

ADHEMAR RODRIGUES DE OLIVEIRA NETO

NÍVEIS DE AMINOÁCIDOS SULFUROSOS PARA FRANGOS DE CORTE,
CRIADOS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

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
2003

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

T

O48n
2003
70p. : il.

Oliveira Neto, Adhemar Rodrigues de, 1973-
Níveis de aminoácidos sulfurosos para frangos de corte
criados em diferentes ambientes térmicos / Adhemar
Rodrigues de Oliveira Neto. – Viçosa : UFV, 2003.

Orientador: Rita Flávia Miranda de Oliveira
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa

1. Frango de corte - Nutrição - Exigências. 2. Amino-
ácidos sulfurosos na nutrição de frango de corte. 3. Biocli-
matologia animal - Efeito na criação de frango de corte. 4.
Frango de corte - Desempenho. I. Universidade Federal de
Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 636.50852
CDD 20.ed. 636.50852

ADHEMAR RODRIGUES DE OLIVEIRA NETO

NÍVEIS DE AMINOÁCIDOS SULFUROSOS PARA FRANGOS DE CORTE,
CRIADOS EM DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

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: 30 de julho de 2003.

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Conselheiro)

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Conselheiro)

Prof. Paulo Roberto Cecon

Pesq. Francisco Carlos de Oliveira Silva

Prof^a. Rita Flávia Miranda de Oliveira
(Orientadora)

A Deus.

Aos meus filhos, Julia Gasparino de Oliveira e Eduardo Gasparino Rodrigues de Oliveira, e a minha esposa Eliane Gasparino.

Aos meus pais, Adhemar Rodrigues de Oliveira Filho e Dircinha Petrechini de Oliveira.

Aos meus sogros, Nadir e José Gasparino.

A minha irmã, Alessandra, e aos meus cunhados, Dalgima, Itelvaci e Valdir.

AGRADECIMENTOS

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

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFV, pelo apoio.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento do projeto.

À professora Rita Flávia Miranda de Oliveira, por orientar, estimular e apoiar o desenvolvimento do caráter científico deste pesquisador durante todo o curso de Pós-graduação.

Aos professores Juarez Lopes Donzele, Luiz Fernando Teixeira Albino, Paulo Roberto Cecon, Sérgio Luiz de Toledo Barreto e ao pesquisador Francisco Carlos de Oliveira Silva, pelo apoio e pelas valiosas sugestões durante a realização do trabalho.

Aos funcionários do Setor de Avicultura da UFV, Adriano, Mauro, José Lino e em especial ao Elísio, pela colaboração e pelo apoio.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura, José Alberto, Chico e Roberto, pelo convívio e pela amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO, Fernando, Valdir, Vera e Monteiro, pela amizade e pela contribuição nas análises laboratoriais.

Aos “irmãos” Rony Antonio Ferreira, Sandra Roseli Valerio, Uislei e Edilson, pelo apoio, pela amizade e pelo desenvolvimento de espírito de grupo.

Aos colaboradores diretos deste trabalho, Roberta e Wilkson, pela valiosa ajuda na realização dos experimentos.

À Globoaves Agroavícola, pela oportunidade de concluir a qualificação, e aos amigos pelo companheirismo.

À Roche Vitaminas Brasil Ltda (DSM Nutritional Products), pela oportunidade de conclusão do curso, e aos amigos, pelo convívio e estímulo.

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

BIOGRAFIA

ADHEMAR RODRIGUES DE OLIVEIRA NETO, filho de Adhemar Rodrigues de Oliveira Filho e Dircinha Petrechini de Oliveira, nasceu em Londrina-PR, em 10 de julho de 1973.

Em março de 1991, iniciou na Universidade Federal de Viçosa o curso de Graduação em Zootecnia, concluindo-o em setembro de 1996.

Em outubro de 1996, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, na área de Bioclimatologia Animal, nessa mesma Universidade, concluindo-o em outubro de 1998.

Nesse mesmo ano, 1998, ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia da UFV, na área de Bioclimatologia Animal, submetendo-se à defesa de tese no dia 30 de julho de 2003.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO GERAL	01
Referências Bibliográficas	03
NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA PARA PINTOS DE CORTE MANTIDOS EM AMBIENTE TERMONEUTRO	05
Resumo	05
Abstract	06
Introdução	07
Material e Métodos	08
Resultados e Discussão	13
Conclusões	19
Referência Bibliográfica	20
NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA PARA PINTOS DE CORTE MANTIDOS EM AMBIENTE DE ESTRESSE POR CALOR	22
Resumo	22
Abstract	23
Introdução	24

Material e Métodos	25
	Página
Resultados e Discussão	29
Conclusões	34
Referência Bibliográfica	35
NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE MANTIDOS EM AMBIENTE TERMONEUTRO	37
Resumo	37
Abstract	38
Introdução	39
Material e Métodos	40
Resultados e Discussão	44
Conclusão	50
Referência Bibliográfica	51
NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE MANTIDOS EM AMBIENTE DE ESTRESSE POR CALOR	52
Resumo	52
Abstract	53
Introdução	54
Material e Métodos	55
Resultados e Discussão	59
Conclusões	68
Referência Bibliográfica ..	69
2. CONCLUSÕES GERAIS	71

RESUMO

OLIVEIRA NETO, Adhemar Rodrigues, DS, Universidade Federal de Viçosa, julho de 2003. ***Níveis de aminoácidos sulfurosos para frangos de corte, criados em diferentes ambientes térmicos.*** Orientadora: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Conselheiros: Juarez Lopes Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foram utilizados 1280 frangos de corte machos Avian Farms em quatro experimentos montados em delineamento inteiramente casualizado (experimento 1 – 400 pintinhos no período de 1 a 21 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro; experimento 2 – 400 pintinhos no período de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse por calor; experimento 3 – 240 frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro; experimento 4 – 240 frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor). As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas e minerais. Os experimentos 1 e 2 tiveram cinco tratamentos (0,756; 0,810; 0,866; 0,920; 0,976% de met + cis), oito repetições e dez aves por unidade experimental, com peso inicial médio de 47,8 e 48,5 g, respectivamente. No experimento 1, o aumento do nível de met + cis influenciou positivamente o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA), o consumo de met + cis, a deposição de proteína, o peso absoluto do fígado, da moela, dos pulmões e o peso relativo dos pulmões. Não foi verificado efeito dos níveis de met + cis sobre o consumo de ração (CR), sobre o peso absoluto do

coração e do intestino, nem sobre o peso relativo do coração, do fígado, da moela, do proventrículo e do intestino. O nível de 0,866% de met + cis total (0,790% de met + cis digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 69% (72% para digestível), proporcionou o melhor GP; enquanto o nível de 0,894% de met + cis total (0,822% digestível calculado), correspondente a relação met + cis/lis total de 72% (74% para digestível), proporcionou maior deposição de proteína (DP) na carcaça de pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro. No experimento 2 não foi verificado efeito do nível de aminoácidos sulfurados na ração sobre o GP, CR, DP e gordura (DG) na carcaça, peso absoluto dos órgãos avaliados e sobre o peso relativo do coração, fígado e moela. O nível de 0,866% de met + cis total (0,792% met + cis digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 69% (72% para digestível), proporcionou a melhor CA dos pintos de corte mantidos em estresse de calor. Os experimentos 3 e 4 tiveram cinco tratamentos (0,659; 0,704; 0,750; 0,796; 0,841% de met + cis), seis repetições e oito aves por unidade experimental, com peso inicial médio de 826 g nos dois ambientes térmicos. No experimento 3, o aumento do nível de met + cis influenciou positivamente a CA, o consumo de met + cis, o peso absoluto da coxa e o peso relativo da sobrecoxa. Não foi verificado efeito dos níveis de met + cis sobre o peso final, GP, CR, peso absoluto e relativo do peito, da carcaça, gordura abdominal, peso absoluto da sobrecoxa, e peso relativo da coxa, assim como para o peso absoluto e relativo dos órgãos avaliados. O nível de 0,727% de met + cis total (0,661% met + cis digestível calculado), correspondente a relação met + cis/lis total de 70% (72% para digestível), proporcionou melhor CA frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. No experimento 4, o nível de met + cis influenciou positivamente a CA, o consumo de met + cis, o peso absoluto de peito, coxa e sobrecoxa e o peso relativo de peito e sobrecoxa. Não foi verificado efeito dos níveis de met + cis sobre o GP, CR, peso absoluto e relativo de carcaça e gordura abdominal e peso relativo da coxa; assim como para o peso absoluto e relativo dos órgãos avaliados. O nível de 0,774% de met + cis total (0,708% met + cis digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 74% (78% para digestível), proporcionou a melhor CA; enquanto o nível de 0,841% de met + cis total (0,775% digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 81% (85% para relação met + cis/lis digestível), proporcionou o maior peso absoluto e relativo de peito dos frangos de corte mantidos em estresse por calor.

ABSTRACT

OLIVEIRA NETO, Adhemar Rodrigues de, DS, Universidade Federal de Viçosa, July, 2003. ***Sulphur amino acids for broiler chickens kept in different thermal environments.*** Adviser: Rita Flávia Miranda de Oliveira. Committee members: Juarez Lopes Donzele and Luiz Fernando Teixeira Albino.

Four experiments with 1280 male broilers Avian Farms were conducted in a randomized experimental design (experiment 1 – 400 broilers chicks from 1 to 21 day old kept in thermoneutral environment; experiment 2 – 400 male broilers from 1 to 21 day old kept in heat stress; experiment 3 – 240 broilers chicks from 22 to 42 day old, kept in thermoneutral environment; experiment 4 – 240 broilers chicks from 22 to 42 day old kept in heat stress. The experimental diets were formulated in base of corn and wheat meal supplemented with vitamins and minerals. The experiment 1 and 2 had five treatments (0.756; 0.810; 0.866; 0.920; 0.976% of met + cys), eight repetitions and ten birds per experimental unit, with an average initial weight of 47.8 and 48.5 g, respectively. In the experiment 1 the increase of met + cys level influenced positively weight gain (WG), feed:gain ratio (F/G), met + cys intake, protein deposition, liver, gizzard and lung absolute weight, and lung relative weight. No effect of met + cys levels was verified on feed intake (FI), heart and intestine absolute weight, or relative weight of heart, liver, gizzard, proventriculus, lung and intestines. The level of 0.866% of total met + cys (0.790% digestible met + cys calculated), corresponding to the ratio met + cys/total lys of 69% (72% for digestible)

showed the best WG, whereas the level 0.894% total met + cys (0.822% digestible calculated), corresponding to the ratio met + cys/ digestible lys total of 72% (74% for the digestible met + cys/ lys ratio), showed the highest carcass protein deposition for broiler chicks kept in thermoneutral environment. In the experiment 2 was not verified effect of the levels of sulphur amino acids in the diets on the WG, F/G, PD and fat in the carcass, absolute weight of the evaluated organs and on relative weight of heart, liver and gizzard. The level 0.866% total met + cys (0.792% digestible met + cys calculated), corresponding to the total met + cys/ lys ratio of 69% (72% for digestible) gave the best F/G for broiler chicks kept under heat stress. The experiments 3 and 4 had five treatments (0.659; 0.704; 0.750; 0.796; 0.841% of met+cys) six repetitions and eight birds per experimental unit, with an average initial weight of 826 g in both thermal environments. In the experiment 3 the increase of the level of met + cys influenced positively the F/G, the met + cys intake, the absolute weight of drumstick and the relative weight of thigh. No effect of met + cys levels was verified on the final weight, weight gain, feed intake, breast, carcass and abdominal fat absolute. No effect of treatments was verified on relative weight, thigh absolute weight, and drumstick relative weight, or for relative and absolute weight of the evaluated organs (heart, liver, gizzard, proventriculus, lung and intestines). The level 0.727% met + total cys (0.661% met + digestible cys calculated) corresponding to the total met + cys/lys ratio of 70% (72% for digestible) showed the best F/G for broilers kept in thermoneutral environment. In the experiment 4 met + cys levels influenced positively F/G, met + cys intake, breast, drumstick and thigh absolute weigh, and breast and thigh relative weight. No effect of met + cys levels was verified on the weight gain, feed intake, carcass and abdominal fat absolute and relative weight, thigh relative weight, or for relative and absolute weight of the evaluated organs (heart, liver, gizzard, proventriculus, lung and intestines). The level 0.774% met + total cys (0.708% digestible met + cys calculated), corresponding to the total met + cys/ lys ratio of 74% (78% for digestible) gave the best F/G, whereas the level 0.841 total met + cys (0.775% digestible calculated), corresponding to the ratio met + cys/ digestible lys total of 81% (85% for the digestible met + cys/ lys

ratio), showed the highest breast absolute and relative weight for broilers kept under heat stress.

