + cistina não influenciaram o consumo. O ganho de peso, entretanto, respondeu de forma linear, mostrando que aumenta com o incremento dos níveis de metionina + cistina. A equação linear ajustada foi: $y = 0,5015 + 0,1168 * X$ ($r^2=0,87$).

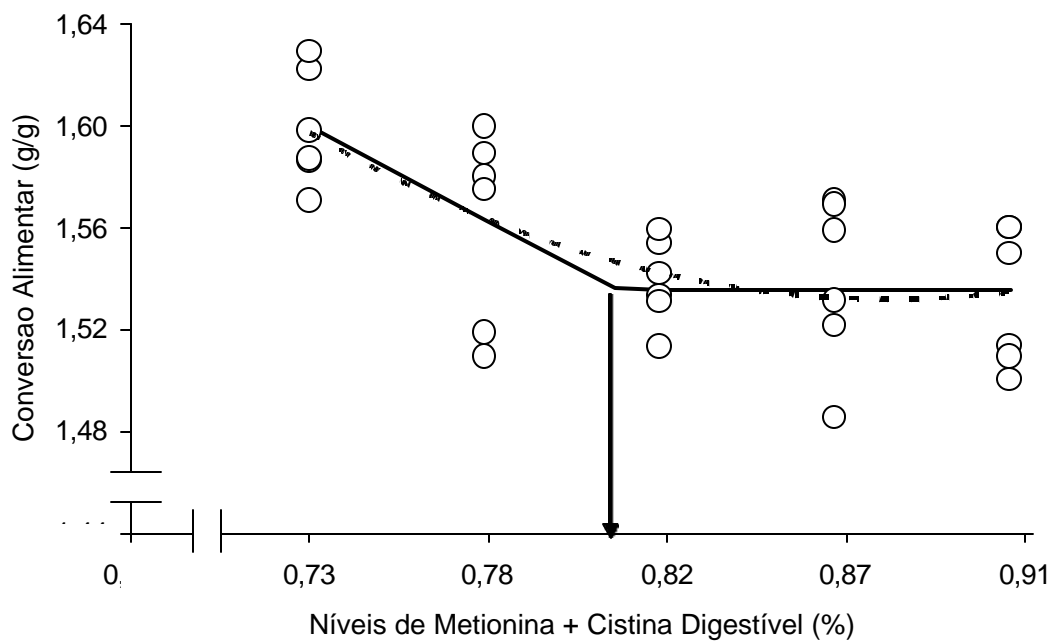
Embora não tenha sido observado efeito no consumo de ração, verificou-se que o consumo de metionina + cistina em gramas aumentou linearmente ($P<0,01$), sendo os valores médios de 6,83; 7,25; 7,54; 8,07; e 8,52 g para os tratamentos com níveis de metionina + cistina de 0,731; 0,777; 0,824; 0,870; e 0,916%, respectivamente. A equação linear ajustada para o consumo de metionina + cistina em gramas foi: $y = 0,12841 + 9,12593 * X$ ($r^2=0,99$). Este aumento no consumo de metionina + cistina em gramas talvez tenha sido o responsável pelo aumento linear no ganho de peso.

Foi observado efeito quadrático para a variável conversão alimentar. A Figura 1 ilustra os modelos quadrático e descontínuo utilizados para determinar os valores de exigência de metionina + cistina digestível. O valor de exigência encontrado pelo modelo quadrático foi de 0,876% e pelo modelo descontínuo, de 0,808%, o que resultou em uma diferença no valor de exigência entre os modelos de 8,4%.

O modelo descontínuo, geralmente, resulta em menores valores de exigência, quando comparado ao modelo quadrático (Morris, 1983; Euclides & Rostagno, 2001).

O valor de exigência encontrado para conversão alimentar pelo modelo descontínuo foi de 0,808%, resultando em uma relação de metionina + cistina de 70%, portanto, semelhante à relação de 71% recomendada por Rostagno et al. (2000) e ligeiramente inferior à relação de 72% recomendada por Han & Baker (1994).

Knowles & Southern (1998), em experimento realizado com pintos Cornish Rock (4 – 14 dias de idade) e níveis de lisina digestível de 1%, encontraram relações metionina + cistina:lisina digestível, utilizando o modelo descontínuo, de 66% para ganho de peso, 71% para consumo de ração e 63% eficiência alimentar, portanto, inferior à relação encontrada neste experimento. Deve-se ressaltar que o nível de lisina digestível utilizado neste experimento foi de 1,16%.



○ Representa o valor observado de cada repetição.

--- Modelo Quadrático: Exigência = 0,876%
 $= 3,9249 - 5,4595**X + 3,1138**X^2$ ($r^2: 0,96$)

— Modelo descontínuo: Exigência = 0,808%
 $= 1,5361 + 0,8148 * (0,808 - X) * i$ ($r^2: 0,97$)
 Se $x < exigência$ $i = 1$ do contrario $= 0$

Figura 1 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre a conversão alimentar em frangos de corte Aviam Farm, no período de 1 a 20 dias de idade.

Na Tabela 6 encontra-se a média do peso das características de desempenho para a fase de 24 a 38 dias de idade. Não foi observado efeito significativo para consumo de ração, mostrando que os diferentes níveis de metionina + cistina não afetaram o consumo. Os níveis de metionina + cistina afetaram o ganho de peso e a conversão alimentar de forma linear e quadrática.

Tabela 6 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Relação Met+Cis:Lis (%)	Níveis Met+Cis dig. (%)	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar (kg/kg)
67	0,712	2,236	1,143	1,95
71	0,754	2,230	1,184	1,88
75	0,797	2,237	1,200	1,86
79	0,839	2,263	1,200	1,89
83	0,881	2,240	1,194	1,88
CV (%)		2,11	2,36	1,66
Regressão		NS	Q**	Q**

Q** - efeito quadrático (P<0,01).

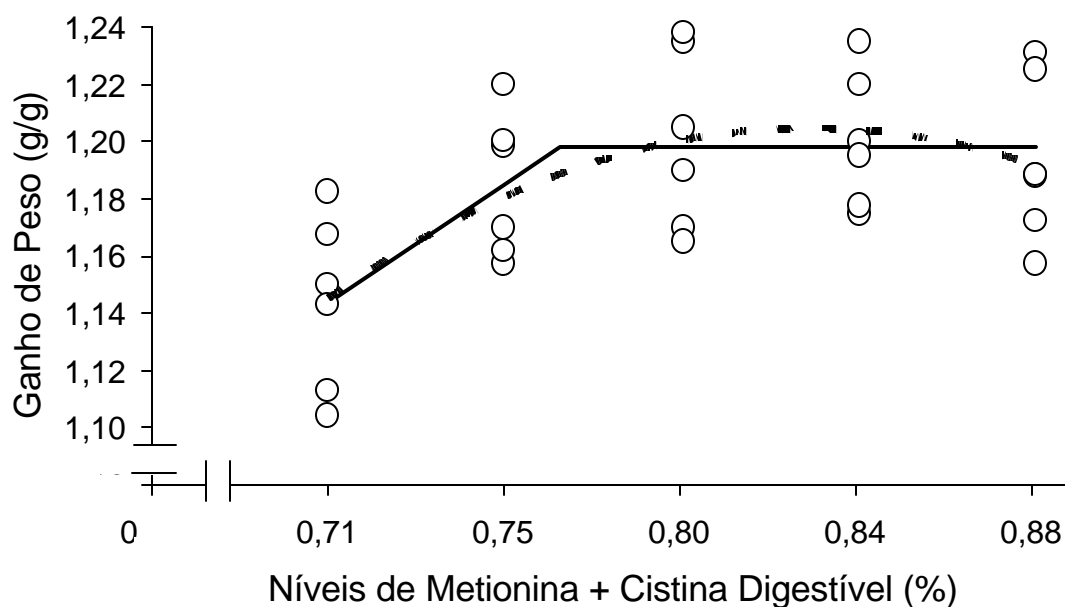
NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

A Figura 2 ilustra os dois modelos de regressão utilizados na determinação dos valores de exigência para o ganho de peso. O valor de exigência encontrado pelo modelo quadrático foi de 0,827% por kg de dieta e pelo modelo descontínuo, de 0,767%, portanto, 8% inferior.

Com relação à conversão alimentar, o valor de exigência para metionina + cistina digestível encontrado pelo modelo quadrático, ilustrado na Figura 3, foi de 0,823%. Interessante citar que não foi possível encontrar o valor de exigência para conversão alimentar, utilizando o modelo descontínuo, uma vez que os resultados não se ajustavam ao mesmo. Portanto, é possível encontrar um valor

de exigência um pouco inferior, ou seja, 0,781%, considerando 95% do valor para máxima resposta de acordo com a metodologia utilizada por Kidd et al. (1999) e Baker et al. (2001).

Com base no valor de exigência de 0,767% estimado pelo modelo descontínuo e na característica ganho de peso, a relação metionina + cistina:lisina digestível encontrada é de 72% para a fase de 24 a 38 dias de idade, portanto, semelhante à recomendada por Emmert & Baker (1997) e Rostagno et al. (2000) e ligeiramente inferior à relação de 75% recomendada por Parsons & Baker (1994) e Mack et al. (1999).



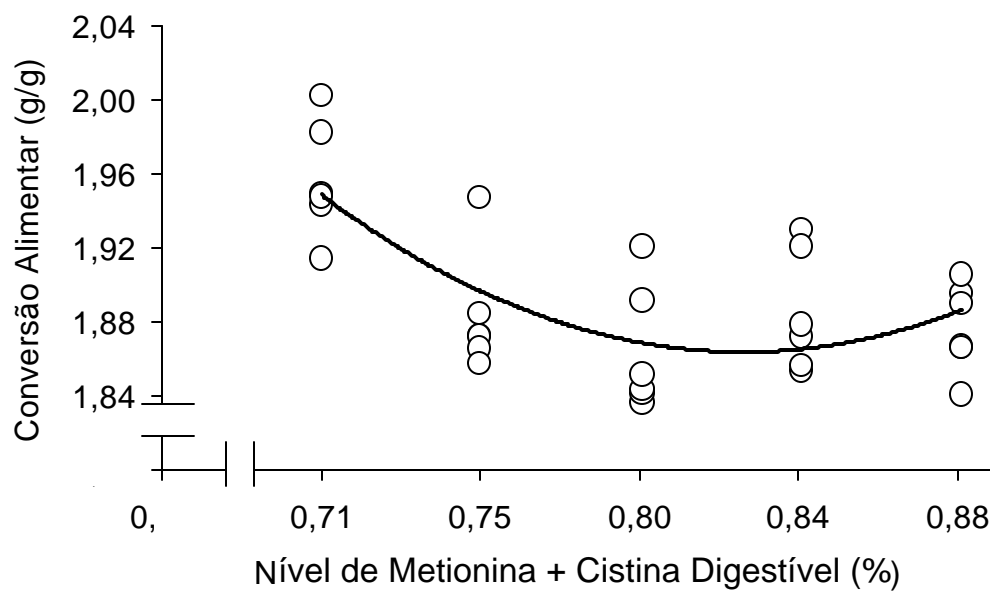
○ Representa o valor observado de cada repetição.

---- Modelo Quadrático: Exigência = 0,827%
 $= -1,8618 + 7,4144**X - 4,4816**X^2$ ($r^2 = 0,98$)

— Modelo descontínuo: Exigência 0,767%
 $= 1,1982 - 0,9841 * (0,7676 - X)*i$ ($r^2 = 0,99$)
 Se $X < \text{Exigência}$ $i = 1$ do contrário $i = 0$

Figura 2 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre o ganho de peso em frangos de corte Aviam Farm, no período de 24 a 38 dias de idade.

Para fins comparativos, os valores de exigência de metionina + cistina total neste experimento, para ganho de peso e conversão alimentar, utilizando o modelo quadrático foram de 0,903 e 0,894%, respectivamente, para a fase de 24 a 38 dias. Portanto, semelhante ao valor de 0,879% para conversão alimentar e 0,896% para ganho de peso encontrado por Barbosa (1998), utilizando o mesmo modelo e frangos de corte machos, Hubbard, na fase de 22 a 42 dias de idade.



○ Representa o valor observado de cada repetição.

$$\text{Modelo Quadrático: Exigência: } 0,823\% \\ = 6,5153 - 11,298**X + 6,8602**X^2 (r^2 = 0,86)$$

Exigência para 95% do valor máximo: 0,781%

Figura 3 - Efeito dos níveis de metionina + cistina digestível sobre a conversão alimentar em frangos de corte Aviam farm, no período de 24 a 38 dias de idade.

Os valores médios para rendimento de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do filé de peito, peso absoluto da perna e peso vivo das aves abatidas com 38 dias de idade são apresentados na Tabela 7, enquanto as estimativas nutricionais de exigências foram realizadas levando em consideração as equações ajustadas, por meio de modelo de regressão e bom senso (Tabela 8).

Tabela 7 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Relação Met+Cis: Lis (%)	Nível de Met+Cis dig. (%)	Peso vivo das aves (kg)	Rendimento de carcaça (%)	Peso absoluto do peito (g)	Peso absoluto do filé (g)	Peso absoluto da perna (g)
67	0,712	2,072	65,2	460	335	397
71	0,754	2,118	65,7	472	346	421
75	0,797	2,121	65,2	472	343	421
79	0,839	2,137	65,1	474	349	415
83	0,881	2,113	65,7	471	348	416
CV (%)		2,01	2,29	3,07	3,68	2,82
Regressão			NS	NS	NS	Q**

Q** - efeito quadrático ($P < 0,05$).