1. INTRODUÇÃO GERAL

As exigências nutricionais podem ser influenciadas pelo ciclo de vida das aves, pelo consumo e pela concentração de nutrientes na ração, pela taxa de passagem pelo tubo digestivo e, principalmente, pela temperatura ambiente a que os frangos de corte são submetidos. O incremento calórico, que é constituído basicamente do calor de fermentação e da energia gasta no processo digestivo, e o calor de produção, resultante do metabolismo dos nutrientes, também influenciam as exigências dos animais (Fialho, 1994).

Segundo Hurwitz et al. (1980), citados por Sakomura (1989), o consumo alimentar das aves é inversamente relacionado à temperatura ambiente em função de alteração na exigência de manutenção e dos parâmetros fisiológicos e endócrinos dos animais. Desta forma, torna-se necessário conhecer o consumo de ração das aves, para fornecer quantidades adequadas dos nutrientes essenciais, principalmente em regiões de climas quentes, em que o consumo é reduzido, podendo levar a sérias deficiências de nutrientes essenciais e comprometer o desempenho dos frangos.

Segundo Austic (1985), citado por Geraert et al. (1996), a redução no consumo alimentar de frangos de corte expostos ao calor é de aproximadamente 17% por cada 10°C de aumento na temperatura ambiente acima dos 20°C, o que ocasiona queda na taxa de crescimento. Contudo, a

redução no crescimento é, na maioria das vezes, maior que a queda observada no consumo de alimentos, resultando, assim, em baixa eficiência alimentar (Howlider e Rose, 1987).

Segundo Fuller e Mora (1973), o consumo alimentar das aves alojadas em ambiente de alta temperatura pode ser melhorado quando se reduz o incremento calórico da ração, o que pode ser obtido pela redução do nível total de proteína da ração, desde que mantendo apropriada a relação aminoácido/energia. Desta forma, tem sido proposto o uso de aminoácidos sintéticos para diminuir o nível de proteína da ração de frangos de corte (Waldroup et al., 1976), o que se justifica, pois a redução da proteína total promove a diminuição do catabolismo de aminoácidos presentes em excesso, que ao serem catabolisados aumentam o incremento calórico. É possível que a exigência de aminoácidos para frangos de corte aumente quando estes forem submetidos ao estresse por calor (Thomas et al., 1986).

Assim, verifica-se a necessidade de se determinar o requerimento de metionina + cistina digestível para frangos de corte de 1 a 21 dias e de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro (24 e 21°C, respectivamente, com 60% UR), de estresse de calor (33 e 30°C, respectivamente, com 60% de UR) e de estresse de frio (19 e 16°C, respectivamente, com 60% de UR).

Os artigos foram editorados com base nas exigências da Revista Brasileira de Zootecnia, publicada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com adaptação às normas para elaboração de teses da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIALHO E. T. Influência da temperatura ambiental sobre a utilização da proteína e energia em suínos em crescimento e terminação. In : SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBNA, 1994. p.63-83.
- FULLER, H. L.; MORA, G. Effect of heat increment on the feed intake and growth of chickens under heat stress. In: **Proceedings Maryland Nutrition Conference**, College Park, MD. p. 58, 1973.
- GERAERT, P. A.; PADILHA, J. C. F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. **British Poultry of Nutrition** v. 75, n. 2, p. 195-204, 1996.
- HOWLIDER, M. A. R. & ROSE, S. P. Temperature and the growing of broilers. **World's Poultry Sci.** v. 43, p. 228-237, 1987.
- SAKOMURA, N. K. **Exigências nutricionais de energia metabolizável para reprodutoras pesadas, poedeiras semipesadas e leves.** Viçosa, MG: UFV, 1989. 274p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- THOMAS, O. P.; ZUCKERMAN, A I.; FARRAN, M.; TAMPLIN, C. B. Updated amino acid requirements of broilers. In: **Proceedings Maryland Nutrition Conference**, College Park, MD. p. 79- 85, 1986.
- WALDROUP, P. W.; MITCHELL, R. S.; PAYNE, J.R.; HAZEN, K. R. Performance of chickens fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acid. **Poultry Sci.** v. 55, p. 243-253, 1976.

Níveis de metionina + cistina para pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro

RESUMO - O experimento foi realizado para determinar a exigência de níveis de metionina + cistina (met + cis) da ração para pintos de corte do 1º ao 21º dia de idade, mantidos em ambiente termoneutro. Foram utilizados 400 pintos de corte machos Avian Farms, com peso inicial médio de 47,8 g, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,756; 0,810; 0,866; 0,920; 0,976% de met + cis), oito repetições e dez aves por unidade experimental. O aumento do nível de met + cis influenciou positivamente o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA), o consumo de met + cis, a deposição de proteína, o peso absoluto do fígado, da moela, dos pulmões e o peso relativo dos pulmões. Não foi verificado efeito dos níveis de met + cis sobre o consumo de ração, sobre o peso absoluto do coração e do intestino, nem sobre o peso relativo do coração, do fígado, da moela, do proventrículo e do intestino. O nível de 0,866% de met + cis total (0,790% de met + cis digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 69% (72% para digestível), proporcionou o melhor GP; enquanto o nível de 0,894% de met + cis total (0,822% digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 72% (74% para digestível), proporcionou maior deposição de proteína na carcaça de pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro.

Palavras-chave: exigência nutricional, desempenho, aminoácidos sulfurosos, ambiente térmico

Levels of Methionine + Cystine for Broiler Chicks Kept under Thermoneutral Environment

ABSTRACT- The experiment was carried out in order to determine the requirement of methionine + cystine (met + cys) in feed for 1-to-21-day-old broiler chicks kept under thermoneutral environment. The experiment consisted of 400 Avian Farm male broiler chicks, with 47.8 g average initial weight, distributed in a randomized experimental design with five treatments (0.756; 0.810; 0.866; 0.920; 0.976% of met + cys), eight repetitions and ten birds per experimental unit. The increase of met + cys level influenced positively weight gain (WG), feed:gain ratio, met + cys intake, protein deposition, liver, gizzard and lung absolute weight, and lung relative weight. No effect of met + cys levels was verified on feed intake, heart and intestine absolute weight, or relative weight of heart, liver, gizzard, proventriculus, lung and intestines. The level 0.866% met + total cys (0.790% met + digestible cys calculated), corresponding to the ratio met + cys/total lys of 69% (72% for digestible) gave the best WG, whereas the level 0.894% met + total cys (0.822% digestible calculated), corresponding to the ratio met + cys/digestible lys total of 72% (74% for the ratio met + cys/digestible lys), gave the highest carcass protein deposition for broiler chicks kept in thermoneutral environment.

Keywords:, nutritional requirement, performance, sulphur amino acids, thermal environment.

Introdução

A formulação e o balanceamento de rações consistem na mistura de vários alimentos, com a finalidade de atender às exigências nutricionais das aves para que elas possam expressar todo seu potencial genético. Nos últimos anos vem se discutindo a utilização adequada de nutrientes pelas aves, na fase inicial, em razão da necessidade de se produzir rações contendo matérias-primas de melhor digestibilidade. Associado ao conhecimento dos alimentos, é necessário conhecer a exigência nutricional de pinto de corte em suas diferentes fases de vida.

Dentre os principais nutrientes exigidos pelas aves, tem-se a proteína bruta (PB), que é constituída principalmente por aminoácidos totais. Dentre os aminoácidos, a metionina é o primeiro limitante em rações práticas à base de milho e farelo de soja para pintos de corte.

Desta forma, a DL-metionina é incorporada de forma rotineira em rações de aves na avicultura industrial, uma vez que a metionina pode ser convertida em cistina e, assim, aumentar os níveis de ambos os aminoácidos nas rações até os valores recomendados pela literatura e, ou, manuais das linhagens comerciais. Todavia, a exigência de metionina + cistina sugerida pelas tabelas existentes varia, sendo recomendado desde 0,80% por Mitchell & Robbins (1984), 0,86% por Rostagno (1990) até 0,90% de met + cis total pelo National Research Council – NRC (1994).

Essas divergências encontradas na literatura podem ser explicadas pelas diferenças de linhagens, de sexo, da temperatura ambiente, dos níveis de proteína bruta e da concentração de energia metabolizável da ração verificadas naqueles trabalhos.

Com relação à temperatura ambiente, existem evidências que sugerem alterações na exigência de aminoácidos para pintos de corte quando estes são mantidos em diferentes temperaturas, o que pode ocorrer em razão de modificações hormonais e fisiológicas quando as aves são expostas a estresse térmico. Tais alterações no metabolismo dos animais podem causar mudanças no peso de órgãos e empenamento (Oliveira Neto, 1999), no rendimento de cortes nobres e no perfil de aminoácidos no plasma

sanguíneo (Geraert, 1997) e como consequência, podem ocorrer mudanças na exigência dos nutrientes (aminoácidos) utilizados no processo de síntese protéica destes tecidos corporais.

Deste modo, foi realizado um estudo para determinar a exigência de aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) para pintos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em quatro câmaras climatizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Foram utilizados 400 pintos de corte machos, da linhagem Avian Farms, no período de 1 a 21 dias de idade, com peso inicial médio de $47,8 \pm 0,69$ gramas, vacinados contra as doenças de Marek e de Bouda Aviária. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (níveis de metionina + cistina), oito repetições e dez aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas, em grupos de dez, em compartimento de baterias metálicas, com piso telado de área igual a $0,72 \text{ m}^2$, dotados de comedouros e de bebedouros tipo calha, constituindo-se cada gaiola uma unidade experimental.

O programa de luz adotado durante todo o período experimental foi o contínuo, com 24 horas de luz artificial, fazendo-se uso de duas lâmpadas fluorescentes de 75 watts cada, por sala.

Para a manutenção do conforto térmico das aves durante o período experimental, seguiu-se a orientação do manual Avian Farms com relação à combinação da temperatura ambiente e da umidade relativa (Tabela 1).

O monitoramento da temperatura e da umidade de cada sala foi feito por meio de termômetros (de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro) colocados à altura intermediária em relação ao

Tabela 1 – Recomendação de temperatura (°C) e umidade relativa (%)¹ para pintos de corte segundo o manual da linhagem Aviam Farms

UMIDADE RELATIVA – UR					
Idade (dias)	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 as aves.

Fonte: (Avian Farms (1998)).

Tabela 2 – Condições ambientais médias observadas nas câmaras climáticas para os pintos de corte mantidos em ambiente termoneutro

Idade (dias)	Temperatura do ar (°C)	Umidade Relativa (%)	ITGU
1	33,0 ± 0,0	58 ± 0,2	83 ± 0,1
2	32,1 ± 0,1	58 ± 0,9	81 ± 0,1
3	31,0 ± 0,0	56 ± 0,5	80 ± 0,1
4	30,1 ± 0,0	56 ± 0,2	78 ± 0,1
5	30,0 ± 0,0	56 ± 1,7	79 ± 0,2
6	29,3 ± 0,0	61 ± 2,0	78 ± 0,3
7 – 12	28,7 ± 0,4	60 ± 3,0	77 ± 0,6
13 – 17	27,1 ± 0,4	63 ± 2,4	75 ± 0,4
18 - 21	25,8 ± 0,3	66 ± 3,6	74 ± 0,4

compartimento central da bateria. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, durante todo o período experimental, três vezes ao dia (8:00, 13:00 e 18:00 horas).

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios de temperatura e da umidade relativa do ar do interior das câmaras climáticas, verificados durante o período experimental, assim como o valor médio do ITGU, calculado segundo Buffington et al. (1981).

Para a formulação das rações experimentais, foi considerada uma ração basal (Tabela 3), deficiente em met + cis (0,756%), à base de milho e de farelo de soja, suplementada com quatro níveis de DL-metionina (99%), em substituição ao amido de milho, resultando em rações com 0,810; 0,866; 0,920 e 0,976% de met + cis total, isoprotéicas e isocalóricas em relação à ração basal. As exigências nutricionais mínimas seguiram recomendações de Rostagno et al. (2000), com exceção do nível de metionina + cistina digestível.

Os níveis de met + cis totais avaliados neste estudo corresponderam aos níveis de met + cis digestíveis de: 0,682; 0,736; 0,790; 0,844 e 0,898% e às relações entre met + cis digestível/Lisina digestível, respectivamente, de 62, 67, 72, 77 e 82%.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de metionina + cistina, deposição de gordura e proteína na carcaça e peso relativo e absoluto dos órgãos comestíveis (coração, fígado e moela) e não-comestíveis (proventrículo, pulmão e intestino).

O fornecimento de ração e água foi *ad libitum*, sendo que a água foi trocada duas vezes ao dia. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida, os desperdícios e as sobras das rações experimentais, pesadas no início e no final da fase experimental. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final do experimento. A partir dos dados de consumo de ração e de ganho de peso, calculou-se a conversão alimentar dos animais.