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Para as características rendimento de carcaça, peso absoluto do peito e peso absoluto do filé, não foi observado efeito significativo, entretanto, o pior resultado foi observado para a dieta com o menor nível de metionina + cistina digestível, mostrando que o nível de 0,754%, correspondente à relação de 71%, é biologicamente mais apropriado. Com relação à variável peso absoluto da perna, observou-se efeito quadrático, resultando em um valor de exigência de 0,818%.

Tabela 8 - Estimativas das exigências de metionina + cistina e respectivas equações ajustadas e coeficientes de determinação para rendimento

de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do filé, peso absoluto da perna para fase de 24-38 dias de idade

Variáveis	Equação	Exigência Estimada %	r ²
Rendimento de carcaça	= 65,38	*	-
Peso absoluto do peito	= 469,8	*	-
Peso absoluto do filé	=344,2	*	-
Peso absoluto da perna	=-1059,4142+3618,6309*X-2209,8214*X ²	0,818	0,75

* - Nível de metionina + cistina digestível biologicamente mais apropriado 0,754%

Na Tabela 9 encontra-se a média do peso para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar do experimento realizado na fase de 44 a 56 dias de idade.

Tabela 9 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Relação Met+Cis:Lis (%)	Níveis Met+Cis dig (%)	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversao Alimentar (kg/kg)
67	0,631	2,627	1,044	2,51
71	0,668	2,626	1,073	2,45
75	0,706	2,645	1,079	2,45
79	0,743	2,640	1,081	2,44
83	0,781	2,636	1,082	2,44
CV (%)		1,78	3,39	2,68
Regressão		NS	NS	NS

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Não houve efeitos dos níveis de metionina + cistina nas dietas sobre consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, indicando que estatisticamente o nível de exigência para a fase de 44 a 56 dias de idade é de 0,631%, menor nível utilizado nas dietas. Entretanto, tanto o ganho de peso como

a conversão alimentar para a dieta com o menor nível de metionina + cistina apresentaram o pior resultado.

Os resultados para ganho de peso e conversão alimentar para a dieta com 0,668% foram zootecnicamente melhores quando comparados àqueles obtidos com dietas contendo menor nível de metionina + cistina (0,631%), sugerindo que biologicamente o valor de exigência é de 0,668%, correspondente a uma relação metionina + cistina:lisina digestível de 71% e de metionina + cistina total de 0,736%.

A relação metionina + cistina:lisina digestível encontrados nesta fase (44-56), com base na melhor resposta zootécnica o biológica, foi semelhante à relação de 71 e 72% recomendada por Rostagno et al. (2000) e Emmert & Baker (1997), respectivamente.

O valor de exigência de metionina + cistina total encontrado neste experimento foi ligeiramente inferior ao de 0,764% recomendado por Barbosa (1998), para frangos de corte machos, Hubbard, na fase de 43 a 56 dias de idade.

Na Tabela 10 são apresentados os valores médios do peso vivo das aves seleccionadas para o abate aos 56 dias de idade, do rendimento de carcaça, do peso absoluto do peito, do peso absoluto do filé e do peso absoluto da perna. Constam da Tabela 11 as estimativas nutricionais de exigências, levando em consideração as equações ajustadas por meio de modelo de regressão e bom senso.

Não houve efeito para o rendimento de carcaça, peso absoluto do peito e peso absoluto da perna, entretanto, o peso absoluto do peito apresentou resposta semelhante àquela observada nas características de desempenho. Novamente, a dieta com menor nível de metionina + cistina digestível (0,631%) apresentou o pior resultado, mostrando que o nível de 0,668% é o valor de exigência com base no melhor resultado zootécnico.

Para a variável peso absoluto do filé, os níveis de metionina + cistina responderam de forma quadrática. O valor de exigência estimado para esta variável foi de 0,705%, portanto, superior àquele encontrado com base na melhor resposta zootécnica e biológica.

Tabela 10 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade de acordo com o nível de metionina + cistina digestível (Met + Cis Dig.) da ração

Relação Met+Cis:Lis (%)	Níveis de Met+Cis dig. %	Peso vivo das aves (kg)	Rendimento de carcaça (%)	Peso absoluto do peito (g)	Peso absoluto do filé (g)	Peso absoluto da perna (g)
67	0,631	3,710	69,1	847	635	799
71	0,668	3,705	68,6	876	675	805
75	0,706	3,718	68,5	877	674	807
79	0,743	3,707	68,5	879	670	793
83	0,781	3,735	68,8	867	641	814
CV (%)		1,30	1,69	3,52	4,48	3,66
Regressão			NS	NS	Q*	NS

Q* - efeito quadrático (P>0,05).

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 11 - Estimativas das exigências de metionina + cistina e respectivas equações ajustadas e coeficientes de determinação para rendimento de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do filé, peso absoluto da perna para fase de 44-56 dias de idade

Variáveis	Equação	Exigência estimada %	R ²
Rendimento de carcaça	= 68,7	-	-
Peso absoluto do peito	= 869	-	-
Peso absoluto do filé	= -2861,5104+10037,3170*X-7113,9530*X ²	0,705	0,93
Peso absoluto da perna	= 803,6	-	-

Na Tabela 12 está apresentado um resumo dos valores de exigências de metionina + cistina digestível e total encontrados para as características de desempenho nas diferentes fases de criação.

Tabela 12 - Valores de exigências de metionina + cistina digestível (Total)*, em % da dieta, para as diferentes idades

Idade em dias	Níveis de nutrientes da dieta calculados (%)		Exigência de Metionina + cistina (%)	
	Proteína	Lisina	Ganho de Peso	Conversão Alimentar
	Bruta	Digestível		
1 – 20	22,0	1,16	0,916 ³ (0,997)	0,808 ¹ (0,907)
24 – 38	19,9	1,06	0,767 ¹ (0,844)	0,781 ² (0,849)
44 – 56	17,9	0,94	0,668 ⁴ (0,738)	0,668 ⁴ (0,738)

¹ Valor de exigências estimado pelo modelo descontínuo.

² Valor de exigência estimado pelo modelo quadrático (95% do valor máximo).

³ Valor de exigência estimado pelo modelo linear.

⁴ Valor de exigência estimado pela melhor resposta zootécnica ou biológica.

* Valores de exigência totais estimados.

3. RESUMO E CONCLUSÕES

A presente pesquisa foi conduzida no setor de Avicultura e Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram realizados três experimentos de desempenho nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, com o objetivo de determinar a exigência de metionina + cistina e a relação ideal entre metionina+cisteína:lisina digestível. Os três experimentos foram conduzidos com frangos, machos, *Avian Farm*, em delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de metionina + cistina ou cinco relações metionina+cisteína:lisina, seis repetições e 20 aves por boxe nas fases de 1 a 20 e 24 a 38 dias de idade e 16 aves por boxe na fase de 44 a 56 dias de idade. Os níveis de metionina + cistina digestível utilizados nas diferentes fases foram: 1 a 20 dias de idade, 0,731 a 0,916% (incremento de 0,046%); 24 a 38 dias de idade, 0,712 a 0,881% (incremento de 0,042); e 44 a 56 dias de idade, 0,631 a 0,781% (incremento de 0,037%). No final de cada experimento, as aves e as dietas foram pesadas para o estudo das características de desempenho. Na fase de 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, duas aves com peso médio das aves do boxe foram selecionadas para estudo do rendimento de carcaça e dos cortes nobres. Concluiu-se que o valor de exigência de metionina + cistina digestível para as fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade foi de 0,808 (0,907% total), 0,767 (0,844% total) e 0,668% (0,738% total), respectivamente, o que corresponde a uma relação metionina + cistina:lisina digestível de 70, 72 e 71%.

CAPÍTULO 2

EXIGÊNCIA DE TREONINA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS NAS FASES DE 1 A 20, 24 A 38 E 44 A 56 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

A treonina é o terceiro aminoácido limitante em dietas para frangos de corte após a metionina + cistina e a lisina. Formular dietas de frango de corte, de custo mínimo, que atenda as exigências de treonina, é essencial para expressar o máximo potencial genético das aves e para diminuir o desequilíbrio entre os aminoácidos. Uma deficiência de treonina pode diminuir a eficiência de utilização da metionina + cistina e de lisina, primeiro e segundo aminoácidos limitante nas dietas de frangos de corte.

Na atualidade, é recomendável formular dietas com aminoácidos na proporção ideal ou que se aproximem da proporção considerada ideal. Para que uma dieta seja considerada ideal, todos os aminoácidos para a síntese protéica devem estar presentes na célula no momento requerido.

O NRC (1994) recomenda valores de treonina total para frangos de corte de 0,80; 0,74; e 0,68% para as fases de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 56 dias de idade

para dietas com 3.200 kcal de energia metabolizável. Rostagno et al. (2000) recomendam valores de treonina total de 0,85% (0,72% digestível) para a fase de 1 a 21; 0,72% (0,61% digestível) de 22 a 42; e 0,63% (0,54% digestível) de 43 a 56 dias de idade.

O conceito de proteína ideal tem como objetivo principal formular dietas nas quais a relação entre os aminoácidos atenda a exigência da célula. Várias recomendações de relação treonina:lisina existem na literatura para as diferentes fases de criação (Parsons & Baker, 1994; Baker & Han, 1994; Mack et al., 1999; Emmert & Baker, 1997; Baker et al., 2001; Rostagno et al. 2000).

As relações de treonina:lisina utilizadas nesta pesquisa basearam-se nos trabalhos de Han & Baker (1994) e Emmert & Baker (1997). A relação treonina:lisina no conceito de proteína ideal recomendado por Han & Baker (1994), na fase de 1 a 21 dias de idade, é de 67%. Emmert & Baker (1997) recomendam uma relação de 68,5% tanto para a fase de 21 a 42 dias como para a fase de 42 a 56 dias de idade. A relação recomendada por Han & Baker (1994) baseou-se em ensaios biológicos de Emmert & Baker (1997) envolvendo modelos estatísticos.

Nesta pesquisa, objetivou-se determinar as exigências de treonina digestível para frangos de corte machos, *Avian Farm*, nas diferentes fases de criação, e calcular as respectivas relações treonina:lisina digestível.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, utilizando frangos de corte da linhagem Aviam Farm.

Os experimentos, em número de três, foram conduzidos no período de 20/05/2001 a 15/07/2002, em um galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m e tela de ½”. Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m (2,25 m²) com piso de cimento. No piso de cada boxe foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, durante os diferentes períodos experimentais, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e úmido e termômetro de globo negro. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, durante todo o período experimental, cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h).

Durante os períodos experimentais, foi adotado o programa de luz contínuo (luz natural + artificial). Para aquecimento dos pintos, do 1º ao 15º dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250 W/boxe, com altura regulável.

Os aminoácidos sintéticos HCl-lisina (99%), DL-metionina (99%), L-treonina (98,5%) e L-arginina (99%) foram suplementados em quantidades necessárias para atender o padrão de perfil de aminoácido ideal. A digestibilidade de cada aminoácido foi de 97,91; 98,9; 92,4; e 95%, respectivamente (Rostagno et al., 2000).

Carbonato de potássio foi adicionado às dietas basais nas diferentes fases, com o objetivo de manter o equilíbrio eletrolítico próximo do valor recomendado por Mongin (1981). A seguinte fórmula desenvolvida pelo mesmo autor foi utilizada para o cálculo do equilíbrio eletrolítico da dieta = $(\%Na^+ \times 100/22,990^*) + (\%K^+ \times 100/39,102^*) - (\%Cl \times 100/35,453^*)$, em que * equivale à grama do Na^+ , K^+ ou Cl, respectivamente.

No primeiro experimento, utilizaram-se 600 pintos de corte, machos, com um dia de idade e peso médio de 45 g, no período de 1 a 20 dias de idade.

A umidade relativa do ar média observada no período de 1 a 20 dias de idade foi de $73 \pm 7,8\%$; o ITGU, de 72 ± 3 ; e a temperatura, de $23^\circ C$, sendo a média das mínimas de $19^\circ C$ e a média da máxima de $27^\circ C$.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, totalizando cinco tratamentos, com seis repetições e 20 aves por unidade experimental.

A dieta basal (Tabela 1) deficiente em treonina, com relação treonina:lisina (digestível) de 59%, recebeu suplementação de L-treonina (98,5%) para se obterem perfis de 63, 67 (nível recomendado por Baker & Han, 1994), 71 e 75%, resultando em níveis de treonina digestível nas dietas de 0,684; 0,731; 0,777; 0,824; e 0,870% por kg de dieta, respectivamente, e níveis de treonina total de 0,790; 0,840; 0,890; 0,940; e 0,990% por kg de dieta.

Tabela 1 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 1 a 20 dias

Ingrediente	%	
Milho, grão moído	33,677	
Farelo de soja (45%)	20,839	
Sorgo baixo tanino	20,350	
Farelo de glúten de milho (60%)	9,435	
Farelo de trigo	7,693	
Óleo de soja	2,826	
Fosfato bicálcico	1,799	
Calcário	1,106	
Sal comum	0,485	
L-lisina HCL (98%)	0,524	
DL-metionina (99%)	0,181	
L-treonina (98,5%)	0,000	
L-arginina (99%)	0,124	
Ácido glutâmico	0,348	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃)	0,300	
Suplemento mineral ¹	0,050	
Suplemento vitamínico ²	0,100	
Antioxidante ³	0,055	
Virginiamicina ⁴	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010	
Cloreto de colina (60%)	0,100	
Total	100,00	
Valores	Calculados %	Analizados %
Energia metabolizável (kcal/kg)	3050	
Proteína bruta	21,90	21,78
Lisina digestível *	1,160	
Lisina total	1,260	1,170
Metionina+ Cisteína digestível	0,824	
Metionina + Cistina total	0,910	0,896
Treonina digestível	0,684	
Treonina total	0,790	0,727
Arginina digestível	1,216	
Arginina total	1,300	1,210
Glicina + Serina total	1,909	1,746
Triptófano digestível	0,194	
Triptófano total	0,220	
Cálcio	0,970	
Fósforo disponível	0,455	
Cloro	0,498	
Sódio	0,225	
Potássio	0,801	
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	177	

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.;

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₃, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. fólico, 1,0 g; Ác. nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.;

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

* Perfil de AA digestível, expresso em função da lisina. Lisina (100), Met+Cis (71), Tre (59), Arg (110), Trip (17), Gli+Ser total/lisina digestível (164).

A dieta basal deficiente em treonina foi formulada para atender as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2000), exceto para a relação dos aminoácidos metionina+cisteína, triptofano, arginina e glicina. A lisina digestível foi escolhida como padrão (100%) e o nível nas dietas experimentais foi de 1,160% (Rostagno et al., 2000). O perfil de aminoácidos ideal utilizado foi de 71% para metionina + cistina (Rostagno et al., 2000); 110% arginina (média do NRC, 1994; Rostagno et al., 2000); 19% triptofano (Valor 5% superior ao recomendado por Baker & Han, 1994); e 170% glicina+serina total/lisina digestível (Schutte et al., 1997).

A suplementação de treonina sintética foi realizada em substituição ao ácido glutâmico, portanto, todas as dietas experimentais eram isonitrogênicas (22% de proteína bruta) e isoenergéticas (3.050 kcal de energia metabolizável). A substituição do aminoácido foi realizada peso/peso, embora se tenha conhecimento de que o aporte de N (proteína bruta) da treonina é 28% superior ao do ácido glutâmico (Rostagno et al., 2000).

Todas as dietas utilizadas para os diferentes tratamentos eram isonitrogênicas e isoprotéicas. A dieta basal recebeu adição de carbonato de potássio para manter um equilíbrio eletrolítico da dieta em 177 meq/kg de ração.

Nos cinco primeiros dias do experimento, foram utilizados bebedouros de pressão e comedouros tipo bandeja, os quais foram substituídos por bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e ração *ad libitum*. No final do experimento (20 dias de idade), as aves e as sobras de ração de cada boxe foram pesadas para avaliação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

No segundo experimento (24 a 38 dias), foram utilizados 600 frangos de corte, machos, com 24 dias de idade e peso médio de 930 gramas.

A umidade relativa do ar média observada no período de 24 a 38 dias foi de $72 \pm 5,8\%$; o ITGU, de 69 ± 2 ; e a temperatura, de $20,7^\circ\text{C}$, sendo a média das mínimas de $15,5^\circ\text{C}$ e a média da máxima de 26°C .

Estas aves receberam uma ração, durante a fase inicial (1 a 24 dias), à base de milho e farelo de soja, formulada para atender as exigências nutricionais de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000).

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado no primeiro experimento. A dieta basal (Tabela 2) deficiente no aminoácido treonina, com relação treonina:lisina digestível de 60%, recebeu suplementação de L-treonina (98,5%), em substituição do ácido glutâmico, para se obterem perfis de 64, 68 (nível recomendado Emmert & Baker, 1997), 72 e 76%, correspondentes a níveis de treonina digestível nas dietas de 0,637; 0,680; 0,722; 0,765; e 0,807% por kg de dieta e níveis de treonina total de 0,731; 0,777; 0,823; 0,869; e 0,915% por kg de dieta, respectivamente.

A dieta basal foi formulada para atender as exigências nutricionais recomendadas por Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos. O nível de lisina digestível utilizado em todas as dietas experimental foi de 1,062% (Rostagno et al., 2000), considerado como padrão (100%). O nível de energia das dietas foi de 3.150 kcal de EM e 19,85% de PB. O perfil de aminoácidos utilizado foi de 75% para metionina + cistina (Mack et al., 1999), 112% arginina (Mack et al., 1999), 19% para triptofano (Mack et al., 1999) e 170% glicina+serina total/lisina digestível. Todas as dietas utilizadas para os diferentes tratamentos eram isonitrogênicas e isoprotéicas. O equilíbrio eletrolítico utilizado foi de 168 mEq/kg de dieta.

Foram utilizados bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e ração *ad libitum*.

No final do experimento (38 dias de idade), as aves e as sobras de ração de cada boxe foram pesadas para avaliação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar. No mesmo dia, duas aves com peso médio das aves de cada boxe foram selecionadas para determinação do rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres (peito, filé de peito e perna).

Tabela 2 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 24 a 38 dias

Ingrediente	%	
Milho, grão moído	64,629	
Farelo de soja (45%)	23,430	
Farelo de glúten de milho (60%)	4,789	
Óleo de soja	2,505	
Fosfato bicálcico	1,655	
Calcário	0,998	
Sal comum	0,413	
L-lisina HCL (98%)	0,381	
DL-metionina (99%)	0,219	
L-arginina (99%)	0,156	
L-Glicina	0,039	
L-triptofano	0,018	
Ácido glutâmico	0,280	
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃)	0,190	
Suplemento mineral ¹	0,050	
Suplemento vitamínico ²	0,100	
Antioxidante ³	0,055	
Virginiamicina ⁴	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010	
Cloreto de colina (60%)	0,100	
Total	100,00	
Valores	Calculados %	Analizados %
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,150	
Proteína bruta	19,85	19,88
Lisina digestível	1,062	
Lisina total	1,158	1,080
Metionina + cistina digestível	0,797	
Metionina + cistina total	0,875	0,810
Treonina digestível	0,637	
Treonina total	0,731	0,705
Arginina digestível	1,189	
Arginina total	1,288	1,230
Glicina + Serina total	1,807	1,502
Triptofano digestível	0,202	
Triptofano total	0,222	
Cálcio	0,890	
Fósforo disponível	0,410	
Cloro	0,384	
Sódio	0,200	
Potássio	0,740	
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	168	

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₆, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. fólico, 1,0 g; Ác. nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

Relação dos aminoácidos digestível/lisina digestível. Lis 100% (Padrão); Met+Cis (75), Tre (60), Arg (112), Trip 19 %, Gli+Ser total/lisina digestível 170%.

No terceiro experimento (44 a 56 dias de idade), utilizaram-se 480 frangos de corte, machos, com 44 dias de idade e peso médio de 2661 gramas.

A umidade relativa média do ar observada no período de 44 a 56 dias de idade foi de $70\pm 5\%$; o ITGU, de 67 ± 2 ; e a temperatura, de $18,7^{\circ}\text{C}$, sendo a média das mínimas de 13°C e a média da máxima de $24,5^{\circ}\text{C}$.

As aves utilizadas nesta fase receberam duas rações, uma na fase inicial (1 a 24 dias) e outra na fase de crescimento (24 a 44 dias), à base de milho e farelo de soja, formulada para atender as exigências nutricionais das aves, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000).

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado nos experimentos anteriores (1 a 20 e 24 a 38 dias de idade), entretanto, nesta fase, foram utilizadas 16 aves por boxe. A dieta basal (Tabela 3) deficiente em treonina, com relação treonina:lisina digestível de 60%, foi suplementada com L-treonina (98,5%), em substituição ao ácido glutâmico, para se obterem perfis de 64, 68, 72 e 76%, correspondentes a níveis de treonina digestível nas dietas de 0,565; 0,602; 0,640; 0,678; e 0,715% por kg de dieta e níveis de treonina total de 0,650; 0,690; 0,730; 0,770; e 0,810% por kg de dieta, respectivamente.

A dieta basal com 17,85% de proteína bruta e 3.200 kcal de energia metabolizável foi formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos. O perfil de aminoácidos adotado nesta fase foi o mesmo utilizado na fase de 24 a 38 dias. O nível de lisina digestível utilizado em todas as dietas experimental foi de 0,941% (Rostagno et al., 2000) considerado como padrão (100%). Todas as dietas utilizadas para os diferentes tratamentos eram isonitrogênicas e isoprotéicas. O equilíbrio eletrolítico utilizado foi de 170 mEq/kg de dieta.

A metodologia e as características de avaliação foram as mesmas utilizadas no segundo experimento.

Tabela 3 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 44 a 56 dias

Ingrediente	%	
Milho, grão moído	70,840	
Farelo de soja (45%)	17,373	
Farelo de glúten de milho (60%)	5,057	
Óleo de soja	2,141	
Fosfato bicálcico	1,472	
Calcário	0,927	
Sal comum	0,399	
L-lisina HCL (98%)	0,403	
DL-Metionina (99%)	0,168	
L-Treonina (98,5%)	0,000	
L-Arginina (99%)	0,166	
L-Glisima	0,042	
L-Triptófano	0,028	
Ac. Glutâmico	0,283	
Carbonato de Potássio (K ₂ CO ₃)	0,383	
Suplemento Mineral ¹	0,050	
Suplemento Vitamínico ²	0,100	
Antioxidante ³	0,055	
Virginiamicina ⁴	0,003	
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010	
Cloreto de colina (60%)	0,100	
Total	100,00	
Valores	Calculados %	Analizados %
Energia metabolizável (kcal/kg)	3,200	
Proteína bruta	17,85	17,78
Lisina digestível	0,941	
Lisina total	1,025	0,967
Metionina+Cistina digestível	0,706	
Metionina+Cistina total	0,777	0,737
Treonina digestível	0,565	
Treonina total	0,650	0,616
Arginina digestível	1,054	
Arginina total	1,126	1,060
Glicina + Serina total	1,600	1,463
Triptofano digestível	0,179	
Triptofano total	0,198	
Cálcio	0,800	
Fósforo disponível	0,370	
Cloro	0,380	
Sódio	0,192	
Potássio	0,757	
Equilíbrio eletrolítico (Meq/kg)	170	

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₆, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. fólico, 1,0 g; Ác. nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

Perfil de AA digestível, expresso em relação à lisina. Lisina (100), Met+Cis (75), Tre (60), Arg (112), Trip (19), Gli+Ser total/lisina digestível (170).

O resumo dos níveis calculados de proteína bruta, lisina digestível e treonina digestível, utilizados nos três ensaios, está apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Níveis nutricionais para as diferentes fases de criação¹

Experimento	Proteína bruta calculada	Lisina dig. (%)	Treonina dig. (%)	Incremento de treonina (%)
(Idade em dias)	(%)	(%)	(%)	(%)
1 - 20	21,9	1,16	0,684-0,870	0,047
24 - 38	19,9	1,06	0,637-0,807	0,043
44 - 56	17,9	0,94	0,565-0,715	0,037

¹ Cinco níveis de treonina digestível com igual incremento foram utilizados em cada fase.

Os resultados das características estudadas foram submetidos às análises de variância e regressão (linear, quadrática e descontínuo) para determinação das exigências.

Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F, em nível de 5% de probabilidade. O coeficiente de determinação foi calculado dividindo a Soma de Quadrado da regressão pela Soma de Quadrado do tratamento.

O programa estatístico utilizado foi o SAS (1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e coeficiente de variação (CV) para a fase de 1 a 20 dias de idade, de acordo com os níveis de treonina na ração e relação teronina:lisina digestível, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 20 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Relação Tre:Lis (%)	Nível de Tre dig. (%)	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar
59	0,684	900	563	1,60
63	0,731	912	575	1,59
67	0,777	939	590	1,59
71	0,824	935	596	1,57
75	0,870	904	577	1,56
CV (%)		3,17	2,48	2,64
Regressão		Q*	Q**	NS

Q* - efeito quadrático (P<0,03)

Q** - efeito quadrático (P<0,01).