Ao final do experimento, após jejum de 6 horas, as aves foram pesadas. Quatro aves de cada repetição, considerando-se o peso médio de

Tabela 3 - Composição centesimal da ração basal

Ingredientes	(%)
Milho (8,72% PB ¹)	56,500
Farelo de soja (46,72% PB ¹)	36,900
Amido	0,343
Óleo vegetal	2,330
Fosfato bicálcico	1,816
Calcário	1,125
Sal	0,390
Mistura mineral ²	0,050
Mistura vitamínica ³	0,100
DL-metionina (99%)	0,192
L-treonina	0,005
L-triptofano	0,009
Cloreto de colina (60%)	0,125
Anticoccidiano ⁴	0,050
Bacitracina de Zinco	0,055
BHT	0,010
TOTAL	100,000
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	22,12
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000
Sódio (%)	0,200
Cálcio (%)	0,995
Fósforo disponível (%)	0,453
Met + cis total (%)	0,756
Met + cis digestível (%)	0,682
Lisina total (%)	1,248
Lisina digestível (%)	1,100
Treonina digestível (%)	0,737
Triptofano digestível (%)	0,176

¹ Valor obtido no laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, de acordo com metodologia descrita por SILVA (1990).

² Rologimix (Roche), quantidade por quilo do produto: Fe – 100 mg; Co- 2,0 mg; Cu – 20,0 mg; Mg – 160,0 mg; Zn - 100,0 mg; I - 2,0 mg; q.s.p. - 1.000 g.

³ Rovimix (Roche), quantidade por quilo do produto: Vit. A - 10.000 U.I.; Vit. D₃ - 2.000 U.I.; Vit. E - 30 U.I.; Vit. B₁ - 2,0 mg; Vit. B₂ - 6,0 mg; Vit. B₅ - 4,0 mg; Vit. B₁₂ - 0,015 mg; Ác. pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,1 mg; Vit. K₃ - 3,0 mg; Ác. fólico - 1,0 mg; Ác. nicotínico - 50,0 mg; Se - 0,25 mg; q.s.p. - 1.000 g.

⁴ Coxitac 12 % (Pfizer) – Salinomocina.

cada unidade experimental (10% acima e abaixo da média), foram escolhidas e abatidas por meio de deslocamento cervical. Após serem sangradas, depenadas e evisceradas, as aves foram pesadas.

As carcaças inteiras (incluindo pés e cabeça), sem as vísceras e o sangue, foram moídas, durante 15 minutos, em “cutter” comercial de 30 HP

e 1.775 rpm, obtendo-se amostra para posterior determinação da deposição de gordura e de proteína na carcaça.

As amostras de carcaça foram inicialmente pré-secas em estufa com ventilação forçada a $\pm 60^{\circ}\text{C}$, durante 72 horas. Posteriormente, em razão do alto teor de gordura, foi realizado pré-desengorduramento pelo método a quente, em aparelho extrator do tipo “Soxhlet”, durante 4 horas. Após esta etapa, as amostras foram moídas e acondicionadas em vidros, que foram armazenados para posteriores análises.

Os teores de água e de gordura extraídos no processo de preparo das amostras foram considerados para a correção dos valores das análises. As análises de extrato etéreo e de proteína bruta das amostras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme métodos descritos por Silva (1990).

Um grupo adicional de 15 aves com 1 dia de idade foi abatido para determinação da composição corporal das aves no início do experimento. As deposições de gordura e de proteína na carcaça foram calculadas pela diferença entre a composição da carcaça dos pintos de corte com 21 e 1 dia de idade.

Os órgãos foram cortados longitudinalmente e pendurados à sombra para que o sangue escorresse, sendo pesados em seguida. O intestino foi aberto em toda sua extensão, sendo retirado seu conteúdo, lavado e, após escorrido o excesso de água, pesado. O peso relativo (%) dos órgãos foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar e consumo de met + cis), de deposição de gordura e de proteína na carcaça e de peso dos órgãos foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análise Estatística e Genética), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1992). A estimativa de exigência de met + cis foi estabelecida por meio de modelos de regressão polinomial e do modelo descontínuo – LRP (Linear Response Plateau), conforme o melhor ajuste dos dados.

Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho, de consumo de metionina + cistina (met + cis) e da deposição de proteína e de gordura na carcaça dos pintos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro, são mostrados na Tabela 4.

Não se observou efeito ($P>0,05$) dos níveis de aminoácidos sulfurosos sobre o peso final das aves; entretanto, constatou-se que nos dois menores níveis de met + cis avaliados, o peso final dos pintos foi, consistentemente, menor (3,5%) em valor absoluto, em relação à média dos demais tratamentos.

Verificou-se efeito ($P<0,03$) dos níveis de met + cis da ração sobre o ganho de peso (GP), que aumentou de forma linear (Tabela 5). Embora tenha aumentado de forma linear, constatou-se que a partir do nível de 0,866% de met + cis não houve melhora no valor absoluto do GP, indicando que a partir deste nível a exigência de met + cis das aves para GP foi atendida. O valor de 0,866% de met + cis total corresponde ao valor de met + cis digestível calculado de 0,790%, estabelecendo uma relação entre a met + cis digestível/lis digestível de 72%. O resultado encontrado para a melhor relação entre os aminoácidos met + cis digestível /lis digestível, neste estudo, assemelha-se àqueles de 71%, e 72% recomendados, respectivamente, por Rostagno et al (2000) e por Baker e Han (1994) para pintos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.

Estudando a exigência de met + cis em dois níveis de proteína bruta (20 e 23%) em pintos de corte, Silva (1996) também encontrou efeito linear dos níveis de PB e de met + cis das rações sobre o ganho de peso das aves. Da mesma forma, Silva (1997) observou maior GP à medida que os níveis de met + cis foram aumentados, verificando que os dados se ajustavam melhor no modelo estatístico “Linear Response Plateau” - LRP.

Por outro lado, Albino et al. (1999) encontraram resposta quadrática dos níveis de met + cis sobre o GP de pintos de corte, sendo os níveis de 0,898 e 0,906% de met + cis os que proporcionaram o maior ganho de peso para machos da linhagem Hubbard e Ross, respectivamente.

Tabela 4 – Efeito do nível de met + cis da ração sobre o desempenho e deposição de proteína e gordura na carcaça de pintos de corte, mantidos em ambiente termoneuro

Parâmetros	Níveis de met + cis (%) (<i>Met and cys levels</i>)					CV (%)
	0,756	0,810	0,866	0,920	0,976	
Peso final (g)	780	784	815	798	810	3,57
Ganho de peso (g) ¹	732	736	767	750	762	3,78
Consumo de ração (g)	1028	1017	1038	1016	1046	3,52
Conversão alimentar ²	1,40	1,38	1,35	1,35	1,37	1,96
Consumo metionina + cistina ³ (g)	7,8	8,0	9,0	9,3	10,2	3,62
Deposição de gordura (g)	59	56	62	61	61	6,29
Deposição de proteína ² (g)	93	92	96	100	94	5,00

^{1,3} Efeito linear (P<0,03) e (P<0,01), respectivamente.

² Efeito quadrático (P<0,02).

A variação observada no GP das aves ocorreu de forma independente do consumo de ração (CR), que não se alterou (P>0,05) em função dos níveis de met + cis avaliados. Este resultado contrasta com o relato de Schutte & Pack (1995), que afirmaram que as aves possuem a capacidade de compensar o consumo marginal de metionina, aumentando o consumo de ração para atender sua exigência, indicando que a metionina pode regular o consumo em pintos de corte. Entretanto, este efeito da metionina sobre a regulação do consumo de ração não foi observado neste estudo.

Como o CR não variou entre os tratamentos, o consumo de met + cis aumentou (P<0,01) de forma linear de acordo com o nível de aminoácidos sulfurados da ração (Tabela 4). Aumento no consumo de met + cis para pintos de corte na fase de 1 a 21 dias, em razão dos seus níveis nas rações, também foi verificado por Schutte e Pack (1995) e Silva (1996).

Os níveis de met + cis da ração influenciaram (P<0,01) de forma quadrática a conversão alimentar (CA) das aves, que melhorou até o nível estimado de 0,898% de met + cis (Figura 1), correspondente ao nível digestível de 0,822%. Este resultado foi semelhante aos resultados obtidos por Albino et al. (1995 e 1999), que também observaram resposta positiva dos níveis de met + cis da ração sobre a CA.

Assim, a melhor resposta das aves ocorreu quando a relação de met + cis digestível/lis digestível correspondeu a 75%. Este valor ficou acima

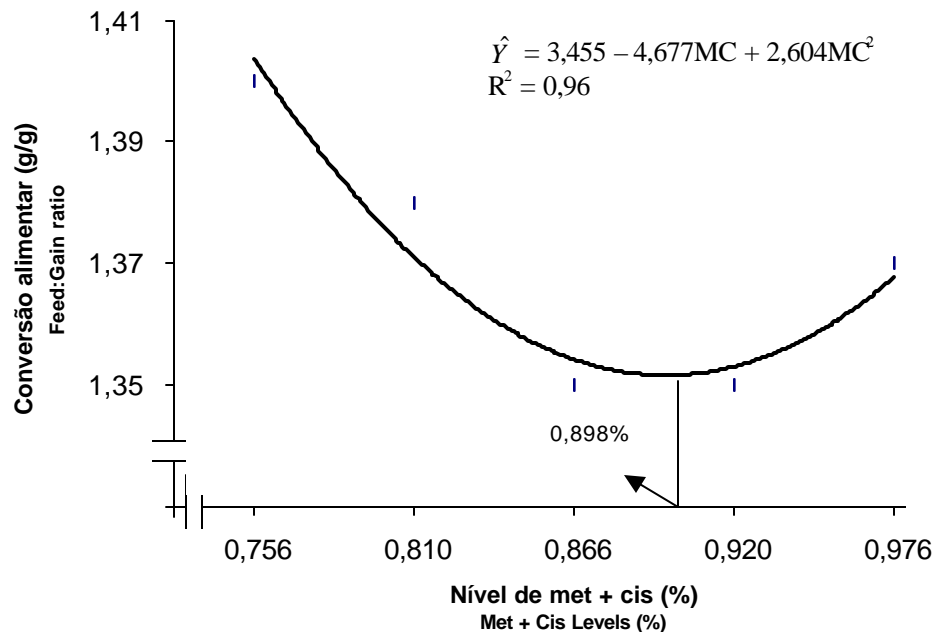


Figura 1 – Conversão alimentar das aves mantidas em ambiente termoneutro, no período de 1 a 21 dias de idade, em função do nível de met + cis da ração.

daqueles de 72 e 71% propostos, respectivamente, por Baker & Han (1994) e Rostagno et al. (2000) como a ideal na proteína das rações formuladas para pintos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade.

Foi observado efeito ($P < 0,01$) dos níveis de met + cis digestível da ração sobre a deposição de proteína na carcaça das aves, que aumentou de forma quadrática até o nível de 0,894% de met + cis (Figura 2), correspondente a um nível estimado de 0,818% de aminoácidos sulfurados digestíveis e a uma relação met + cis digestível/lis digestível de 74%. Considerando que a deposição de proteína, por agregar maior quantidade de água (1:5,26) que a de gordura (Kyriazakis et al., 1994), resulta em maior GP e eficiência de ganho, pode-se deduzir que a melhora no GP e na CA das aves até os níveis de met + cis obtidos neste estudo ocorreu em razão direta da variação na composição do ganho, que teve a deposição de proteína aumentada.

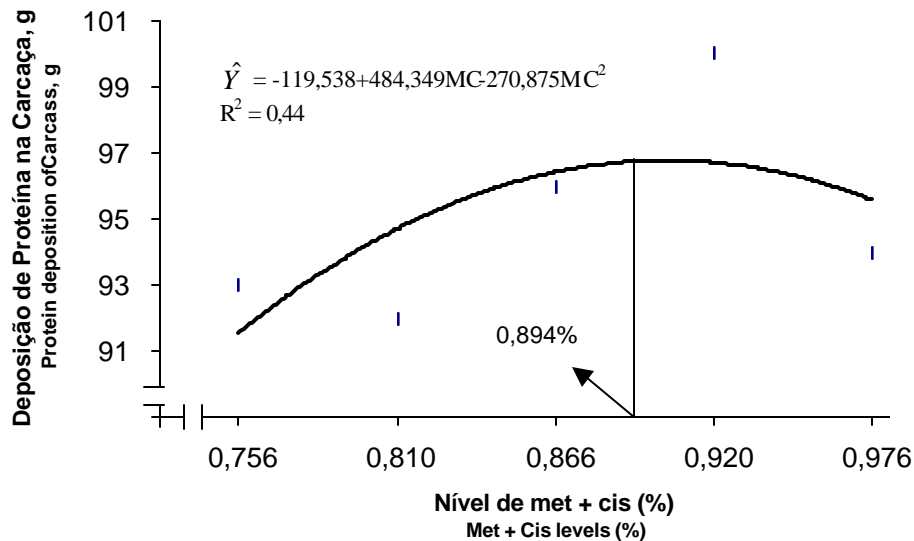


Figura 2 – Deposição de proteína na carcaça das aves mantidas em ambiente de alta temperatura, no período de 1 a 21 dias de idade, em função do nível de met + cis da ração.

Ficou evidenciado neste estudo que a melhor relação da met + cis digestível com a lisina digestível na proteína ideal, para pintos de corte na fase de 1 a 21 dias, varia de acordo com o parâmetro de desempenho considerado e que a concentração de met + cis em relação à lisina na ração foi maior para se obter melhores respostas de CA e TDP em relação ao GP.

Os resultados de peso absoluto (g) e relativo (%) das variáveis coração, fígado, moela, proventrículo, pulmão e intestino dos pintos de corte, recebendo rações com diferentes níveis de met + cis e mantidos em ambiente termoneutro, são mostrados na Tabela 5.

Não se observou variação ($P > 0,10$) nos pesos absoluto e relativo do coração, proventrículo e do intestino e no peso relativo do fígado e da moela das aves com o aumento da concentração de met + cis das rações. Por outro lado, o peso absoluto do fígado, da moela e do pulmão ($P < 0,02$) e o peso relativo dos pulmões aumentaram ($P < 0,10$) de forma linear (Tabela 6) devido à elevação dos níveis dos aminoácidos sulfurados na ração.

De acordo com os resultados obtidos para os pesos absoluto (g) e relativo (%) dos diferentes órgãos, pode-se inferir que as variações

Tabela 5 – Efeito dos níveis de met + cis da ração sobre o peso absoluto e relativo de vísceras e órgãos de pintos de corte aos 21 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro

Parâmetros	Níveis de met + cis (%)					CV (%)
	0,756	0,810	0,866	0,920	0,976	
Peso Absoluto (g)						
Carcaça	578	579	598	603	600	5,51
Coração	4,6	5,3	4,6	5,4	5,0	12,01
Fígado ¹	17	17	17	18	19	8,19
Moela ¹	15	14	15	15	16	9,49
Proventrículo	3,7	3,8	4,2	3,8	4,2	12,87
Pulmão ¹	3,7	3,8	4,2	4,2	4,2	14,25
Intestino	26	28	27	29	28	9,51
Peso Relativo (g)						
Coração	0,81	0,92	0,79	0,89	0,83	11,61
Fígado	2,99	2,99	2,94	2,97	3,10	6,85
Moela	2,55	2,41	2,57	2,52	2,69	9,38
Proventrículo	0,64	0,66	0,71	0,63	0,70	12,99
Pulmão ²	0,65	0,66	0,70	0,69	0,70	12,71
Intestino	4,52	4,80	4,48	4,71	4,58	8,30

^{1,2} Efeito linear (P<0,02) e (P<0,10), respectivamente.

Tabela 6 – Equações de regressão para ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), consumo de met + cis total (CMC), deposição de proteína na carcaça (DPC), peso absoluto de fígado (FIG), peso absoluto de moela (MOE), peso absoluto do pulmão (PUL) e peso relativo do pulmão (RPUL) de aves aos 21 dias de idade, mantidas em ambiente termoneutro

Variável	Regressão	* R ² ou r ²
GP	$\hat{Y} = 632,514 + 135,156MC$ **	0,60
CA	$\hat{Y} = 3,455 - 4,677MC + 2,604MC^2$	0,96
CMC	$\hat{Y} = -0,522991 + 10,8988MC$	0,99
TDP	$\hat{Y} = -119,538 + 484,349MC - 270,875MC^2$	0,44
FIG	$\hat{Y} = 11,9876 + 6,60001MC$	0,89
MOE	$\hat{Y} = 9,14826 + 6,75842MC$	0,60
PUL	$\hat{Y} = 2,1197 + 2,2195MC$	0,74
RPUL	$\hat{Y} = 0,482626 + 0,22959MC$	0,73

** MC – metionina + Cistina

* R² – equação quadrática; r² – equação linear

encontradas nos pesos destes órgãos ocorreram em função da diferença do desenvolvimento corporal das aves que receberam maiores ou menores níveis de met + cis. Já o aumento de peso relativo dos pulmões poderia estar associado ao possível aumento da demanda de oxigênio pelas aves, que tiveram sua massa corporal aumentada com a elevação dos níveis de met + cis das rações.

Conclusões

Pintos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro, exigem 0,866% de met + cis total, correspondente à 0,790% de met + cis digestível (0,263%/Mcal de EM) e a uma relação de 72% com a lisina digestível para melhor resposta de ganho de peso e 0,894% de met + cis total, correspondente a 0,822% (0,274%/Mcal de EM) de met + cis digestível e a uma relação de 74% com a lisina digestível para melhores resultados de conversão alimentar e deposição de proteína na carcaça.

Referência Bibliográfica

- ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS JR., J.G.; et al. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.519-525, 1999.
- AVIAN FARMS. **Broiler manual**. In: <http://www.avianfarms.com>. Avian Farms International, Inc., 1998, 34 p.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v. 73, p. 739-745, 1994.
- BUFFINGTON, D.E., COLAZZO -AROCHO, A., CANTON, G.H., PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal Nutrition**, v. 75, p. 195-204. 1996a.
- GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure chickens: growth performance, body composition and energy retention. **British Journal Nutrition**, v. 75, p. 195-204. 1996b.
- KYRIAZAKIS, I.; DOTAS, D.; EMMANS, G.C. The effects of breed on the relationship between feed composition and the efficiency of protein utilization in pigs. **British Journal Nutrition**, v. 71, p. 849-859, 1994.
- MITCHELL, N.S.; ROBBINS, K.R. Effect of dietary energy level on the total sulfur amino acid of growing broilers. **Tennessee farm and Home Science**, v. 125, p.6-10, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient Requirements of Poultry**, 9.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- OLIVEIRA NETO, A.R. **Efeito de níveis de energia da ração e da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de pintos de corte**. Viçosa: UFV, 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, Piracicaba, 1990. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1990, p. 11-30.
- 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, 2ª ed., 141p., 2000.

- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 2^a ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990, 165p.
- SILVA, M.A. **Exigências nutricionais em metionina+Cistina para pintos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração.** Viçosa: UFV, 1996. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- SILVA, S.H.M. **Exigências em metionina+cistina para duas marcas comerciais de pintos de corte.** Viçosa: UFV, 1997. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- SCHUTTE, J.B.; PACK, M. Sulfur Amino Acid requirement of broiler chicken from fourteen to thirty-eight days of age. 1. Performance and carcass yield. **Poultry Science**, v.74, p.480-487, 1995.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG. Central de Processamento de Dados – UFV/CPD. **SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 59p.

Níveis de metionina + cistina digestível para pintos de corte mantidos em ambiente de estresse de calor

RESUMO – O experimento foi realizado para determinar a exigência de metionina + cistina (met + cis) da ração sobre o desempenho, deposição de proteína e gordura na carcaça e peso de órgãos de pintos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em estresse de calor. Foram utilizados 400 pintos de corte machos Avian Farms, com peso inicial médio de 48,5 g, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0,756; 0,810; 0,866; 0,920; 0,976% de met + cis), oito repetições e dez aves por unidade experimental. O aumento do nível de met + cis influenciou positivamente a CA, o consumo de met + cis e o peso relativo do proventrículo, do pulmão e dos intestinos. Não foi verificado efeito da suplementação de DL-metionina sobre o ganho de peso, consumo de ração, deposição de proteína e gordura na carcaça, peso absoluto dos órgãos avaliados (coração, fígado, moela, proventrículo, pulmão e intestino) e sobre o peso relativo do coração, fígado e moela. O nível de 0,866% de met + cis total (0,792% met + cis digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 69% (72% para digestível), proporcionou a melhor CA dos pintos de corte mantidos em estresse de calor.

Palavras-chave: exigência nutricional, desempenho, aminoácidos sulfurosos, ambiente térmico

Levels of Methionine + Digestible Cystine for Broiler Chicks Kept Under Heat Stress

ABSTRACT- The experiment was carried out in order to determine the requirement of methionine + cystine (met + cys) in feed on the performance, carcass protein and fat deposition, and organ weight of 1-to-21-day-old broiler chicks kept under heat stress. 400 Avian Farm broiler chicks, with 48.5 g average initial weight, distributed in a randomized experimental design with five treatments (0.756; 0.810; 0.866; 0.920; 0.976% of met + cys), eight repetitions and ten birds per experimental unit. The increase of met + cys level influenced positively feed:gain ratio conversion, met + cys intake, and proventriculus, lung and intestine relative weight. No effect of DL-methionine was verified on the weight gain, feed intake, carcass fat and protein deposition, absolute weight of the evaluated organs (heart, liver, gizzard, proventriculus, lung and intestines) and on the heart, liver and gizzard relative weight. The level 0.866% met + total cys (0.792% met + digestible cys calculated), corresponding to the ratio met + cys/total lys of 69% (72% for digestible) gave the best feed:gain ratio for broiler chicks kept under heat stress.

Keywords: nutritional requirement, performance, sulphur amino acids, thermal environment.

Introdução

As aves, como todos os seres vivos, são influenciadas pelo ambiente. Assim, independentemente da condição ambiental, as aves promovem naturalmente, ajustes fisiológicos na tentativa de se adaptarem ao estresse por calor ou frio, que podem influenciar negativamente o seu desempenho.

O padrão de consumo de ração dos animais tem sido alterado em consequência de variações na temperatura ambiente, sendo que no calor há uma redução do consumo de ração na tentativa de reduzir o calor gerado pelo metabolismo, enquanto no frio o consumo é aumentado pelo maior trabalho digestivo do trato gastrointestinal e pelo aumento do metabolismo corporal das aves, desencadeado por alterações hormonais. Desta forma, observa-se que o consumo de alimentos de pintos de corte está inversamente relacionado à temperatura ambiente (Suk & Washburn, 1995).

Uma vez que o consumo de alimento pode ser reduzido com o aumento da temperatura ambiente, rações formuladas para atenderem ao requerimento das aves em temperaturas amenas tornam-se inadequadas em ambientes com temperaturas elevadas (Xavier, 1995). Dessa forma, as exigências nutricionais estabelecidas nas tabelas e manuais de linhagens devem considerar a temperatura a que os animais serão submetidos.

Entre as respostas que podem ocorrer quando pintos de corte são mantidos em ambientes de alta temperatura, tem-se a redução na concentração sérica de triiodotironina associada à redução no consumo de ração, no empenamento das aves e no peso dos órgãos metabolicamente ativos, na tentativa de reduzir a carga de calor corporal a ser dissipada do animal para o meio (Oliveira Neto, 1999).

Como os processos de fluxo sanguíneo, digestão, absorção e síntese podem ser diminuídos quando as aves são criadas sob estresse por calor, a quantidade de nutrientes disponíveis para o crescimento corporal pode ser comprometida. Simultaneamente a estes fatores, as aves podem ter aumentado os níveis de corticosterona (Yunianto et al., 1997) no plasma sanguíneo, reduzindo também a deposição de proteína corporal e piorando o ganho de peso e a conversão alimentar dos pintos de corte.

Dentre os nutrientes que compõem as rações, a metionina por meio de seu envolvimento com o empenamento e com a deposição de gordura nos tecidos corporais das aves, pode ter sua concentração alterada em razão do efeito da temperatura ambiental. Entretanto, tais alterações nas exigências de metionina, influenciadas pela temperatura ambiental, podem ser facilmente corrigidas pela maior ou menor suplementação deste aminoácido nas rações de pintos de corte, usado rotineiramente na avicultura industrial devido a sua disponibilidade e aos preços compatíveis. Tal fato permite reduzir a utilização de fontes protéicas que vêm apresentando elevação de preços nos últimos anos em razão da maior importação de farelo de soja pelo mercado chinês.

As exigências de aminoácidos sulfurados (met + cis) para pintos de corte durante a fase de 1 a 28 dias de idade, mantidos em altas temperaturas, segundo Resende et al. (1980), são de 0,76% e 0,72% em rações com 21,5 e 20,0% de proteína bruta, respectivamente.

Todavia, a exigência de aminoácidos sulfurosos sugerida pelas tabelas existentes varia, sendo recomendado desde 0,80% por Mitchell & Robbins (1984), 0,86% por Rostagno (1990) até 0,90% de met + cis total pelo National Research Council – NRC (1994).