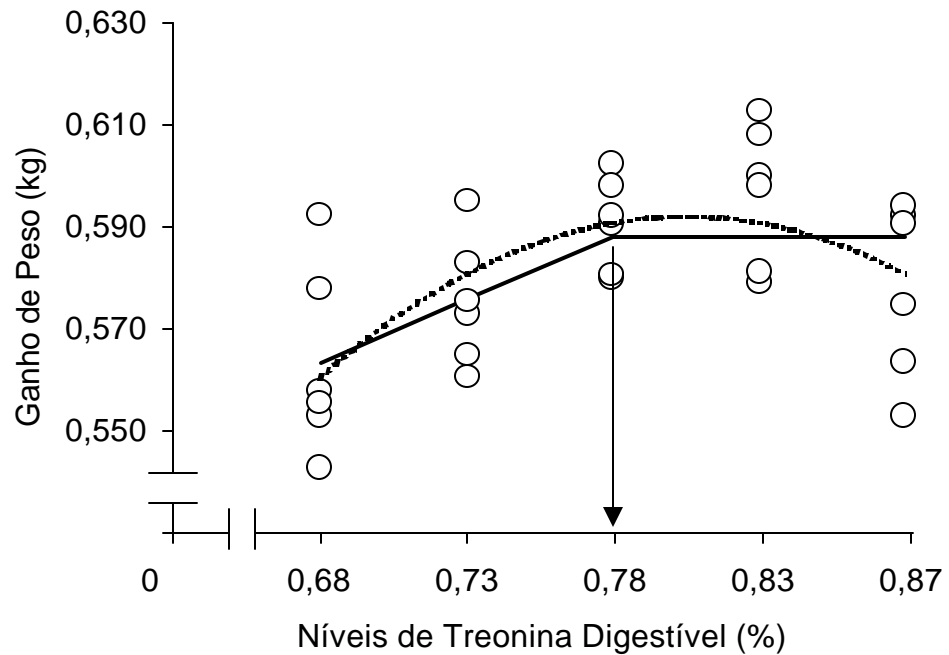
NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Observou-se efeito quadrático sobre o consumo de ração e o ganho de peso, porém não foi observada resposta para conversão alimentar. A exigência de treonina digestível ajustada por meio do modelo quadrático, de acordo com os resultados de consumo de ração, foi de 0,786%. A equação quadrática ajustada encontrada foi: $y = -1,4648 + 6,1064 * X - 3,8838 * X^2$ ($r^2=0,84$).

A Figura 1 ilustra os valores de exigências encontrados pelo modelo quadrático e pelo modelo descontínuo para a característica ganho de peso. O modelo quadrático resultou em um valor de exigência de 0,796% e o modelo descontínuo, em um valor ligeiramente inferior, 0,777%.

O valor de exigência de treonina digestível de 0,777% encontrado com base no modelo descontínuo, neste experimento, discorda daquele encontrado por Soares et al. (1999), de 0,73% de treonina digestível, utilizando dietas com 21,15% de proteína bruta, para machos Hubbard na fase de 1 a 21 dias de idade.

Utilizando o valor de exigência encontrado pelo modelo descontínuo, a relação treonina:lisina digestível é de 67%, portanto, semelhante ao valor recomendado por Han & Baker (1994) e superior à relação de 59% recomendada por Rostagno e al. (2000). Se a relação for calculada com base no valor de exigência encontrado pelo modelo quadrático (68,6%), a relação seria superior (2,4%) àquela recomendada por Han & Baker (1994). Este achado mostra como o perfil de aminoácido e as exigências variam de acordo com o modelo utilizado. Deve-se ressaltar que o modelo quadrático, neste experimento, apresentou melhor ajuste, uma vez que o r^2 foi maior.



○ Representa o valor observado de cada repetição.

--- Modelo Quadrático: Exigência = 0,796%
 $= -0,989 + 3,9659X - 2,4867X^2$ ($r^2 = 0,88$)

— Modelo Descontínuo: Exigência = 0,777%
 $= 0,588 - 0,2646 * (0,777 - X) * i$ ($r^2 = 0,72$)

Se $X < \text{exigência}$ $i = 1$ do contrário $= 0$

Figura 1 - Efeito dos níveis de treonina digestível sobre o ganho de peso em frangos de corte Aviam Farm, no período de 1 a 20 dias de idade.

As médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, para a fase de 24 a 38 dias de idade, são apresentadas na Tabela 6. Não se observou efeito do nível de treonina da ração sobre qualquer característica avaliada, sugerindo que o nível de 0,637% de treonina digestível (0,731% de treonina total), correspondente à relação treonina:lisina digestível de 60%, pode ser suficiente para maximizar o desempenho de machos alimentados com dietas contendo 19,9% de proteína bruta.

Soares (1998) recomenda valores de treonina total inferior (0,67%) ao encontrado neste experimento (0,73%) para machos Hubbard, na fase de 22 a 42 dias de idade.

A relação que atendeu as exigências neste experimento (60%) foi inferior à de 68% recomendada por Emmert & Baker (1997) e superior à de 57% recomendada por Rostagno et al. (2000), entretanto, mais trabalhos são necessários para confirmar estes achados.

Mack et al. (1999), utilizando o modelo descontínuo, recomenda uma relação treonina:lisina de 63% para as linhagens ROSS e ISA, na fase de 20 a 40 dias, portanto, muito próxima da menor relação utilizada neste experimento (60%).

Tabela 6 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Relação Ter:Lis (%)	Níveis de Tre dig. (%)	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar
60	0,637	2,271	1,199	1,91
64	0,680	2,288	1,196	1,91
68	0,722	2,261	1,197	1,89
72	0,765	2,252	1,192	1,89
76	0,807	2,244	1,171	1,91
CV (%)		2,22	2,95	2,01
Regressão		NS	NS	NS

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

As médias de rendimento de carcaça e o peso absoluto dos cortes nobres (peito, filé de peito e perna) encontram-se na Tabela 7, enquanto as estimativas nutricionais de exigência, levando em consideração as equações ajustadas por meio do modelo de regressão, na Tabela 8.

Tabela 7 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Relação Tre:Lis (%)	Níveis de Tre dig. (%)	Peso vivo das aves (kg)	Rendimento de carcaça (%)	Peso absoluto do peito (g)	Peso absoluto do filé (g)	Peso absoluto da perna (g)
60	0,637	2,112	65	465	339	397
64	0,680	2,125	66	483	353	417
68	0,722	2118	65	482	353	408
72	0,765	2118	65	473	342	412
76	0,807	2,099	65	468	339	420
CV (%)		2,36	1,78	4,05	4,22	3,37
Regressão			NS	NS	Q*	L*

*Q – efeito quadrático (P<0,05).

*L – efeito linear (P<0,05).

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Estimativas das exigências de treonina e respectivas equações ajustadas e coeficientes de determinação para rendimento de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do filé e peso absoluto da perna, para fase de 24-38 dias de idade

Variáveis	Equação	Exigência estimada %	r ²
Rend. de carcaça	= 65,2	-	-
Peso absoluto do peito	= 474,2	-	-
Peso absoluto do filé ⁺	= -662,5+2843,9285*X-1994,0476*X ²	0,713	0,72
Peso absoluto da perna	=341,6666+96,25X	0,807	0,47

⁺ Efeito quadrático (P=0,054)

Não foi observado efeito significativo dos níveis de treonina sobre o rendimento de carcaça e peso absoluto do peito. Entretanto, o peso absoluto do filé de peito respondeu de forma quadrática e o peso absoluto da perna, de forma linearmente, com o aumento do nível de treonina digestível. O nível de exigência de treonina digestível para peso absoluto do filé foi de 0,713%, correspondente a uma relação de treonina:lisina digestível de 67%.

Leclercq (1998) recomenda valores de 0,61% de treonina digestível para ganho de peso, utilizando o modelo descontínuo, e Webel et al. (1996), valores de treonina total de 0,61% para ganho de peso. O menor nível de treonina digestível utilizado neste experimento foi superior aos valores recomendados por Rostagno et al. (2000), Leclercq (1998) e Webel (1996).

O NRC recomenda 0,74% de treonina total em dietas com 3.200 kcal/kg para aves de 3 a 6 semanas de idade, portanto, a dieta com menor nível de treonina utilizada neste experimento atendia às exigências do NRC (1994). A dieta com menor nível de treonina apresentou 0,73% de treonina total calculada e 3.150 kcal/kg de energia metabolizável, indicando que, em termos percentuais, a dieta experimental atendia exatamente as exigências do NRC (1994) (0,231% de treonina para cada 1000 calorias).

Na Tabela 9, encontram-se as médias para as características de desempenho, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar na fase de 44 a 56 dias de idade e na Tabela 10, as médias para o rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres.

Não se observou efeito do nível de treonina da ração sobre qualquer variável avaliada, sugerindo que o nível de 0,565% de treonina digestível (0,650% de treonina total), correspondente à relação treonina:lisina digestível de 60%, pode ser suficiente para maximizar o desempenho.

A relação que atendeu as exigências neste experimento (60%) foi inferior à de 68% recomendada por Emmert & Baker (1997) e superior à de 57% recomendada por Rostagno et al. (2000) para a fase de 43 a 49 dias de idade, portanto, mais trabalhos são necessários para confirmar estes achados.

Tabela 9 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Relação Tre:Lis (%)	Níveis Tre. dig. (%)	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar (kg/kg)
60	0,565	2,635	1,064	2,48
64	0,602	2,670	1,077	2,48
68	0,640	2,650	1,071	2,47
72	0,678	2,660	1,067	2,49
76	0,715	2,650	1,064	2,49
CV (%)		3,28	4,35	3,17
Regressão		NS	NS	NS

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de treonina digestível (Tre. Dig.) da ração

Relação Tre:Lis (%)	Níveis de Tre dig. (%)	Peso vivo das aves (kg)	Rendimento de carcaça (%)	Peso absoluto do peito (g)	Peso absoluto do filé (g)	Peso absoluto da perna (g)
60	0,565	3,749	68	869	668	814
64	0,602	3,748	68	879	680	807
68	0,640	3,735	69	870	662	823
72	0,678	3,701	69	865	657	819
76	0,715	3,725	69	870	667	831
CV (%)		1,61	1,44	3,35	3,78	3,71
Regressão			NS	NS	NS	NS

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Vários autores na literatura recomendam níveis de treonina total para a fase de 42 a 56 dias próximos ao menor nível utilizado neste experimento (0,65%). Rostagno et al. (2000) recomendam 0,64% de treonina total para uma dieta de 3.2 kcal/kg de energia metabolizável; o NRC (1994), 0,68%; Webel et al. (1996), 0,60%; Kidd et al. (1999), 0,67%; e Dozier III et al. (2000), 0,68%, todos com base na treonina total.

Os resultados encontrados neste experimento para as características de desempenho discordam dos obtidos por Dozier III et al. (2001), que, utilizando frangos de corte machos da linhagem Ross, na fase de 42 a 56 dias de idade, e níveis crescentes de treonina total (0,52; 0,63; e 0,74%), observaram resposta linear no ganho de peso e na conversão alimentar.

Vários outros fatores talvez tenham contribuído para a ausência de efeito nas características de desempenho nas fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias, dentre os quais podem ser citados os diferentes níveis de ácido glutâmico, os elevados níveis de glicina + serina, a correção do balanço eletrolítico utilizado e, principalmente, as condições ambientais (frio) em que foram conduzidos os experimentos.

De acordo com o Manual da Avian Farm (1998), o consumo de ração para frangos machos na fase de 24 a 38 dias de idade é de 2,099 kg, portanto, inferior ao consumo de ração médio de 2,263 kg observado neste experimento. Analisando-se os resultados de consumo de ração deste experimento, observa-se que as dietas com menor nível de treonina digestível apresentaram maior consumo de ração.

A temperatura média registrada nas fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, neste experimento, foi de 18,7 e 20,7°C, respectivamente, nas condições de frio.

Nas condições de frio, o consumo de ração aumenta e, por conseguinte, o consumo de treonina em gramas também eleva-se, o que resulta em níveis inferiores de exigência em porcentagem da dieta. Deve-se ressaltar que o valor de exigência de lisina (%) também pode diminuir nas condições de frio,

consequência do aumento do consumo em gramas. Portanto, a exigência de aminoácidos, em porcentagem da dieta, depende do consumo de ração.

Neste experimento, a adição de treonina à dieta basal foi realizada em substituição ao ácido glutâmico, o que talvez tenha influenciado a resposta. O objetivo desta metodologia foi manter todos os tratamentos com o mesmo nível de proteína bruta e eliminar qualquer efeito relacionado a diferenças na concentração de proteína bruta. Portanto, as dietas com menores níveis de treonina possuíam maiores níveis de ácido glutâmico e as dietas com elevados níveis de treonina, baixos níveis de ácido glutâmico. Segundo Moram et al. (1994), a adição de ácido glutâmico na dieta com níveis de proteína dentro das exigências resulta em melhora no ganho de peso e na conversão alimentar.

Na Tabela 11 está apresentado um resumo dos valores de exigências de arginina digestível e total encontrados para as características de desempenho nas diferentes fases de criação.

Tabela 11 - Valores de exigências de treonina digestível (Total)* em % da dieta para as diferentes idades

Idade em dias	Níveis de nutrientes da dieta calculados (%)		Exigência de treonina (%)	
	Proteína bruta	Lisina digestível	Ganho de peso	Conversão alimentar
1 – 20	21,9	1,16	0,777 ¹ (0,890)	-
24 – 38	19,9	1,06	0,637 ² (0,731)	0,637 ² (0,731)
44 – 56	17,9	0,94	0,565 ² (0,650)	0,565 ² (0,650)

¹ Valor de exigências estimado pelo modelo descontínuo.

² Valor de exigência estimado pela melhor resposta zootécnica ou biológica.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

A presente pesquisa foi conduzida no Setor de Avicultura e Laboratório de Nutrição Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram realizados três experimentos de desempenho nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, com os objetivos de determinar a exigência de treonina digestível e calcular a relação treonina:lisina digestível. Os três experimentos foram conduzidos utilizando frangos, machos, *Avian Farm*, em delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de treonina ou cinco relações treonina:lisina, seis repetições e 20 aves por boxe nas fases de 1 a 20 e 24 a 38 dias de idade e 16 aves por boxe na fase de 44 a 56 dias de idade. Os níveis de treonina digestível utilizados nas diferentes fases foram: 1 a 20 dias de idade, 0,684 a 0,870% (incremento de 0,047%); 24 a 38 dias de idade, 0,637 a 0,807% (incremento de 0,043%); e 44 a 56 dias de idade, 0,565 a 0,715% (incremento de 0,037%). No final de cada experimento, as aves e dietas foram pesadas para o estudo das características de desempenho. Nas fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, duas aves com peso médio das aves do boxe foram selecionadas para estudo do rendimento de carcaça e dos cortes nobres. Concluiu-se que o valor de exigência de treonina digestível de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 foi de 0,777 (0,890% total), 0,637 (0,731% total) e 0,565% (0,650% total) respectivamente, o que corresponde a uma relação treonina:lisina digestível de 67, 60 e 60%.

CAPÍTULO 3

EXIGÊNCIA DE ARGININA PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS NAS FASES DE 1 A 20, 24 A 38 E 44 A 56 DIAS DE IDADE

1. INTRODUÇÃO

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de determinar as exigências de arginina, quinto aminoácido limitante nas dietas de frangos de corte após metionina + cistina, lisina, treonina e isoleucina.

O NRC (1994) recomenda valores de exigências de arginina total para frangos de corte nas fases de 1 a 20, 22 a 42 e 43 a 56 dias de idade de 1,25; 1,10; e 1,00%, respectivamente, em dietas com 3.200 kcal de energia metabolizável.

Rostagno et al. (2000) recomendam valores de exigência de arginina total de 1,37 (1,28% digestível), 1,25 (1,16% digestível) e 1,10% (1,02 digestível) para as fases de 1 a 21, 22 a 42 e 43 a 56 dias de idade, respectivamente.

A relação arginina:lisina utilizada neste estudo basearam-se nos trabalhos de Han & Baker (1994), Rostagno et al. (2000) e Mack et al. (1999), Han & Baker (1994) e Rostagno et al. (2000), que recomendam uma relação arginina:lisina digestível de 105%, para a fase de 1 a 21 dias de idade. Mack et

al. (1999) recomenda uma relação arginina:lisina de 112% para a fase de 20 a 40 dias.

Neste trabalho, objetivou-se determinar as exigências de arginina digestível para frangos de corte machos, *Avian Farm*, nas diferentes fases de criação, e calcular as respectivas relações arginina:lisina digestível.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi conduzida na Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, utilizando frangos de corte da linhagem Aviam Farm.

Os experimentos, em número de três, foram conduzidos no período de 20/05/2001 a 15/07/2002, em um galpão de alvenaria, com pé direito de 3,0 metros de altura, cobertura com telhas de cimento amianto provido de lanternim, mureta com laterais de 0,50 m, tela de ½". Foram utilizados boxes de 1,25 x 1,80 m (2,25 m²) com piso de cimento. No piso de cada boxe foi colocada maravalha como cama (altura de 10 cm).

As variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, durante os diferentes períodos experimentais, foram medidas com termômetros de máxima e mínima, termômetro de bulbo seco e úmido e termômetro de globo negro. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, durante todo o período experimental, cinco vezes ao dia (7, 10, 13, 16 e 19 h).

Durante os períodos experimentais, foi adotado o programa de luz contínuo (luz natural + artificial). Para aquecimento dos pintos, do 1^o ao 15^o dia, foram utilizadas lâmpadas de infravermelho de 250W/boxe, com altura regulável.

Os aminoácidos sintéticos HCl-lisina (99%), DL-metionina (99%), L-treonina (98,5%) e L-arginina (99%) foram suplementados em quantidades necessárias para atender o padrão de perfil de aminoácido recomendado pela

literatura. A digestibilidade de cada aminoácido foi de 97,91; 98,9; 92,4; e 95%, respectivamente (Rostagno et al., 2000).

Carbonato de potássio foi adicionado às dietas experimentais nas diferentes fases, com o objetivo de manter o equilíbrio eletrolítico próximo do valor recomendado por Mongin (1981), de acordo com a seguinte fórmula: equilíbrio eletrolítico da dieta = $(\%Na^+ \times 100/22,990^*) + (\%K^+ \times 100/39,102^*) - (\%Cl^- \times 100/35,453^*)$. * Equivalente grama do Na^+ , K^+ ou Cl^- , respectivamente.

No primeiro experimento (1 a 20 dias de idade), utilizaram-se 600 pintos de corte, machos, com um dia de idade e peso médio de 45 g.

A umidade relativa do ar média observada durante o período de 1 a 20 dias foi de $73 \pm 7,8\%$; o ITGU, de 72 ± 3 ; e a temperatura, de $23^\circ C$, sendo a média das mínimas de $19^\circ C$ e a média da máxima de $27^\circ C$.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado totalizando cinco tratamentos, com seis repetições e 20 aves por unidade experimental.

A dieta basal deficiente em arginina (Tabela 1) foi formulada para atender as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para a relação dos aminoácidos metionina+cisteína, treonina, triptofano, arginina e glicina. A lisina digestível foi escolhida como padrão (100%) e o nível nas dietas experimentais foi de 1,160% (Rostagno et al., 2000). O perfil de aminoácidos ideal utilizado foi de 71% para metionina + cistina (Rostagno et al., 2000); 67% treonina (Han & Baker, 1994); 105% arginina (Han & Baker 1994); 19% triptofano (Valor 5% superior ao recomendado por Baker & Han, 1994) e 170% glicina+serina total/lisina digestível (Schutte et al., 1997).

A dieta basal deficiente em arginina, com relação arginina:lisina digestível de 95%, recebeu suplementação de L-arginina (99%), para se obterem perfis de 100, 105 (nível recomendado por Rostagno et al., 2000), 110 e 115%, correspondentes a níveis de arginina digestível de 1,10; 1,218; 1,276; 1,334; e 1,392% por kg da dieta e níveis de arginina total de 1,180; 1,241; 1,302; 1,363 e 1,424% por kg de dieta.

Tabela 1 - Composição percentual da ração basal para a fase de 1 a 20 dias

Ingrediente	%
Milho, grão moído	33,677
Farelo de soja (45%)	20,839
Sorgo baixo tanino	20,350
Farelo de glúten de milho (60%)	9,435
Farelo de trigo	7,693
Óleo de soja	2,826
Fosfato bicálcico	1,799
Calcário	1,106
Sal comun	0,485
L-lisina HCL (98%)	0,524
DL-metionina (99%)	0,181
L-treonina (98,5%)	0,102
Ac. glutâmico	0,370
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃)	0,300
Suplemento mineral ¹	0,050
Suplemento vitamínico ²	0,100
Antioxidante ³	0,055
Virginiamicina ⁴	0,003
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010
Cloreto de colina (60%)	0,100
Total	100,00
Composição	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3050
Proteína bruta	21,90
Lisina digestível*	1,160
Lisina total	1,260
Metionina + cistina digestível	0,824
Metionina + cistina total	0,910
Treonina digestível	0,777
Treonina total	0,890
Arginina digestível	1,100
Arginina total	1,180
Glicina + Serina total	1,909
Triptófano	0,194
Triptofano total	0,220
Cálcio	0,970
Fósforo disponível	0,455
Cloro	0,498
Sódio	0,225
Potássio	0,804
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	177

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₃, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. fólico, 1,0 g; Ác. nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

* Perfil de AA digestível, expreso em função da lisina. Lis (100); Met+Cis (71), Tre (67), Arg (100), Trip (17), Gli+Ser total/lisina digestível 164%.

As suplementações com L-arginina foram feitas em substituição ao ácido glutâmico, mantendo as dietas isoenergéticas (3.050 kcal de energia metabolizável) e ligeiramente isonitrogênicas (21,9% de proteína bruta), uma vez que a arginina fornece três vezes mais N que o ácido glutâmico e a substituição foi peso/peso, e não pelo aporte de N.

As dietas basais receberam adição de carbonato de potássio para manter um equilíbrio eletrolítico da dieta em 177 meq/kg de ração.

Nos cinco primeiros dias do experimento, foram utilizados bebedouros de pressão e comedouros tipo bandeja, os quais foram substituídos por bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e ração *ad libitum*.

Aos 20 dias de idade, as aves e as sobras de ração de cada boxe foram pesadas para avaliação do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar.

No segundo experimento, 24 a 38 dias de idade, foram utilizados 600 frangos de corte, machos, com 24 dias de idade e peso médio de 930 gramas.

A umidade relativa do ar média observada durante o período (24^o a 38^o dia) do experimento foi de 72±5,8%; o ITGU, de 69±2; e a temperatura, de 20,7°C, sendo a média das mínimas de 15,5°C e a média da máxima de 26°C.

Estas aves receberam ração comercial, durante a fase inicial (1 a 24 dias), à base de milho e farelo de soja, formulada para atender as exigências nutricionais das aves em proteína, energia, cálcio e fósforo, segundo Rostagno et al. (2000).

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado na fase de 1 a 20 dias de idade. A dieta basal (Tabela 2) deficiente em arginina, com relação arginina:lisina digestível de 102%, foi suplementada com L-arginina (99%), em substituição do ácido glutâmico, para se obterem perfis de 107, 112 (nível recomendado Mack et al. 1999), 117 e 122%, correspondentes a níveis de arginina digestível nas dietas de 1,083; 1,136; 1,189; 1,243; e 1,296% por 100 kg de dieta e níveis de arginina total de 1,155; 1,211; 1,267; 1,323; e 1,379 por kg de dieta, respectivamente.

As dietas experimentais foram formuladas para atender as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos. O nível de lisina digestível utilizado em todas as dietas experimentais foi de 1,062%, considerado como padrão (100%). O nível de energia das dietas foi de 3.150 kcal de EM e 19,85% de PB. O perfil de aminoácidos utilizado foi de 75% para metionina + cistina (Mack et al., 1999), 68% para treonina (Emmert & Baker, 1997), 19% triptofano (Mack et al. 1999) e 170% Glicina+Serina total/lisina digestível. Todas as dietas utilizadas, para os diferentes tratamentos, foram isonitrogênicas e isoprotéicas. O equilíbrio eletrolítico utilizado foi de 168 mEq/kg de dieta. Nesta fase, foram utilizados bebedouros pendulares e comedouros tubulares. As aves receberam água e ração *ad libitum*.

No final do experimento (38 dias de idade), as aves e as sobras de ração de cada boxe foram pesadas para avaliação do consumo de ração, do ganho de peso e da conversão alimentar. No mesmo dia, duas aves com peso médio das aves de cada boxe foram selecionadas para determinação do rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres (peito, filé de peito e perna).

Tabela 2 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 24 a 38 dias

Ingrediente	%
Milho, grão moído	64,629
Farelo de soja (45%)	23,430
Farelo de glúten de milho (60%)	4,789
Óleo de Soja	2,505
Fosfato Bicálcico	1,655
Calcário	0,998
Sal comum	0,413
L-lisina HCL (98%)	0,381
DL-metionina (99%)	0,219
L-treonina (98,5%)	0,093
L-arginina (99%)	0,023
L-Glicina	0,039
L-triptofano	0,018
Ácido glutâmico	0,300
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃)	0,190
Suplemento mineral ¹	0,050
Suplemento vitamínico ²	0,100
Antioxidante ³	0,055
Virginiamicina ⁴	0,003
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010
Cloreto de colina (60%)	0,100
Total	100,00
Composição	
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.150
Proteína bruta	19,85
Lisina digestível	1,062
Lisina total	1,158
Metionina + Cistina digestível	0,797
Metionina + Cistina total	0,875
Treonina digestível	0,722
Treonina total	0,824
Arginina digestível	1,083
Arginina total	1,155
Glicina + Serina total	1,806
Triptofano digestível	0,202
Triptofano total	0,222
Cálcio	0,890
Fósforo disponível	0,410
Cloro	0,384
Sódio	0,200
Potássio	0,740
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	168

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₆, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. fólico, 1,0 g; Ác. nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

* Relação dos aminoácidos digestível/lisina digestível. Lis 100% (Padrão); Met+Cis (75), Tre (68), Arg (102), Trip 19 %, Gli+Ser total/lisina digestível 170%.

No terceiro experimento (44 a 56 dias de idade), utilizaram-se 480 frangos de corte, machos, com 44 dias de idade e peso médio de 2661 gramas.

A umidade relativa do ar média observada no período de 44 a 56 dias de idade foi de $70\pm 5\%$; o ITGU, de 67 ± 2 ; e a temperatura, de $18,7^{\circ}\text{C}$, sendo a média das mínimas de 13°C e a média da máxima de $24,5^{\circ}\text{C}$.

As aves utilizadas nesta fase receberam duas rações, uma na fase inicial (1 a 24 dias de idade) e outra na fase de crescimento (24 a 44 dias dias de idade). Ambas as rações eram à base de milho e farelo de soja, formulada para atender as exigências nutricionais das aves em proteína, energia, cálcio e fósforo, segundo Rostagno et al. (2000).

O delineamento experimental foi semelhante ao utilizado nos experimentos anteriores (1 a 21) e (24 a 38 dias de idade), contudo, nesta fase, foram utilizadas 16 aves por boxe. A dieta basal (Tabela 3) deficiente em arginina, com relação arginina:lisina de 102%, foi suplementada com L-arginina (99%), em substituição ao ácido glutâmico, para se obterem perfis de 107, 112, 117 e 122%, correspondentes a níveis de arginina digestíveis nas dietas de 0,960; 1,007; 1,054; 1,101; e 1,148% por kg de dieta e níveis de arginina total de 1,026; 1,077; 1,128; 1,179; e 1,230% por kg de dieta.