Em razão das variações nas exigências de met + cis encontradas na literatura, realizou-se este trabalho com o objetivo de determinar a exigência nutricional de metionina + cistina para pintos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse de calor.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em quatro câmaras climatizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Foram utilizados 400 pintos de corte machos, da linhagem Avian Farms, no período de 1 a 21 dias de idade, com peso inicial médio de $48,5 \pm 0,25$ gramas, vacinados contra as doenças de Marek e de Boubá Aviária. O

delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (níveis de metionina + cistina), oito repetições e dez aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas, em grupos de dez, em compartimento de baterias metálicas, com piso telado de área igual a 0,72 m², dotado de comedouro e bebedouro tipo calha, constituindo cada compartimento uma unidade experimental.

O programa de luz adotado durante todo o período experimental foi o contínuo, com 24 horas de luz artificial, fazendo-se uso de duas lâmpadas fluorescentes de 75 watts cada, por sala.

O monitoramento da temperatura e da umidade de cada sala foi feito por meio de termômetros (de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro) colocados à altura intermediária em relação ao compartimento central da bateria. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente durante todo o período experimental, três vezes ao dia (8:00, 13:00 e 18:00 horas).

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de temperatura e de umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas, verificados durante o período experimental, assim como o valor médio do ITGU, calculado segundo Buffington et al. (1981).

Para a formulação das rações experimentais, foi considerada uma ração basal (Tabela 2), deficiente em met + cis (0,756%), à base de milho e farelo de soja, suplementada com quatro níveis de DL-metionina (99%), em substituição ao amido de milho, resultando em rações com 0,810; 0,866; 0,920 e 0,976% de met + cis total, isoprotéicas e isocalóricas em relação à ração basal. As exigências nutricionais mínimas seguiram recomendações de Rostagno et al. (2000), com exceção do nível de metionina + cistina digestível.

Os níveis de met + cis total avaliados neste estudo corresponderam aos níveis de met + cis digestíveis calculados, de 0,682; 0,736; 0,790; 0,844 e 0,898%, e às relações entre met + cis digestível/lisina digestível, de 62, 67, 72, 77 e 82%, respectivamente.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de metionina + cistina, deposição de gordura

Tabela 1 – Condições ambientais médias observadas nas câmaras climáticas para os pintos de corte mantidos em estresse por calor

Idade (dias)	Temperatura do ar (°C)	Umidade Relativa (%)	ITGU
1	33,1 ± 0,0	58 ± 0,7	83 ± 0,0
2	32,0 ± 0,0	57 ± 0,6	82 ± 0,2
3	31,1 ± 0,0	56 ± 0,6	80 ± 0,1
4	30,1 ± 0,1	56 ± 0,9	79 ± 0,3
5	29,9 ± 0,0	56 ± 0,2	78 ± 0,1
6	29,6 ± 0,2	59 ± 1,2	78 ± 0,0
7 – 21	31,3 ± 1,2	58 ± 2,4	80 ± 1,4

e proteína e peso relativo das vísceras e dos órgãos comestíveis (coração, fígado e moela) e não-comestíveis (proventrículo, pulmão e intestino).

O fornecimento de ração e água foi *ad libitum*, sendo que a água foi trocada duas vezes ao dia. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida, os desperdícios e as sobras das rações experimentais, pesadas no início e no final da fase experimental. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início e final do experimento. A partir dos dados de consumo de ração e ganho de peso, calculou-se a conversão alimentar dos animais.

Ao final do experimento, após jejum de 6 horas, as aves foram pesadas. Quatro aves de cada repetição, considerando-se o peso médio de cada unidade experimental (10% acima e abaixo da média), foram escolhidas e abatidas por meio de deslocamento cervical. Após serem sangradas, depenadas e evisceradas, as aves foram pesadas. As carcaças inteiras (incluindo pés e cabeça), sem as vísceras e o sangue, foram moídas, durante 15 minutos, em “cutter” comercial de 30 HP e 1.775 rpm, obtendo-se amostra para posterior determinação da deposição de gordura e de proteína na carcaça.

As amostras de carcaça foram inicialmente pré-secas em estufa com ventilação forçada a ± 60°C, durante 72 horas. Posteriormente, em razão do alto teor de gordura, foi realizado o pré-desengorduramento pelo método a quente, em aparelho extrator do tipo “Soxhlet”, durante 4 horas. Após esta

Tabela 2 - Composição centesimal da ração basal

Ingredientes	(%)
Milho (8,72% PB ¹)	56,500
Farelo de soja (46,72% PB ¹)	36,900
Amido	0,343
Óleo vegetal	2,330
Fosfato bicálcico	1,816
Calcário	1,125
Sal	0,390
Mistura mineral ²	0,050
Mistura vitamínica ³	0,100
DL-metionina (99%)	0,192
L-treonina	0,005
L-triptofano	0,009
Cloreto de colina (60%)	0,125
Anticoccidiano ⁴	0,050
Bacitracina de Zinco	0,055
BHT	0,010
TOTAL	100,000
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	22,12
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.000
Metionina total (%)	0,439
Metionina digestível (%)	0,418
Met + Cis total (%)	0,756
Met + Cis digestível (%)	0,682
Lisina total (%)	1,248
Lisina digestível (%)	1,100

¹ Valor obtido no laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, de acordo com metodologia descrita por SILVA (1990).

² Rologomix (Roche), quantidade por quilo do produto: Fe – 100 mg; Co- 2,0 mg; Cu – 20,0 mg; Mg– 160,0 mg; Zn - 100,0 mg; I- 2,0 mg; q.s.p. - 1.000 g.

³ Rovimix (Roche), quantidade por quilo do produto: Vit. A - 10.000 U.I.; Vit. D₃ - 2.000 U.I.; Vit. E - 30 U.I.; Vit. B₁ - 2,0 mg; Vit. B₂ - 6,0 mg; Vit. B₆ - 4,0 mg; Vit. B₁₂ - 0,015 mg; Ác. pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,1 mg; Vit. K₃ - 3,0 mg; Ác. fólico - 1,0 mg; Ác. nicotínico - 50,0 mg; Se– 0,25 mg; q.s.p.– 1.000 g.

⁴ Coxitac 12 % (Pfizer) – Salinomocina.

etapa, as amostras foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises.

Os teores de água e gordura extraídos no processo de preparo das amostras foram considerados para a correção dos valores das análises. As análises de extrato etéreo e proteína bruta das amostras foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme métodos descritos por Silva (1990).

Um grupo adicional de 15 aves, com 1 dia de idade, foi abatido para determinação da composição corporal das aves no início do experimento. As deposições de gordura e proteína na carcaça foram calculadas pela diferença entre a composição da carcaça dos pintos de corte com 21 e 1 dia de idade.

Os órgãos foram cortados longitudinalmente e pendurados à sombra para que o sangue escorresse, sendo pesados em seguida. O intestino foi aberto em toda sua extensão, sendo retirado seu conteúdo, lavado e, após escorrido o excesso de água, pesado. O peso relativo (%) dos órgãos foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

As análises estatísticas das variáveis de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar e consumo de met + cis), de deposição de gordura e de proteína e de peso dos órgãos foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análise Estatística e Genética), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1992). A estimativa de exigência de met + cis foi estabelecida por meio de modelos de regressão polinomial e do modelo descontínuo – LRP (Linear Response Plateau), conforme o melhor ajuste dos dados.

Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho, de consumo de metionina + cistina e das deposições de proteína e de gordura na carcaça dos pintos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse de calor, são mostrados na Tabela 3.

Não se observou efeito ($P > 0,05$) dos níveis de met + cis da ração sobre o ganho de peso (GP) das aves. Este resultado foi similar ao obtido por Resende et al. (1980) que, avaliando níveis de aminoácidos sulfurados para pintos de corte submetidos à alta temperatura ambiental, não constataram efeito do nível de met + cis sobre o GP das aves. Por outro lado, Silva et al. (1996) e Albino et al. (1999), estudando a exigência de aminoácidos sulfurados para pintos de corte em condições de ambiente

Tabela 3 – Efeito do nível de met + cis da ração sobre o desempenho e deposição de proteína e de gordura na carcaça de pintos de corte mantidos em estresse por calor

Parâmetros	Níveis de met + cis (%)					CV (%)
	0,756	0,810	0,866	0,920	0,976	
Peso final (g)	748	742	756	751	749	3,74
Ganho de peso (g)	699	694	707	703	701	4,00
Consumo de ração (g)	944	934	941	934	934	3,81
Conversão alimentar ¹	1,35	1,35	1,33	1,33	1,33	1,64
Consumo met + cis ² (g)	7,1	7,6	8,1	8,6	9,1	3,81
Deposição de gordura (g)	60	59	60	61	59	6,40
Deposição de proteína (g)	93	92	92	91	91	4,15

¹e ² Efeito linear (P<0,05) e (P<0,01), respectivamente.

em que a temperatura variou entre 19 e 31°C, verificaram variação significativa no GP dos pintos de corte na fase de 1 a 21 dias em razão do nível de met + cis da ração. Com estes resultados, ficou evidenciado que a resposta de GP das aves quando se considera os aminoácidos sulfurados na ração pode variar de acordo com a temperatura do ambiente a que as aves são expostas.

Os níveis de met + cis da ração não influenciaram (P>0,05) o consumo de ração (CR) das aves. Resultado similar foi observado por Mitchel e Robbins (1984), que não encontraram variação no CR de pintos de corte dos 8 aos 22 dias, expostos à alta temperatura em função do aumento no nível de met + cis total da ração, de 0,791 para 1,033%. Entretanto, estes mesmos autores, em um segundo experimento com pintos também submetidos a ambiente de alta temperatura, verificaram variação no CR dos pintos quando o nível de met + cis total da ração variou de 0,593 para 1,193%. De acordo com os resultados desses autores, pode-se deduzir que a resposta de CR das aves pode se alterar de acordo com os níveis de met + cis avaliados.

Em contrapartida, estes resultados contrastam com os obtidos por Sekiz et al. (1975) e com o relato de Waldroup et al. (1976), de que o excesso de aminoácidos essenciais pode prejudicar o CR das aves, principalmente, em condições de alta temperatura; e com o relato de Schutte

& Pack (1995) de que as aves compensam deficiências nutricionais de metionina aumentando o consumo de ração.

Verificou-se efeito ($P < 0,05$) dos níveis de met + cis da ração sobre a conversão alimentar (CA), que melhorou de forma linear (Figura 1). Embora tenha ocorrido efeito linear, não se observou melhora no valor absoluto da CA a partir do nível de 0,866% de met + cis total, correspondente ao nível calculado de 0,792% met + cis digestível, o que indica que neste nível a exigência das aves para melhor resposta de eficiência de utilização do alimento para GP, possivelmente, foi atendida. O nível de met + cis encontrado neste trabalho difere daqueles de 0,90% de met + cis total preconizados pelo NRC (1994) e por Rostagno et al. (2000).

Variação na CA dos pintos de corte submetidos a alta temperatura ambiental em função do nível de met + cis da ração, também foi observada por Mitchel & Robbin (1984). No nível de met + cis em que se observou o melhor resultado de CA das aves neste estudo, a relação destes aminoácidos com a lisina correspondeu a 69 e 72%, respectivamente, na base total e digestível. O resultado obtido da relação correspondente a 69% na base dos aminoácidos totais, difere daquele verificado por Rezende et al. (1980) que observaram melhor resposta de CA no nível de met + cis total que correspondeu a 63% do nível de lisina total, utilizando ração com 21,5% de PB. Por outro lado, a relação da met + cis com a lisina, de 72% na base digestível encontrada neste trabalho, para melhor desempenho das aves, foi semelhante às de 71 e 72% preconizadas, respectivamente, por Rostagno et al. (2000) e Baker & Hann (1994) para pintos de corte de 1 a 21 dias de idade.

Pelos resultados obtidos neste estudo, ficou evidenciado que a exigência de met + cis para pintos de corte na fase inicial de crescimento, para melhor resposta de CA, é maior que aquela para maior GP. Da mesma forma, Resende et al. (1980) também verificaram que as exigências de met + cis para maximizar a eficiência de utilização de alimentos para pintos de corte na fase inicial de crescimento, mantidos em ambiente de calor, foi maior que aquela para maximizar o GP.