A dieta basal com 17,85% de proteína bruta e 3.200 kcal de energia metabolizável foram formuladas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2000), exceto para o perfil de aminoácidos. O perfil de aminoácidos adotado nesta fase foi o mesmo utilizado na fase de 24 a 38 dias. O nível de lisina digestível utilizado em todas as dietas experimental foi de 0,941%, considerado como padrão (100%). Todas as dietas utilizadas para os diferentes tratamentos eram isonitrogênicas e isoprotéicas. O equilíbrio eletrolítico utilizado foi de 170 mEq/kg de dieta. Nesta fase, foram utilizadas as mesmas metodologia e características de avaliação adotadas no período de 24 a 38 dias de idade.

Tabela 3 - Composição percentual da dieta basal para a fase de 44 a 56 dias

Ingrediente	%
Milho, grão moído	70,840
Farelo de soja (45%)	17,373
Farelo de glúten de milho (60%)	5,057
Óleo de soja	2,141
Fosfato bicálcico	1,472
Calcário	0,927
Sal comum	0,399
L-lisina HCL (98%)	0,403
DL-metionina (99%)	0,168
L-treonina (99%)	0,083
L-arginina (99%)	0,066
L-glisima	0,042
L-triptófano	0,028
Ácido glutâmico	0,300
Carbonato de potássio (K ₂ CO ₃)	0,383
Suplemento mineral ¹	0,050
Suplemento vitamínico ²	0,100
Antioxidante ³	0,055
Virginiamicina ⁴	0,003
Antioxidante ⁵ (BHT)	0,010
Cloreto de colina (60%)	0,100
Total⁹	100,00
Composição	
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.200
Proteína bruta	17,85
Lisina digestível	0,941
Lisina total	1,025
Metionina+Cistina digestível	0,706
Metionina+Cistina total	0,777
Treonina digestível	0,640
Treonina total	0,733
Arginina digestível	0,960
Arginina total	1,026
Glicina + Serina total	1,600
Triptofano digestível	0,179
Triptofano total	0,198
Cálcio	0,800
Fósforo disponível	0,370
Cloro	0,380
Sódio	0,192
Potássio	0,757
Equilíbrio eletrolítico (mEq/kg)	170

¹ Premix mineral contendo: Ferro, 100,0 g; Cobalto, 2,0 g; Cobre, 20,0 g; Manganês, 160 g; Zinco 100 g; Iodo, 2,0 g; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

² Premix vitamínico contendo: Vit. A, 10.000.000 U.I; Vit. D₃, 2.000.000 U.I; Vit. E, 30.000 U.I; Vit. B₁, 2,0 g; Vit. B₂, 6,0 g; Vit. B₆, 4,0 g; Vit. B₁₂, 0,015 g; Ác. pantotênico, 12,0 g; Biotina, 0,1 g; Vit. K₃, 3,0 g; Ác. fólico, 1,0 g; Ác. nicotínico, 50,0 g; Selênio, 250,0 mg; e Excipiente q.s.p., 1000 g.

³ Coxistac 6%.

⁴ Stafac 50%.

⁵ Butil hidroxi tolueno 99%.

* Perfil de AA digestível, expresso em relação à lisina. Lisina (100), Met+Cis (75), Tre (68), Arg (102), Trip (19), Gli+Ser total/lisina digestível (170).

Na Tabela 4 está apresentado o resumo dos níveis calculados de proteína bruta, lisina digestível e arginina digestível utilizados nos três ensaios.

Tabela 4 - Níveis nutricionais para as diferentes fases de criação¹

Experimento (Idade em dias)	Proteína bruta calculada (%)	Lisina dig. (%)	Arginina dig. (%)	Incremento de L-arginina (%)
1 – 20	21,9	1,16	1,100-1,340	0,061
24 – 38	19,9	1,06	1,083-1,296	0,053
44 – 56	17,9	0,94	0,960-1,148	0,047

¹ Cinco níveis de treonina digestível (dig.) com igual incremento foram utilizados em cada fase.

Os resultados obtidos das características estudadas foram submetidos às análises de variância e regressão (linear, quadrática e descontínuo) para determinação das exigências.

Os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste F, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. O coeficiente de determinação foi calculado dividindo a Soma de Quadrado da regressão pela Soma de Quadrado do tratamento.

O programa estatístico utilizado foi o SAS (1996).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e coeficiente de variação (CV) para a fase de 1 a 20 dias de idade, de acordo com os níveis de arginina na ração e relação arginina:lisina digestível, são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de pintos de corte no período de 1 a 20 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração

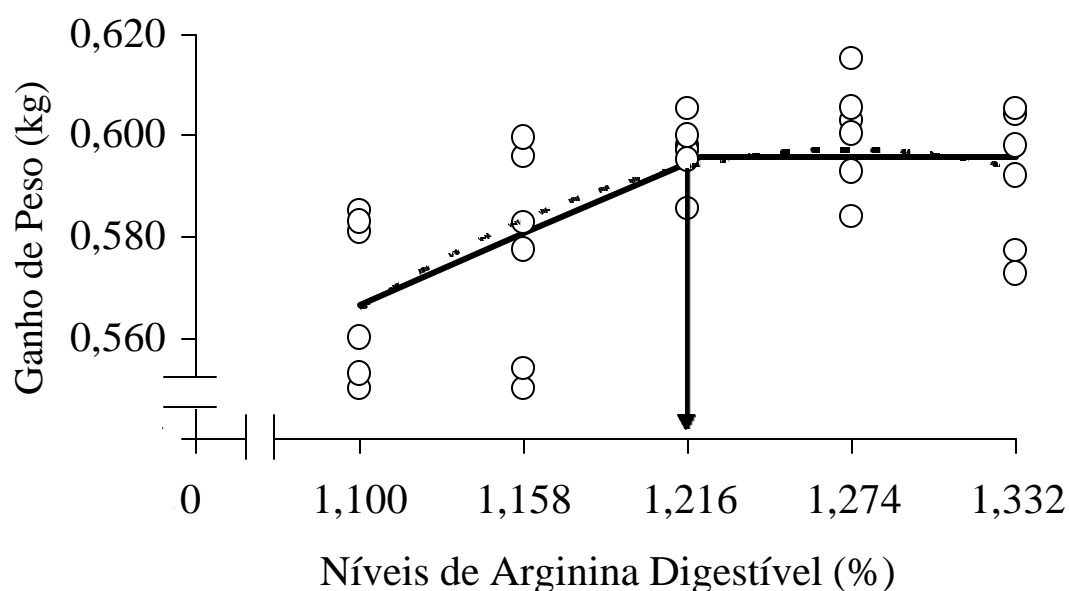
Relação Arg:Lis (%)	Níveis Arg dig. (%)	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar
95	1,100	936	568	1,64
100	1,158	923	576	1,60
105	1,216	939	597	1,57
110	1,274	931	600	1,55
115	1,332	929	592	1,57
CV (%)		2,56	2,45	1,92
Regressão		NS	Q**	Q**

Q** - efeito quadrático (P<0,01).

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Não houve efeito sobre o consumo de ração, todavia, o ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram resposta quadrática significativa.

A Figura 1 ilustra os valores de exigências encontrados pelos modelos quadrático e descontínuo para o ganho de peso. Utilizando o modelo quadrático, observou-se um valor de exigência de 1,27% de arginina digestível e com o modelo descontínuo, de 1,22%.



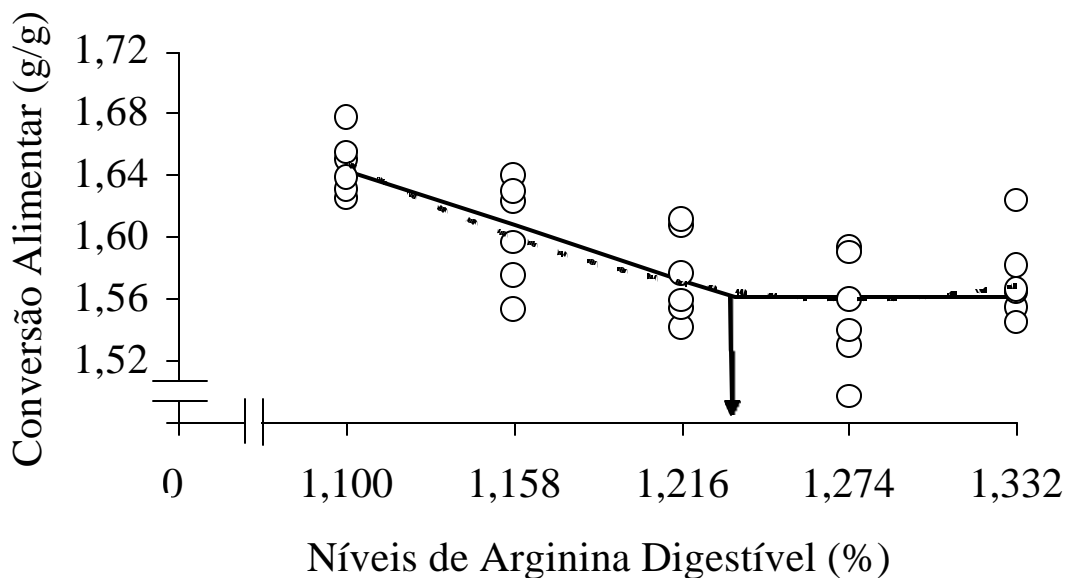
○ Representa o valor observado de cada repetição.

--- Modelo Quadrático: Nível para Resposta Máxima = 1,27%
 $= - 1,1102 + 2,6837 * X - 1,0545 * X^2$ ($r^2: 0,89$)

— Modelo descontínuo : Exigência = 1,22%
 $= 0,5958 - 0,2414 * (1,2205 - X) * i$ ($r^2: 0,92$)
 Se $X < \text{exigência}$ $i = 1$ do contrário $= 0$

Figura 1 - Efeito dos níveis de arginina digestível sobre o ganho de peso em frangos de corte Aviam Farm, no período de 1 a 20 dias de idade.

A Figura 2 ilustra os valores de exigências encontrados pelos modelos quadrático e descontínuo para conversão alimentar. Utilizando o modelo quadrático, observou-se um valor de exigência de 1,28% de arginina digestível e com o modelo descontínuo, de 1,23%. Deve-se ressaltar que o valor de exigência de arginina total encontrado pelo modelo descontínuo foi de 1,31 e 1,32%, respectivamente, para ganho de peso e conversão alimentar.



○ Representa o valor observado de cada repetição.

--- Modelo Quadrático: Exigência = 1,28%
 $= 6,0782 - 7,063**X + 2,7603**X^2$ ($r^2: 0,98$)

— Modelo descontínuo: Exigência = 1,23%
 $= 1,5608 + 0,6178 * (1,234 - X) * i$ ($r^2: 0,96$)
 Se $X < \text{exigência}$ $i = 1$ do contrário $= 0$

Figura 2 - Efeito dos níveis de arginina digestível sobre a conversão alimentar em frangos de corte Aviam Farm, no período de 1 a 20 dias de idade.

Observa-se que os valores de exigência de arginina digestível encontrados para ganho de peso (1,22%) e conversão alimentar (1,23%), pelo modelo descontínuo, foram ligeiramente semelhantes. Este valor de exigência corresponde a uma relação arginina:lisina digestível de 105%, portanto, semelhante à relação arginina:lisina digestível de 105% recomendada por Han & Baker (1994) e Rostagno et al. (2000).

Labadan et al. (2001), em experimentos realizados com frangos de corte (machos Ross x fêmeas Avian), encontraram valores de exigência de arginina total para as duas primeiras semanas de vida de 1,24 e 1,28%, respectivamente, para ganho de peso e conversão alimentar, portanto, inferiores aos valores de exigência de treonina total de 1,31%, encontrados neste experimento, para ganho de peso e 1,32% para conversão alimentar, utilizando o mesmo modelo.

Chamrupollert et al. (2001) encontraram valores de exigência de arginina total de 1,26% para ganho de peso e 1,27% para conversão alimentar, utilizando pintos de corte Ross na fase de 1 a 21 dias de idade, criados em condições de temperaturas de 25°C, porém, a 35°C, os valores de exigência foram de 1,15% para ganho de peso e 1,13% para conversão alimentar. Os valores encontrados a 25°C foram semelhantes aos de arginina total encontrados neste experimento, utilizando o mesmo modelo estatístico. Deve-se ressaltar que a temperatura média utilizada neste experimento foi de 23°C.

As médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, para a fase de 24 a 38 dias de idade, são apresentadas na Tabela 6 e as médias de rendimento de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do filé e peso absoluto da perna (coxa e sobrecoxa), na Tabela 7.

Não se observou efeito do nível de arginina sobre qualquer característica avaliada, sugerindo que o nível de 1,083% de arginina digestível (1,155% de treonina 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. Deve-se ressaltar que, zootecnicamente, o menor nível de arginina digestível (1,083%)

apresentou o pior resultado de conversão alimentar, peso absoluto do filé e peso absoluto da perna.