O consumo de met + cis (CMC) aumentou ($P < 0,01$) de forma linear (Tabela 4) em função da concentração de met + cis da ração. O fato de o

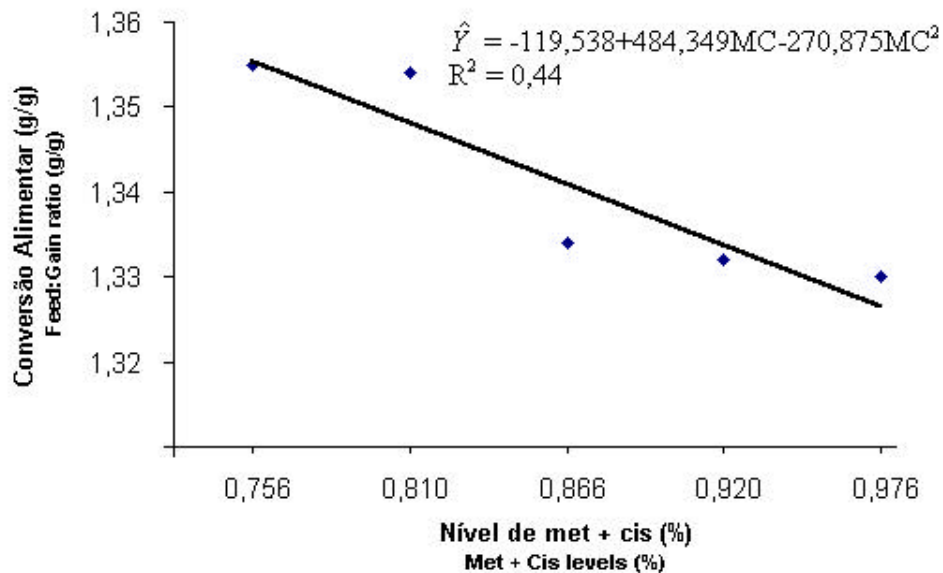


Figura 1 – Conversão alimentar das aves mantidas em estresse de calor, no período de 1 a 21 dias de idade, em função do nível de met + cis da ração.

CR não ter variado entre os tratamentos justifica o aumento verificado no consumo de met + cis.

Com relação à carcaça não foi verificado efeito ($P > 0,05$) dos níveis de met + cis da ração sobre a deposição de proteína e de gordura, revelando que não houve variação na composição do GP das aves. Enquanto o resultado de deposição de proteína está coerente com o encontrado por Albino et al. (1999) que não constataram efeito do nível de met + cis da ração sobre a porcentagem de proteína da carcaça de pintinhos de corte de duas marcas comerciais aos 21 dias de idade, os resultados de deposição de gordura diferem dos obtidos por estes mesmos autores, que verificaram variação quadrática na porcentagem de gordura da carcaça com o aumento do nível de met + cis da ração.

Os pesos relativos das vísceras comestíveis e não-comestíveis dos pintos de corte, recebendo rações com diferentes níveis de met + cis e mantidos em estresse de calor, são mostrados na Tabela 4.

O peso relativo do proventrículo diminuiu ($P < 0,01$) de forma linear enquanto os dos pulmões e o do intestino variaram de forma quadrática ($P < 0,01$) e ($P < 0,06$) (Tabela 5).

Tabela 4 – Efeito dos níveis de met + cis da ração sobre o peso relativo de vísceras de pintos de corte aos 21 dias de idade, mantidos em estresse por calor

Parâmetros	Níveis de met + cis (%)					CV (%)
	0,682	0,736	0,790	0,844	0,898	
	Peso Relativo (g)					
Coração	0,66	0,67	0,61	0,61	0,64	14,12
Fígado	2,68	2,84	2,60	2,70	2,77	7,26
Moela	2,41	2,43	2,44	2,51	2,41	9,21
Proventrículo ¹	0,64	0,66	0,63	0,58	0,57	14,21
Pulmão ²	0,73	0,70	0,65	0,69	0,76	14,26
Intestino ³	4,41	4,42	4,10	3,99	4,25	8,74

¹ Efeito linear (P<0,01).

^{2e3} Efeito quadrático (P<0,01) e (P<0,06), respectivamente.

Os pesos relativos das demais vísceras avaliadas não variaram (P>0,10) com o aumento do nível de met + cis da ração.

Não se encontrou na literatura consultada informação de possíveis alterações fisiológicas, metabólicas ou endócrinas das aves que pudessem justificar estes resultados.

Tabela 5 – Equações de regressão para conversão alimentar (CA), consumo de met + cis (CMC), peso relativo do proventrículo (RPROV), peso relativo do pulmão (RPUL) e peso relativo do intestino (RINT) de aves aos 21 dias, mantidas em estresse por calor

Variável	Regressão	* R ² ou r ²
CA	$\hat{Y} = 1,423 - 0,097MC^{**}$	0,74
CMC	$\hat{Y} = 0,203922 + 9,10207MC$	0,99
RPROV	$\hat{Y} = 0,934427 - 0,366925MC$	0,73
RPUL	$\hat{Y} = 5,73115 - 11,7934MC + 6,88627MC^2$	0,90
RINT	$\hat{Y} = 18,6579 - 32,2199MC + 17,82C^2$	0,65

** MC – metionina + cistina.

* R² – equação quadrática; r² – equação linear.

Conclusões

Pintos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, mantidos em estresse de calor exigem 0,866% de met + cis total, correspondente ao nível calculado de 0,790% de met + cis digestível (0,263%/Mcal de EM) e a uma relação de 72% com a lisina digestível, para melhor resposta de conversão alimentar.

Referência Bibliográfica

- ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS JR., J.G.; et al. Níveis de metionina + cistina para pintos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.519-525, 1999.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v. 73, p. 739-745, 1994.
- BUFFINGTON, D.E., COLAZZO-AROCHO, A., CANTON, G.H., PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- MITCHELL, N.S.; ROBBINS, K.R. Effect of dietary energy level on the total sulfur amino acid of growing broilers. **Tennessee farm and Home Science**, v. 125, p.6-10, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient Requirements of Poultry**, 9.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- OLIVEIRA NETO, A.R. **Efeito de níveis de energia da ração e da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de pintos de corte**. Viçosa: UFV, 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- RESENDE, J.A.A.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B.; et al. Níveis de proteína, aminoácidos sulfurosos e lisina na ração de pintos submetidos a regime de alta temperatura 1. Fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.1, p.91-197, 1980.
- RODWELL, V.W. **Metabolismo de proteínas e aminoácidos: Biossíntese de Aminoácidos**. In HARPER: Bioquímica. ed. atheneu – São Paulo, 1994. 705p.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, Piracicaba, 1990. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1990, p. 11-30.
- 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, 2ª ed., 141p., 2000.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990, 165p.
- SILVA, M.A. **Exigências nutricionais em metionina+Cistina para pintos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração**. Viçosa: UFV, 1996. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- SCHUTTE, J.B.; PACK, M. Sulfur amino acid requirement of broiler chicken from fourteen to thirty-eight days of age. I – Performance and carcass yield. **Poultry Science**, v. 74, p. 480-487, 1995.
- SEKIZ, S.S.; SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C. The effect of methionine deficiency on body weight, food and energy utilization in the chick. **Poultry Science**, v. 54, p. 1184-1188, 1975.
- SUK, Y.O.; WASHBURN, K.W. Effects of environmental on growth, efficiency of feed utilization, carcass fatness, and their association. **Poultry Science**, v. 74, p. 285-296, 1995.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG. Central de Processamento de Dados – UFV/CPD. **SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 59p.
- YUNianto, V.; HAYASHI, K.; OHTSUKA, A.; TOMITA, Y. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chicken. **British Journal Nutrition**, v. 77, p.897-909, 1997.
- XAVIER, E.G. **Nível de energia metabolizável em rações para poedeiras nas condições de temperatura e umidade relativa no inverno e verão da região de Pelotas – RS**. Pelotas, RS, 1995. 198p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pelotas, 1995.
- WALDROUP, P.W.; MICHELL, R.J.; PYNE, J.R. et al. Performance of chick fed diets formulated to minimize levels of essential amino acids. **Poultry Science**, v. 55, p. 243-249, 1976.

Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro

RESUMO - O experimento foi realizado para determinar a exigência de metionina + cistina (met + cis) da ração para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro (23,5°C). Foram utilizados 240 frangos de corte machos Avian Farms, com peso médio inicial de 826 g, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,659; 0,704; 0,750; 0,796; 0,841% de met + cis), seis repetições e oito aves por unidade experimental. O aumento do nível de met + cis influenciou positivamente a CA, consumo de met + cis, o peso absoluto da coxa e o peso relativo da sobrecoxa. Não foi verificado efeito dos níveis de met + cis sobre o peso final, o ganho de peso, consumo de ração, peso absoluto e relativo do peito, da carcaça, da gordura abdominal, peso absoluto da sobrecoxa e peso relativo da coxa; assim como para o peso absoluto e relativo dos órgãos avaliados (coração, fígado, moela, proventrículo, pulmão e intestinos). O nível de 0,727% de met + cis total (0,661% met + cis digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 70% (72% para digestível), proporcionou melhor CA para frangos de corte mantidos em ambiente termoneutro.

Palavras-chave: desempenho, exigências nutricionais, frango de corte, aminoácidos sulfurosos, ambiente térmico

Levels of Methionine + Cystine for 22-To-42-Day-Old Broilers Kept Under Thermoneutral Environment

ABSTRACT- The experiment was carried out in order to determine the requirement of methionine + cystine (met + cys) in feed for 22-to-42-day-old broilers kept under thermoneutral environment (23.5°C). The experiment consisted of 240 Avian Farm male broilers, with 826 g average initial weight, distributed in a randomized experimental design with five treatments (0.659; 0.704; 0.750; 0.796; 0.841% of met + cys), six repetitions and eight birds per experimental unit. The increase of met + cys level influenced positively feed:gain ratio, met + cys intake, drumstick absolute weigh and thigh relative weight. No effect of met + cys levels was verified on the final weight, weight gain, feed intake, breast, carcass and abdominal fat absolute and relative weight, thigh absolute weight, and drumstick relative weight, or for relative and absolute weight of the evaluated organs (heart, liver, gizzard, proventriculus, lung and intestines). The level 0.727% met + total cys (0.661% met + digestible cys calculated), corresponding to the ratio met + cys/total lys of 70% (72% for digestible) gave the best feed:gain ratio for broilers kept in thermoneutral environment.

Keywords: performance, nutritional requirement, broiler, sulphur amino acids, thermal environment.

Introdução

As exigências nutricionais de frangos de corte estão em constantes mudanças em razão do intenso melhoramento genético ocorrido nos últimos tempos, que é responsável pela melhora no ganho de peso, na conversão alimentar e pela maior deposição de proteína corporal nas linhagens comerciais conhecidas atualmente (Rostagno et al., 1998).

Os frangos selecionados para maior rendimento de cortes nobres possuem menor consumo de ração, resultando em menor consumo de nutrientes totais. Para garantir a ingestão da quantidade de nutrientes exigidos por estas aves, pode-se aumentar a porcentagem destes na formulação das rações.

Por outro lado, mesmo com o menor consumo de ração, observa-se que o ganho de peso dessas aves aumenta a cada ano em razão da melhora na conversão alimentar, que pode ser explicada pela maior eficiência de digestão, absorção e utilização de nutrientes (aminoácidos). Tal fato pode influenciar a necessidade metabólica dos aminoácidos para atender a grande demanda para funções como a deposição de proteína corporal à medida que as aves vêm sofrendo pressão de seleção ao longo dos anos.

Desta forma, a nutrição também esteve em constante evolução durante as últimas décadas, com o objetivo de atender às novas exigências nutricionais e para amenizar os efeitos metabólicos negativos, resultantes do maior crescimento corporal dos frangos de corte.

Dentre os estudos nutricionais realizados, a exigência de metionina + cistina torna-se importante pela necessidade das aves de depositar tecido corporal e penas, que possuem importante função no isolamento corporal durante temperaturas abaixo da zona de conforto térmico e de proteção contra os arranhões na pele, que podem resultar no aumento das condenações parciais nos abatedouros.

Assim, o presente estudo foi realizado para determinar a exigência de metionina + cistina para frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em câmaras climatizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, no Município de Viçosa, MG.

Foram utilizados 240 frangos de corte machos, da linhagem Avian Farms, no período de 22 aos 42 dias de idade, com peso inicial médio de $827 \pm 2,5$ gramas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (níveis de met + cis totais), seis repetições e oito aves por unidade experimental.

Durante o período inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão convencional, sob manejo e alimentação tradicionais, como descrito por Gomes et al. (1996). Completados os 22 dias de idade, os frangos foram pesados e transferidos para as câmaras climáticas, quando teve início o período experimental. Os animais permaneceram no experimento até os 42 dias de idade.

As aves foram alojadas, em grupos de oito, em compartimento, de baterias metálicas (0,85 x 0,85m), com piso telado de área igual a 0,72 m², dotado de comedouros e de bebedouros tipo calha, constituindo-se cada gaiola em uma unidade experimental.

O programa de luz adotado durante todo o período experimental foi o contínuo, com 24 horas de luz artificial, fazendo-se uso de duas lâmpadas fluorescentes de 75 watts cada, por sala.

O monitoramento da temperatura e da umidade de cada sala foi feito por meio de termômetros (de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro) colocados à altura intermediária em relação ao compartimento central da bateria. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, durante todo o período experimental, três vezes ao dia (8:00, 13:00 e 18:00 horas).