Tabela 6 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração

Relação Arg:Lis (%)	Níveis de Arg dig. (%)	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar
102	1,083	2,255	1,171	1,93
107	1,136	2,256	1,179	1,91
112	1,189	2,251	1,180	1,90
117	1,243	2,266	1,185	1,91
122	1,296	2,270	1,200	1,89
CV (%)		1,80	2,34	2,02
Regressão		NS	NS	NS

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 24 a 38 dias de idade de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração

Relação Arg:Lis (%)	Nível de Arg dig. (%)	Peso vivo das aves (kg)	Rendimento de carcaça (%)	Peso absoluto do peito (g)	Peso absoluto do filé (g)	Peso absoluto da perna (g)
102	1,083	2,087	65,3	469	330	403
107	1,136	2,116	64,9	468	344	422
112	1,189	2,102	66,2	477	347	422
117	1,243	2,102	65,7	477	347	420
122	1,296	2,146	65,7	476	348	424
CV (%)		1,65	1,72	3,88	4,69	4,05
Regressão			NS	NS	NS	NS

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de desempenho verificados durante esse período estão de acordo com 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 arginina:lisina variando de 95 a 132,5% e níveis de lisina digestível de 1,05%.

A relação arginina:lisina digestível de 102% obtida neste experimento discorda da relação de 112 e 108% recomendada por Mack et al. (1999) e Rosatgno et al. (2000), respectivamente.

A dieta com o menor nível de arginina digestível (1,083%) apresentou concentração de arginina total calculada de 1,16%, portanto, superior ao nível de arginina total (1,10%) recomendado pelo NRC (1994), para a fase de 3 a 6 semanas de idade em dietas com 3.200 kcal/kg de energia metabolizável e 1,00% de lisina total. Rostagno et al (2000) recomendam 1,23% de treonina total para dietas com 3.150 kcal/kg de energia metabolizável e 1,17% de lisina total.

Labadan et al. (2001), em trabalhos realizados com frangos de corte, encontraram valores de exigência de arginina total para a fase de 3 a 6 semanas de idade, utilizando o modelo descontínuo, de 0,92% para ganho de peso, 0,97% para produção de peito e 0,95% para conversão alimentar, portanto, inferior ao menor nível de arginina total utilizado neste experimento.

A consistência na ausência de resultados tanto nas características de desempenho como no peso absoluto dos cortes mostram que os menores níveis de arginina utilizados nesta fase estavam dentro das exigências, o que impossibilitou o cálculo do valor de exigência.

As médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, para a fase de 44 a 56 dias de idade, são apresentadas na Tabela 8, enquanto as médias de rendimento de carcaça, peso absoluto do peito, peso absoluto do filé e peso absoluto da perna, na Tabela 9.

Não se observou efeito do nível de arginina sobre qualquer característica avaliada, sugerindo que o nível de 0,960% de arginina digestível (1,026% de treonina total), correspondente à relação arginina:lisina digestível de 102%, pode ser suficiente para maximizar o desempenho e a produção de cortes nobres.

Deve-se ressaltar que, zootecnicamente, a dieta com o maior nível de arginina digestível apresentou o pior resultado para ganho de peso e conversão alimentar. É provável que o elevado nível de arginina tenha proporcionado este resultado, uma vez que o excesso de aminoácido leva a aumento no gasto de energia utilizada para a sua biotransformação e eliminação.

A relação arginina:lisina digestível de 102% obtida neste experimento discorda da relação de 109% recomendada por Rostagno et al. (2000).

Tabela 8 - Médias de consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração

Relação Arg:Lis (%)	Níveis Arg (%)	Consumo de ração (kg)	Ganho de peso (kg)	Conversão alimentar (kg/kg)
102	0,960	2,632	1,076	2,45
107	1,007	2,650	1,077	2,46
112	1,054	2,653	1,078	2,46
117	1,101	2,639	1,080	2,45
122	1,148	2,649	1,052	2,51
CV (%)		3,28	3,78	2,77
Regressão		NS	NS	NS

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

A dieta com menor nível de arginina digestível apresentou 1,026% de arginina total, portanto, superior ao valor recomendado pelo NRC (1994) de 1,00% para dieta com 3.200 kcal/kg de energia metabolizável e nível de lisina total de 0,85%.

A ausência de efeitos nas características de desempenho, nas fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, talvez tenha sido resultado do aumento no consumo de ração, uma vez que os experimentos foram conduzidos em condições de baixas temperaturas. De acordo com o Manual da Avian Farm (1998), o consumo de ração para frangos machos na fase de 24 a 38 dias de idade é de 2,099 kg,

portanto, inferior ao consumo de ração médio de 2,260 kg observado neste experimento. Nas condições de frio, o consumo de ração aumenta, portanto, o consumo de arginina em gramas também aumenta, o que resulta em níveis de exigência (% da dieta) inferiores.

Tabela 9 - Médias de rendimento de carcaça e peso absoluto dos cortes nobres de frangos de corte no período de 44 a 56 dias de idade, de acordo com o nível de arginina digestível (Arg. Dig.) da ração

Relação Arg:Lis (%)	Níveis de Tre dig. (%)	Peso vivo das aves (kg)	Rendimento de carcaça (%)	Peso absoluto do peito (g)	Peso absoluto do filé (g)	Peso absoluto da perna (g)
102	0,960	3,748	68,0	870	657	789
107	1,007	3,745	68,7	873	667	802
112	1,054	3,743	68,3	877	665	810
117	1,101	3,739	68,3	875	667	798
122	1,148	3713	68,9	872	654	802
CV (%)		1,55	2,50	3,61	5,34	5,92
Regressão			NS	NS	NS	NS

NS: F não-significativo em nível de 5% de probabilidade.

Consta na Tabela 10 um resumo dos valores de exigências de arginina digestível encontrados para as características de desempenho nas diferentes fases de criação.

Tabela 10 - Valores de exigências de arginina digestível (Total)* em % da dieta para as diferentes idades

Idade em dias	Níveis de nutrientes da dieta calculados (%)		Exigência de arginina (%)	
	Proteína bruta	Lisina digestível	Ganho de peso	Conversão alimentar
1 – 20	21,9	1,16	1,22 ¹ (1,31)	1,23 ¹ (1,32)
24 – 38	19,9	1,06	1,083 ² (1,155)	1,083 ² (1,155)
44 – 56	17,9	0,94	0,960 ² (1,026)	0,960 ² (1,026)

¹ Valor de exigências estimado pelo modelo descontínuo.

² Valor de exigência estimado pela melhor resposta zootécnica ou biológica.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Esta pesquisa foi conduzida no Setor de Avicultura e Laboratório de Nutrição Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Foram realizados três experimentos de desempenho nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, com os objetivos de determinar a exigência de arginina digestível e calcular a relação arginina:lisina digestível. Os três experimentos foram conduzidos utilizando frangos, machos, *Avian Farm*, em delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de arginina, seis repetições e 20 aves por boxe nas fases 1 a 20 e 24 a 38 dias de idade e 16 aves por boxe na fase de 44 a 56. Os níveis de arginina digestível utilizados nas diferentes fases foram: 1 a 20 dias de idade, 1,100 a 1,340% (incremento de 0,0615); 24 a 38 dias de idade, 1,083 a 1,296% (incremento de 0,053%); e 44 a 56 dias de idade, 0,960 a 1,148% (incremento de 0,047%). No final de cada experimento, as aves e dietas foram pesadas para o estudo das características de desempenho. Nas fases de 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, duas aves com peso médio das aves do boxe foram selecionadas para estudo do rendimento de carcaça e dos cortes nobres. Concluiu-se que o valor de exigência de arginina digestível nos períodos de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias foi de 1,22 (1,31% total), 1,083 (1,155% total) e 0,960% (1,026% total), respectivamente, o que corresponde a uma relação arginina:lisina digestível de 105, 102 e 102%.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Nove experimentos foram realizados no Departamento de Zootecnia da UFV, a fim de avaliar as exigências de metionina + cistina digestível, treonina digestível e arginina digestível, nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade, e calcular as respectivas relações destes aminoácidos:lisina.

Cinco níveis de cada aminoácido foram utilizados para cada fase. No estudo de metionina + cistina digestível, as concentrações foram 0,731-0,916% (incremento de 0,046), 0,712-0,881% (incremento de 0,042) e 0,631-0,781% (incremento de 0,037) de 1-20, 24-38 e 44-56 dias de idade, respectivamente. Os níveis para a treonina digestível foram de 0,684-0,870% (incremento de 0,047), 0,637-0,807% (incremento de 0,043) e 0,565-0,715 (incremento de 0,037) para os mesmos períodos, respectivamente, e aqueles para arginina digestível, 1,10-1,34 (incremento de 0,061), 1,083-1,296 (incremento de 0,053) e 0,96-1,148 (incremento de 0,047), como realizado nos experimentos anteriores.

De acordo com as condições nas quais foi desenvolvida esta pesquisa, concluiu-se que:

- as exigências de metionina + cistina digestível foram de 0,808 (0,907% total), 0,767 (0,844% total) e 0,668% (0,738% total), para as fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56, respectivamente, o que corresponde a relações de metionina + cistina:lisina digestível de 70, 72 e 71%.

- as exigências de treonina digestível foram de 0,777 (0,890% total), 0,637 (0,731% total) e 0,565% (0,650% total), para as fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56, respectivamente, o que corresponde a relações treonina:lisina digestível de 67, 60 e 60%.

- as exigências de arginina digestível foram de 1,22 (1,31% total), 1,083 (1,155% total) e 0,960% (1,026% total), para as fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56, respectivamente, o que corresponde a relações de arginina:lisina digestível de 105, 102 e 102%.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, L.F.T., NASCIMENTO, A.H., VALERIO, S.R. Efeito da temperatura ambiente sobre a composição da carcaça de frangos de corte. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, 2000, Campinas. **Resumos...** Campinas: APINCO, 2000. p.63-80.
- AUSTIC, R.E. Dietary protein level and the response to dietary amino acids. **Proceedings Cornell Nutrition Conference**, p.168-175, 1996.
- AVIAN FARMS. Broiler manual. In: <http://www.avianfarms.com>. Avian Farms International, Inc., 1998, 34p.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246p.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profilé for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BAKER D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M. et al. **Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third week of life**. Urbana, Illinois University of Illinois: Department of Animal Sciences and Division of Nutritional Sciences, 2001. 28p.
- BARBOSA, W.A. **Eficiências nutricionais de lisina para duas marcas comerciais de frango de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 1998. 116p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de
- BRAY, D.L.; BRIGG, S. Decrease in bone density in young male guinea pigs fed high levels of ascorbic acid. **Journal of Nutrition**, v.114, p.920-928, 1984.

- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. **Black globe-humidity confort index for dairy cows**. St. Joseph, Michigan: American Society of Agriculture Engeenering, 1977. 19p.
- BURTON, E.M.; WALDROUP, P.W. Arginine and lysine needs of young broiler chicks. **Nutrition International**, v.19, p.607-614, 1979.
- CHAMRUSPOLLERT, M. **Interrelationships between dietary arginine, methionine, and environmental temperature affect growth and creatine biosynthesis in young broiler chicks**. Athens, Georgia: University of Georgia, 2001. 236p. (PhD Thesis) - University of Georgia, 2001.
- COSTA, F.G.P. **Níveis dietéticos de lisina e proteína bruta para frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 156p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; TOLEDO, R.S. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2021-2028, 2001. (suplemento)
- CURTIS, S.E. **Environment management in animal agriculture**. Ames: State University Press, 1983. 409p.
- DOZIER III, W.A.; MORAN, Jr., E.T., KIDD, M.T. Thr requirement for roiler males from 42 to 56 days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, v.9, p.214-222, 2000.
- DOZIER III, W.A.; MORAN Jr., E.T.; KIDD, M.T. Comparisons of male and female broiler response to dietary threonine from 42 to 56 days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.53-59, 2001.
- EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6 p.462-470, 1997.
- EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, S.H. Estimativas dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. Nutrição de Aves e Suínos. In: WORKSHOP LATIN-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: 2001. p.77-88.
- HAN, Y.; BAKER, D.H. Effect of sex, heat stress, body weight, and genetic strain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. **Poultry Science**, v.72, p.701-708, 1993.

- JOHNSON, R.J.; KARUNAJEEWA, H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growth and physiology of the young chick. **Journal of Nutrition**, v.115, p.1680-1690, 1985.
- KIDD, M.T.; LERNER, S.P.; ALLARD, J.P. et al. The needs of finishing broilers: growth, carcass, and economic responses. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.160-169, 1999.
- KIDD, M.T. Nutritional considerations concerning Thr in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.56, p.139-151, 2000.
- KNOWLES T.A.; SOUTHERN L.L. The lysine requirement and ratio of total sulfur amino acids to lysine for chicks fed adequate or inadequate lysine. **Poultry Science**, v.77, p.564-569, 1998.
- LABADAN Jr., M.C.; HSU, K.N.; AUSTIC, R.E. Lysine and arginine requirements of broiler chickens at two to three weeks intervals to eight weeks of age. **Poultry Science**, v.80, p.599-606, 2001.
- LECLERQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with Thr and valine. **Poultry Science**, v.77, p.118-123, 1998.
- MACK, S.; BERCOVICI, D.; DE GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, v.40, p.257-265, 1999.
- Mc LEOD, M. Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chicken. **British Poultry Science**, v.38, p.405-411, 1997.
- MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proceeding Nutrition Society**, v.40, p.285-294, 1981.
- MORRIS, T.R. The interpretation of response data from animal feeding trials. In: HARESIGN, W. (Ed.) **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1983. p.13-23.
- MURAKAMI, A.E. Balanço eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento dos ossos de frangos. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícola, Campinas, 2000. **Resumos...**Campinas: APINCO, 2000. p.33-61.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy, 1994. 155p.