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de temperatura e de umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas, verificados durante o período experimental, assim como o valor médio do ITGU, calculado segundo Buffington et al. (1981).

Tabela 1 – Condições ambientais médias observadas durante o período experimental nas câmaras climáticas, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro

Variáveis	Valores
Temperatura do ar média(°C)	23,5 ± 0,5
Umidade relativa média (%)	67,3 ± 3,1
Temperatura de globo negro média (°C)	23,5 ± 0,5
Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)	70,7 ± 0,7

Para a formulação das rações experimentais, foi considerada uma ração basal (Tabela 2), deficiente em met + cis (0,659%), à base de milho, farelo de soja e glúten de milho, suplementada com quatro níveis de DL-metionina – 99% (0,045; 0,091; 0,137; 0,182), em substituição ao amido de milho, resultando em rações isoprotéicas e isocalóricas com 0,704; 0,750; 0,796 e 0,841% de met + cis total, em relação à ração basal. As exigências nutricionais mínimas seguiram recomendações de Rostagno et al. (2000), com exceção do nível de metionina + cistina digestível.

Os níveis de met + cis totais avaliados neste estudo corresponderam aos níveis de met + cis digestíveis calculados de 0,593; 0,638; 0,684; 0,730 e 0,775% e às relações entre met + cis digestível/lisina digestível de 65, 70, 75, 80 e 85%.

O fornecimento de ração e água foi *ad libitum*, sendo a água trocada duas vezes ao dia. O consumo foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida, os desperdícios e as sobras das rações experimentais, pesadas no início e no final da fase experimental. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final do experimento. A partir dos dados de consumo de ração e ganho de peso, calculou-se a conversão alimentar dos animais no período.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de met + cis, deposição de gordura e de proteína na carcaça, rendimento de carcaça e o peso relativo e absoluto dos cortes nobres e da carcaça, das vísceras e dos órgãos comestíveis (coração, fígado e moela) e não-comestíveis (proventrículo, pulmão e intestino).

Tabela 2 - Composição centesimal da ração basal

Ingredientes	(%)
Milho (8,72% PB ¹)	64,500
Farelo de soja (46,72% PB ¹)	29,120
Amido	0,335
Óleo vegetal	2,390
Fosfato bicálcico	1,493
Calcário	1,191
Sal	0,402
Mistura mineral ²	0,050
Mistura vitamínica ³	0,100
DL-Metionina (99%)	0,150
L-Treonina	0,017
L-triptofano	0,012
Cloreto de colina (60%)	0,125
Anticoccidiano ⁴	0,050
Bacitracina de Zinco	0,055
BHT	0,010
TOTAL	100,000
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	19,18
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.099
Metionina total (%)	0,376
Metionina digestível (%)	0,358
Met + Cis total (%)	0,659
Met + Cis digestível (%)	0,593
Lisina total (%)	1,039
Lisina digestível (%)	0,912

¹ Valor obtido no laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, de acordo com metodologia descrita por SILVA (1990).

² Rologomix (Roche), quantidade por quilo do produto: Fe - 100 mg; Co- 2,0 mg; Cu - 20,0 mg; Mg- 160,0 mg; Zn - 100,0 mg; I- 2,0 mg; q.s.p. - 1.000 g.

³ Rovimix (Roche), quantidade por quilo do produto: Vit. A - 10.000 U.I.; Vit. D₃ - 2.000 U.I.; Vit. E - 30 U.I.; Vit. B₁ - 2,0 mg; Vit. B₂ - 6,0 mg; Vit. B₆ - 4,0 mg; Vit. B₁₂ - 0,015 mg; Ác. pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,1 mg; Vit. K₃ - 3,0 mg; Ác. fólico - 1,0 mg; Ác. nicotínico - 50,0 mg; Se- 0,25 mg; q.s.p.- 1.000 g.

⁴ Coxixtac 12 % (Pfizer) - Salinomocina.

Ao final do experimento, no 42^o dia, as aves foram pesadas após jejum alimentar de seis horas. Quatro aves de cada unidade experimental, considerando-se o peso médio de cada unidade experimental (10% acima e abaixo da média), foram abatidas por meio de deslocamento cervical. Após serem sangradas, depenadas e evisceradas, as aves foram pesadas. O rendimento de carcaça, expresso em porcentagem, foi obtido pela razão entre o peso da carcaça (eviscerada, com pés e cabeça) e o peso de jejum.

Para os cortes nobres: peito com osso, coxa e sobrecoxa, procedeu-se à pesagem e ao cálculo dos rendimentos em relação ao peso da carcaça eviscerada.

As carcaças inteiras (incluindo pés e cabeça), sem as vísceras e o sangue, foram moídas, durante 15 minutos, em “cutter” comercial de 30 HP e 1.775 rpm, obtendo-se amostra para posterior procedimento laboratorial.

As amostras de carcaça foram inicialmente pré-secas em estufa com ventilação forçada a $\pm 60^{\circ}\text{C}$, durante 72 horas. Posteriormente, em razão do alto teor de gordura, foi realizado pré-desengorduramento pelo método a quente, em aparelho extrator do tipo “Soxhlet”, durante 4 horas. Após esta etapa, as amostras foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises.

Os teores de água e gordura extraídos no processo de preparo das amostras foram considerados para a correção dos valores das análises. As análises bromatológicas (extrato etéreo, proteína bruta e matéria seca) das carcaças dos frangos de corte foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme métodos descritos por Silva (1990).

Um grupo adicional de 22 aves, com 22 dias de idade, foi abatido para determinação da composição corporal das aves no início do experimento. As deposições de gordura e proteína nas carcaças foram calculadas comparando-se as composições das carcaças das aves no início (22 dias de idade) e no final (42 dias de idade) do período experimental.

Os órgãos e as vísceras foram cortados longitudinalmente e pendurados à sombra para que o sangue escorresse, sendo pesados em seguida. O intestino foi aberto em toda sua extensão, sendo retirado seu conteúdo, lavado e, após escorrido o excesso de água, pesado. O peso relativo (%) das vísceras e dos órgãos foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Como procedimento estatístico, as análises das variáveis de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração), consumo de metionina + cistina, deposição de gordura e de proteína na carcaça, rendimento de carcaça, cortes nobres e peso das vísceras foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análise Estatística

e Genética) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1992). As estimativas de exigência de metionina + cistina no, período de 22 a 42 dias de idade, foram estabelecidas por meio de modelos de regressão polinomial e do modelo descontínuo – LRP (Linear Response Plateau), conforme o melhor ajuste dos dados.

Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho e de consumo de metionina + cistina (met + cis) dos frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro, são mostrados na Tabela 3.

Não foi observado efeito ($P>0,10$) do nível de met + cis digestível da ração sobre o ganho de peso (GP) dos frangos de corte. Assim, pode-se inferir que o nível de 0,659% de met + cis atendeu às exigências das aves no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro. Resultado semelhante foi obtido por Mitchell e Robbins (1984) que, avaliando a exigência de aminoácidos sulfurados para frangos de corte dos 28 aos 42 dias de idade, não verificaram variação no GP das aves quando o nível de metionina + cistina total da ração aumentou de 0,705 para 0,945%. Corroborando ainda estes resultados, Graber et al. (1971) concluíram que a exigência de metionina + cistina total de frangos de corte com cinco semanas de idade não foi superior a 0,630%.

A resposta de GP observada também está consistente com aquela obtida por Silva (1996) que, embora tenha verificado efeito significativo dos níveis de metionina + cistina sobre o GP na fase de crescimento, encontrou melhor resposta para esta variável no nível de 0,653% de metionina + cistina total, estimado pelo modelo Linear Response Plateau (LRP), quando utilizou ração com 17,5% de PB.

Em contrapartida, o resultado de GP obtido neste estudo diverge daqueles observados por Jensen et al. (1989), Barbosa (1998) e Albino et al. (1999), que constataram efeito significativo dos níveis de metionina + cistina total da ração sobre o GP de frangos de corte dos 22 aos 42 dias, com melhores respostas sendo obtidas com níveis destes aminoácidos acima de 0,75%.

Tabela 3 – Efeito do nível de met + cis da ração sobre o desempenho de frangos de corte mantidos em ambiente termoneutro

Parâmetros	Níveis de met + cis (%)					CV (%)
	0,659	0,704	0,750	0,796	0,841	
Peso final (g)	2.441	2.458	2.455	2.434	2.460	1,95
Ganho de peso (g)	1.613	1.631	1.629	1.607	1.633	2,94
Consumo de ração (g)	3.046	3.060	3.033	3.050	3.123	3,20
Conversão alimentar ¹	1,89	1,88	1,86	1,90	1,91	1,82
Consumo met+cis total	20,1	21,5	22,7	24,3	26,3	3,32

¹ Efeito quadrático (P<0,09).

² Efeito linear (P<0,01).

Não ocorreu variação (P>0,10) no consumo de ração (CR) dos frangos em razão do aumento do nível de metionina + cistina da ração. Este resultado foi similar aos resultados obtidos por Mitchell e Robbins (1984) e Silva (1996), que também não constataram influência do nível dos aminoácidos sulfurados da ração sobre o CR de frangos na fase de crescimento. Entretanto, os dados de CR observados diferem daqueles encontrados Sekis et al. (1975), Wheeler & Latshan (1981) e Barbosa (1998), que observaram variação significativa no consumo em razão do nível de metionina + cistina da ração.

A divergência de resultados encontrados na literatura pode ser atribuída ao nível de proteína e à magnitude do desbalanço de aminoácidos nas rações experimentais, dentre outros fatores. Com base em revisão de literatura, Silva (1996) relatou que os frangos de corte submetidos a rações com níveis adequados de proteína são menos suscetíveis ao desbalanço de aminoácidos, enquanto Tafuri et al. (1984) sugeriram que o grau de desbalanço (excesso ou deficiência) da metionina determinou o tipo de resposta de CR das aves.

O nível de metionina + cistina influenciou (P<0,09) de forma quadrática a conversão alimentar (CA) dos frangos, que melhorou até o nível estimado de 0,727% de metionina + cistina total (Figura 1), correspondente a 0,661% de met + cis digestível. Efeito quadrático dos níveis de aminoácidos sulfurados sobre a CA dos frangos de corte dos 21 aos 42 dias de idade também foi observado por Silva (1996), Barbosa (1998) e Albino (1999).

Apesar da similaridade da resposta de CA entre os trabalhos, o nível de metionina + cistina que proporcionou a melhor resposta neste estudo (0,727%) ficou abaixo dos níveis determinados por aqueles autores que ficaram acima de 0,890%.

Na literatura consultada, além dos autores citados, a estimativa de exigência de metionina + cistina total de frangos de corte de 22 aos 42 dias tendo a CA como parâmetro de resposta, variou de 0,70 (Baker et al., 1996) até 0,880% (Schutte e Pack, 1995a).

Entre os fatores que podem ter contribuído para a variação de resultados entre os autores, pode-se relacionar o nível de PB utilizado e o fato de se utilizar, em alguns trabalhos, dados das tabelas de composição de alimentos como referência para estimar o nível de metionina + cistina da ração basal. Determinando a exigência de metionina + cistina para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, Silva (1996) verificou melhor resposta de desempenho com o nível de 0,826% quando utilizou ração com 17,5% de PB e com o nível de 0,910% quando o nível de PB da ração correspondeu a 20%. De acordo com dados apresentados por Mitchell e Robbins (1984), o nível de metionina + cistina do milho e do farelo de soja pode variar, respectivamente, de 0,39 a 0,50% e de 1,44 a 1,69% em razão da fertilidade do solo, o que pode interferir na estimativa do nível de metionina + cistina da ração.

O consumo de metionina + cistina aumentou ($P < 0,01$) de forma linear de acordo com seus níveis na ração (Tabela 6). Como o CR dos frangos não se alterou ($P > 0,10$) entre os tratamentos, a variação no consumo de metionina + cistina ocorreu em razão direta de suas concentrações nas rações. Tendo como base os resultados de desempenho, determinou-se que a melhor resposta foi obtida no consumo estimado de 22,2 g de metionina + cistina no período avaliado.

Os resultados de peso absoluto e relativo de carcaça, dos cortes nobres e de gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias, mantidos em ambiente termoneutro, são apresentados na Tabela 4.