- OLIVEIRA NETO, A.R. **Efeito de níveis de energia da ração e da temperatura ambiente sobre o desempenho e as parâmetros fisiológicos de frangos de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- OVIEDO RONDON, E.O.; MURAKAMI, A.E.; MARTINS, E.N. et al. Sodium and chloride nutritional requirements for young broiler chickens (1 to 21 days of age). In: POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANNUAL MEETING, 88., 1999, Arkansas. **Proceedings...** Arkansas: 1999. p.63.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.119-128.
- PENZ Jr., A.M.; COLNAGO, G.L.; JENSEN, L.S. Threonine supplementation of practical diets for 3 to 6 week old broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.355-361, 1997.
- PESTI, G.M. Proteína (aminoácidos) para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Proceedings...** Campinas: 1999. p.111-117.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos.** Composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; VARGAS, J.G.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de glicina + serina em rações de pintos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p.48, 2002. (Supl. 4)
- PEDROSO, A.C.; FRANCO, S.G.; FLEMMING, J.S. et al. Desempenho e rendimento de carcaça em frangos de corte alimentados com diferentes perfis de aminoácidos digestíveis. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p.38, 2002. (Supl. 4)
- SAUVEUR, B.; MONGIN, P. Tibial dyscondroplasia, a cartilage abnormality in poultry. **Annual Biological Animal Biochemical Biophysiology**, v.18, p.87-92, 1978.
- SCHUTTE, J.B.; SMINK, W.; PACK M. Requirement of young broiler chicks for glycine + serine. **Arch. Geflugelk.**, v.61, n.1, p.43-47, 1997.

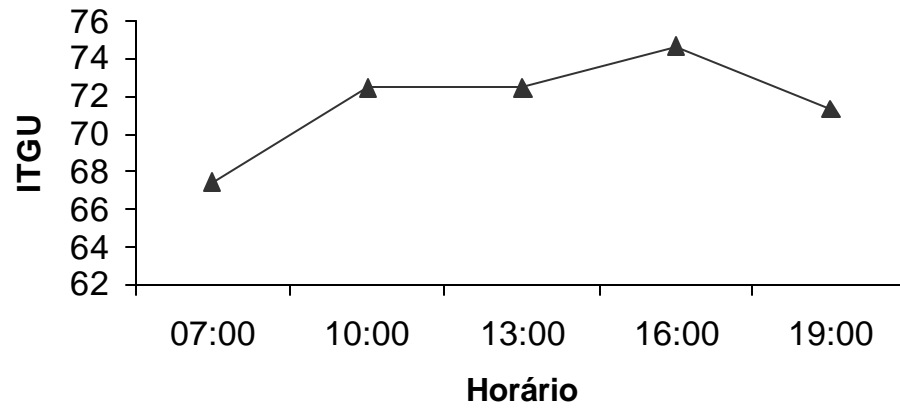
- SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. **Nutrition of the chicken** 3.ed. Ithaca: M. L. Scott, 1983. 562p.
- SOARES, R.T.R.N. **Exigência de treonina para frangos de corte**. Viçosa, MG.: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- SOARES, R.T.R.N.; ALBIN, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de treonina para pintos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.122-126, 1999.
- SAS INSTITUTE. SAS Guide Statistics. Version 6. 12.ed. Cary: 1996.
- TANAKA, K.; ONTANI, S.; SHIGENO, K. Effect of increasing dietary energy on hepatic lipogenesis in growing chicks. I. Increase energy by carbohydrate supplementation. **Poultry Science**, v.62, p.445-451, 1983.
- TEIXEIRA, V.H. **Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frangos de corte para a região de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. 62p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, 1983.
- THOMAS, O.P.; ZUCKERMAN, A.I.; FARRAN, M. et al. Updated amino acid requirement of broilers. In: MARYLAND NUTRITION CONFERENCE, 1986, College Park. **Proceedings...** College Park, MD, 1986. p.79-85.
- THOMAS, O.P.; FARRAN, M.; TAMPLIN C.B. et al. Broiler started studies: I. The threonine requirements of male and female broiler chicks. II. The body composition of males fed varying levels of protein and energy. MARYLAND NUTRITION CONFERENCE, 1987, College Park. **Proceedings...** College Park, MD, 1987. p.38-42.
- TINOCO, I.F.F. **Resfriamento adiabático (evaporativo) na produção de frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 92p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- TURCO, S.H.N. **Análise de sistemas de acondicionamento térmico em maternidade para suínos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 91p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

- VAZQUEZ, M.; PESTI, G.M. Estimation of the lysinerequirement of broiler chicks for maximum body gain and feed efficiency. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.241-246, 1997.
- YUNianto, V.D.; HAYACHI, K.; KANEDA, S.; OHTSUKA A. et al. Effect of enviromental tempeture on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.77, p.897-909, 1996.
- WIJTten, P.J.A.; PRAK, R.; LANGHOUT, D.J. et al. Effect of varying dietary protein levels based on the ideal amino acid profilé on broiler performance. In: WPSA WORLD'S POULTRY CONGRESS, 21., 2000, Montreal. **Proceedings...** Montreal: 2000. (CD ROOM)
- ZANUSSO, J.T. **Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de conforto e estresse térmico.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 64p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Fedreal de Viçosa, 1998.

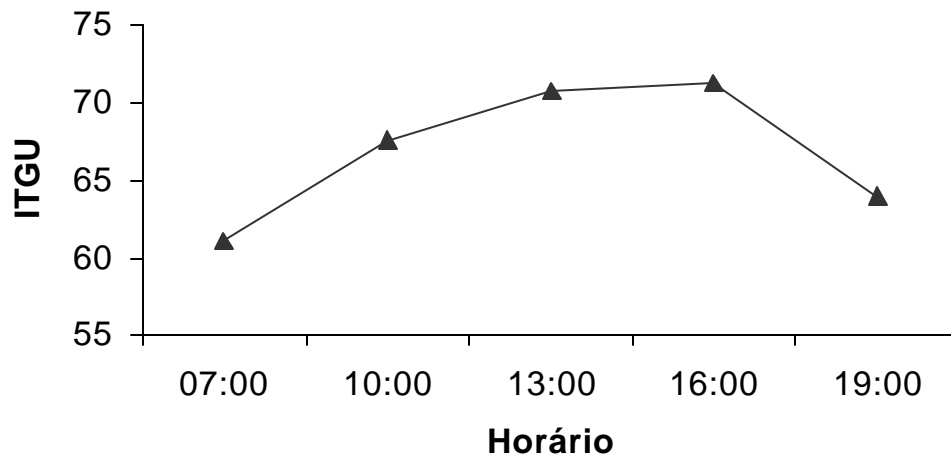
APÉNDICE

APÊNDICE A

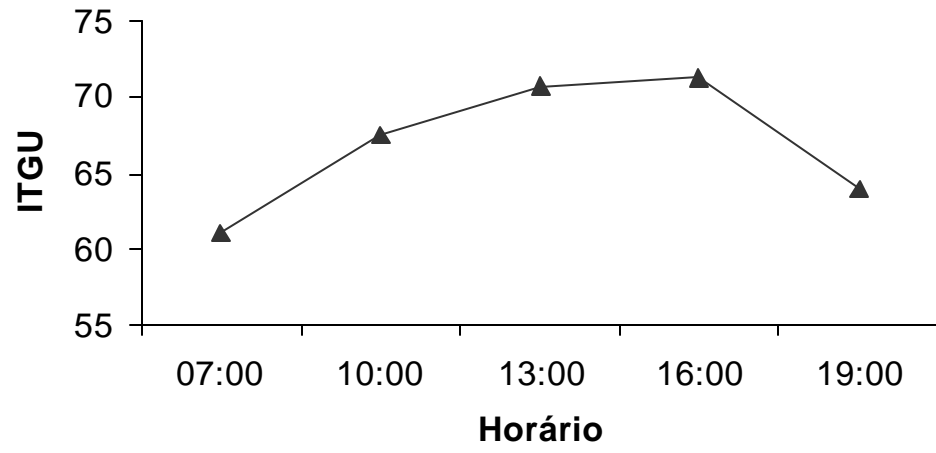
Média do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) do 1º a 20º dia



Média do Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) do 24º a 38º dia



Média do Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) do 44º a 56º dia



APÊNDICE B

Tabela 1 - Resumo das análises de variância, decomposição da análise de variância e coeficientes de variação (CV) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (Capítulo 1 – Exigência de metionina + cistina)

Fase (1 - 20 dias)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00029392	0,00048912	0,00447883**
Linear	1	0,00007260	0,00169602*	0,01453927**
Quadrático	1	0,00046671	0,00004144	0,00295243 ⁺
Cúbico	1	0,00001707	0,00008640	0,00026882
Quártico	1	0,00061900	0,00013261	0,00015481
Erro	25	0,00082316	0,00034420	0,00082851

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.

+ - Significativo em nível de 7%.

Fase (24-38 dias)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00090672	0,00341563**	0,00790478**
Linear	1	0,00093615	0,00807360**	0,01472667**
Quadrático	1	0,00006696	0,00537600*	0,01253186**
Cúbico	1	0,00214802	0,00021282	0,00408375
Quártico	1	0,00047574	0,00000011	0,00027685
Erro	25	0,00224657	0,00078715	0,00097701

* - F significativo em nível de 5%

** - F significativo em nível de 1%

Fase (44-56 dias)				
Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00043192	0,00069595	0,00230500
Linear	1	0,00067335	0,00111802	0,00294000
Quadrático	1	0,00042525	0,00146668	0,00400476
Cúbico	1	0,00020907	0,00019082	0,00216000
Quártico	1	0,00042000	0,00000828	0,00011524
Erro	25	0,00221042	0,00132255	0,00544400

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.

Tabela 2 - Resumo das análises de variância, decomposição da análise de variância e coeficientes de variação (CV) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (Capítulo 2 – Exigência de treonina)

Fase (1-20 dias)				
Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00195863	0,00102645**	0,00112355
Linear	1	0,00064027	0,00151002*	0,00377627
Quadrático	1	0,00596743*	0,00213011**	0,00005186
Cúbico	1	0,00101682	0,00046482	0,00000482
Quártico	1	0,00021001	0,00000085	0,00066125
Erro	25	0,00084779	0,00020858	0,00174629

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.

Fase (24-38 dias)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00175062	0,00071562	0,00118562
Linear	1	0,00469935	0,00120602	0,00000060
Quadrático	1	0,00040744	0,00155144	0,00224233
Cúbico	1	0,00127882	0,00009882	0,00218407
Quártico	1	0,00061686	0,00000619	0,00031547
Erro	25	0,00252802	0,00124002	0,00146954

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.

Fase (44-56 dias)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00127178	0,00020762	0,00040500
Linear	1	0,00018027	0,00004335	0,00037500
Quadrático	1	0,00177376	0,00045268	0,00014405
Cúbico	1	0,00114407	0,00029040	0,00000000
Quártico	1	0,00198903	0,00004404	0,00110095
Erro	25	0,00762591	0,00217058	0,00622067

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.

Tabela 3 - Resumo das análises de variância, decomposição da análise de variância e coeficientes de variação (CV) para consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar (Capítulo 2 – Exigência de arginina)

Fase (1-20 dias)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00022603	0,00108770**	0,00803862**
Linear	1	0,00001707	0,00285660**	0,02376060**
Quadrático	1	0,00000171	0,00105719*	0,00765719**
Cúbico	1	0,00024402	0,00034082	0,00052807
Quártico	1	0,00064133	0,00009619	0,00020861
Erro	25	0,00057003	0,00020782	0,00091114

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.

Fase (24-38 dias)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00137103	0,00204495	0,00217833
Linear	1	0,00462882	0,006797574	0,00682667
Quadrático	1	0,00042525	0,00001719	0,00011905
Cúbico	1	0,00022427	0,00098415	0,00170667
Quártico	1	0,00020579	0,003787026	0,00006094
Erro	25	0,00177659	0,00161847	0,00201267

NS - F não-significativo em nível de 5%.

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.

Fase (44-56 dias)				
Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00047075	0,00104330	0,00728000
Linear	1	0,00031282	0,00161202	0,01380167
Quadrático	1	0,00048096	0,00182001	0,00669643
Cúbico	1	0,00092827	0,00065340	0,00770667
Quártico	1	0,00016095	0,00008777	0,00091523
Erro	25	0,00753885	0,00164694	0,00468600

NS - F não-significativo em nível de 5%.

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.

Fase (44-56 dias)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Consumo de ração	Ganho de peso	Conversão alimentar
Tratamento	4	0,00047075	0,00104330	0,00728000
Linear	1	0,00031282	0,00161202	0,01380167
Quadrático	1	0,00048096	0,00182001	0,00669643
Cúbico	1	0,00092827	0,00065340	0,00770667
Quártico	1	0,00016095	0,00008777	0,00091523
Erro	25	0,00753885	0,00164694	0,00468600

NS - F não-significativo em nível de 5%.

* - F significativo em nível de 5%.

** - F significativo em nível de 1%.