Com exceção do peso absoluto da coxa ($P < 0,06$) e do peso relativo da sobrecoxa ($P < 0,02$), que variaram de forma quadrática (Tabela 6), o peso relativo da coxa, os pesos absoluto da sobrecoxa e da carcaça e os pesos

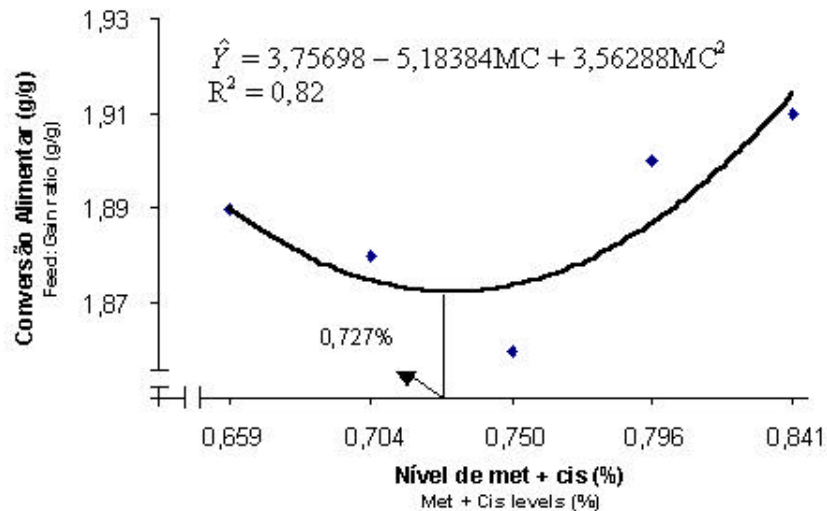


Figura 1 – Conversão alimentar das aves mantidas em ambiente termoneutro no período de 22 a 42 dias de idade, em função do nível de met + cis da ração.

absoluto e relativo dos demais cortes avaliados e da gordura abdominal não foram influenciados ($P > 0,10$) pelo nível de metionina + cistina da ração.

Enquanto a variação no peso absoluto da coxa pode ter ocorrido em função do crescimento corporal das aves, uma vez que o seu peso relativo não variou entre os tratamentos, a variação observada no peso relativo da sobrecoxa não está coerente com o resultado de peso relativo da perna (coxa + sobrecoxa) obtido por Silva (1996).

Embora o peso da carcaça encontrado tenha diferido daquele observado por Silva (1996), os resultados de pesos absoluto e relativo da gordura abdominal foram semelhantes aos verificados por aquele autor e por Silva (1996) e Jensen et al. (1989).

Por outro lado, tanto os dados do peso absoluto da carcaça quanto os dos pesos absoluto e relativo da gordura abdominal diferiram dos dados encontrados por Barbosa (1998), que constatou variação quadrática no peso da carcaça e redução linear nos pesos absoluto e relativo da gordura abdominal devido ao aumento nos níveis de metionina + cistina da ração. Outros autores (Barbosa, 1998; Schutte e Pack, 1995), também verificaram relação negativa entre os níveis de metionina + cistina da ração com a deposição de gordura abdominal.

Tabela 4 – Efeito dos níveis de met + cis da ração sobre o peso da carcaça e os pesos absoluto e relativo dos cortes e da gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro

Parâmetros	Níveis de met + cis (%)					CV (%)
	0,659	0,704	0,750	0,796	0,841	
Peso Absoluto (g)						
Peso após jejum						
Carcaça	1.890	1.916	1.942	1.886	1.886	5,51
Peito com osso	545	545	543	547	544	7,37
Coxa ¹	239	243	249	245	238	6,55
Sobrecoxa	244	238	240	237	241	8,28
Gordura abdominal	25	23	24	25	25	27,78
Peso Relativo (%)						
Rendimento						
Peito com osso	28,8	28,4	28,2	29,0	28,8	4,83
Coxa	12,6	12,7	12,8	13,0	12,6	4,29
Sobrecoxa ²	12,9	12,5	12,3	12,5	12,9	5,82
Gordura abdominal	1,34	1,18	1,25	1,31	1,29	25,98

^{1,2} Efeito quadrático (P<0,06) e (P<0,02), respectivamente.

Os pesos relativos (%) do coração, do fígado, da moela, do proventrículo, dos pulmões e do intestino de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, recebendo rações com diferentes níveis de metionina e cistina e mantidos em ambiente termoneutro, são mostrados na Tabela 5.

Com exceção do peso relativo dos pulmões, que reduziu (P<0,01) de forma linear (Tabela 6), os pesos dos demais órgãos e vísceras não foram influenciados (P>0,10) pelo nível de metionina + cistina da ração. Com estes resultados, ficou evidenciado que as possíveis alterações no metabolismo animal, em decorrência do aumento do consumo de metionina + cistina, de 20,1 para 26,3 g, entre os tratamentos, não refletiram em alteração significativa nos pesos relativos dos órgãos metabolicamente ativos, como fígado e intestino avaliados.

Tabela 5 – Efeito dos níveis de met + cis da ração sobre o peso relativo de vísceras e órgãos de frangos de corte aos 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro

Parâmetros	Níveis de met + cis (%)					CV (%)
	0,659	0,704	0,750	0,796	0,841	
	Peso Relativo (g)					
Coração	0,61	0,61	0,66	0,64	0,61	13,09
Fígado	2,33	2,36	2,29	2,36	2,21	7,93
Moela	1,85	1,68	1,69	1,84	1,66	11,07
Proventrículo	0,40	0,45	0,47	0,44	0,46	15,20
Pulmão ²	0,68	0,68	0,68	0,58	0,60	13,35
Intestino	3,11	2,93	2,75	3,06	2,74	8,86

¹ Efeito quadrático (P<0,09).

² Efeito linear (P<0,01).

Tabela 6 – Equações de regressão para conversão alimentar (CA), consumo de met + cis (CMC), peso absoluto da coxa (COXA), peso relativo da sobrecoxa (RSOBR) e peso relativo do pulmão (RPUL) de aves aos 42 dias, mantidas em ambiente termoneutro

Variável	Regressão	* R ² ou r ²
CA	$\hat{Y} = 3,75698 - 5,18384 MC + 3,56288 MC^2$	0,82
CMC	$\hat{Y} = - 1,78603 + 33,0145MC^{**}$	0,99
COXA	$\hat{Y} = -580,997 + 2.222,01MC - 1.487,72 MC^2$	0,91
RSOBR	$\hat{Y} = 53,5788 - 110,193MC + 73,5608MC^2$	0,98
RPULM	$\hat{Y} = 1,04887 - 0,541145MC$	0,72

** MC – Metionina + cistina.

* R² – equação quadrática; r² – equação linear.

Conclusões

O nível de 0,727% de met + cis total, correspondente ao nível calculado de 0,661% de met + cis digestível (0,213% de met + cis/Mcal de EM) e a uma relação met + cis/lis digestível de 72%, proporcionou melhor conversão alimentar em frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro.

Referência Bibliográfica

- ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS JR., J.G.; et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.519-525, 1999.
- BARBOSA, R.J. Exigência de Metionina+Cistina para frangos de corte na fase de crescimento e abate. Viçosa: : UFV, 1998. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Digestible lysine requeriment of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v. 73, p. 739-745, 1994.
- GOMES, P.C. ALBINO, L.F.T., SILVA, M.A. 1996. Criação de Frangos de corte. Viçosa, MG:UFV. 16p. (Informe Técnico, 78).
- MITCHELL, N.S.; ROBBINS, K.R. Effect of dietary energy level on the total sulfur amino acid of growing broilers. **Tennessee farm and Home Science**, v. 125, p.6-10, 1984.
- OLIVEIRA NETO, A.R. **Efeito de níveis de energia da ração e da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de frangos de corte.** Viçosa: UFV, 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- 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, 2ª ed., 141p., 2000.
- SCHUTTE, J.B.; PACK, M. Sulfur amino acid requirement of broilers chicken from fourteen to thirty-eight days of age. 1. Performance and carcass yield. **Poultry Science**, v. 74, p. 480-487, 1995a.
- SCHUTTE, J.B.; PACK, M. Effects of dietary sulfur-containing amino acids on performance and breast meat deposition of broiler chicks during the growing and finishing phases. **Poultry Science**, v. 36, p. 747-762, 1995b.
- SEKIS, S.; SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C. The effect of methionine deficiency on body weight, food and energy utilization in the chick. **Poultry Science**, v. 54, p. 1184-1188, 1975.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 2ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990, 165p.
- SILVA, M.A. **Exigências nutricionais em metionina+Cistina para frangos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração.** Viçosa: : UFV, 1996. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG. Central de Processamento de Dados – UFV/CPD. **SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 59p.

Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse por calor

RESUMO - O experimento foi realizado para determinar a exigência de metionina + cistina (met + cis) da ração para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade mantidos em estresse por calor (30°C). Foram utilizados 240 frangos de corte machos Avian Farms, com peso inicial médio de 826 gramas, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0,659; 0,704; 0,750; 0,796; 0,841% de met + cis), seis repetições e oito aves por unidade experimental. O aumento do nível de met + cis influenciou positivamente a conversão alimentar (CA), o consumo de met + cis, o peso absoluto de peito, coxa e sobrecoxa e peso relativo de peito e sobrecoxa. Não foi verificado efeito dos níveis de met + cis sobre o ganho de peso, consumo de ração, peso absoluto e relativo de carcaça e de gordura abdominal e peso relativo da coxa; assim como para o peso absoluto e relativo dos órgãos avaliados (coração, fígado, moela, proventrículo, pulmão e intestinos). O nível de 0,774% de met + cis total (0,708% met + cis digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 74% (78% para digestível), proporcionou a melhor CA; enquanto o nível de 0,841% de met + cis total (0,775% digestível calculado), correspondente à relação met + cis/lis total de 81% (85% para relação met + cis/lis digestível), proporcionou o maior peso absoluto e relativo de peito dos frangos de corte mantidos em estresse por calor.

Palavras-chave: desempenho, exigências nutricionais, frango de corte, aminoácidos sulfurados, ambiente térmico

Levels of Methionine + Cystine for 22-to-42-Day-Old Broilers Kept Under Heat Stress

ABSTRACT- The experiment was carried out in order to determine the requirement of methionine + cystine (met + cys) in feed for 22-to-42-day-old broilers kept under heat stress (30°C). The experiment consisted of 240 Avian Farm male broilers, with 826 g average initial weight, distributed in a randomized experimental design with five treatments (0.659; 0.704; 0.750; 0.796; 0.841% of met + cys), six repetitions and eight birds per experimental unit. The increase of met + cys level influenced positively feed:gain ratio, met + cys intake, breast, drum stick and thigh absolute weight, and breast and thigh relative weight. No effect of met + cys levels was verified on the weight gain, feed intake, carcass and abdominal fat absolute and relative weight, thigh relative weight, or for relative and absolute weight of the evaluated organs (heart, liver, gizzard, proventriculus, lung and intestines). The level 0.774% met + total cys (0.708% met + digestible cys calculated), corresponding to the ratio met + cys/total lys of 74% (78% for digestible) gave the best feed:gain ratio, whereas the level 0.841 met + total cys (0.775% digestible calculated), corresponding to the ratio met + cys/digestible lys total of 81% (85% for the ratio met + cys/digestible lys), gave the highest breast absolute and relative weight for broilers kept under heat stress.

Keywords: performance, nutritional requirement, broiler, sulphur amino acids, thermal environment.

Introdução

O custo das rações de frangos de corte tem sido reduzido pela adição de aminoácidos sintéticos nas rações, que possibilitam diminuir a proteína bruta das rações e consequentemente adicionar menor quantidade de farelo de soja que é o ingrediente mais caro da ração. Por outro lado, quando se reduz a proteína bruta das rações, o equilíbrio entre os aminoácidos deve ser mantido adicionando aminoácidos essenciais (lisina, metionina e treonina) para garantir que o desempenho das aves não seja influenciado negativamente.

Dentre os aminoácidos essenciais a metionina é o primeiro limitante em rações de frangos de corte alimentados com rações práticas contendo milho e farelo de soja. Assim, a metionina é o primeiro aminoácido que deve ser suplementado em rações para aves e a quantidade adicionada à ração depende de alguns fatores, como: idade, proteína bruta, sexo, objetivo da empresa (frangos inteiros ou cortes nobres) e temperatura ambiente.

O efeito da temperatura ambiente e do nível de proteína bruta da ração sobre a exigência de metionina + cistina (met + cis) de frangos de corte foi estudado por Resende et al. (1980). Os autores verificaram exigência de 0,70% de aminoácidos sulfurados (AAS) para frango de corte na fase de crescimento, recebendo ração com 18% de proteína bruta. Todavia, quando as aves receberam ração com nível protéico reduzido (16% PB) e foram submetidas à temperatura ambiente de 29,3°C, estes observaram que o melhor desempenho ocorreu com nível de exigência menor (0,66% AAS).

Vários trabalhos têm sido realizados para determinar a exigência de met + cis para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Segundo o National Research Council – NRC (1994), a exigência de aminoácidos sulfurados (AAS) totais para frangos em crescimento é de 0,72%, enquanto Rostagno et al. (2000) determinaram exigência de met + cis total e digestível de 0,825 e 0,741%, respectivamente.

Mais recentemente, Lemme et al. (2003) verificaram que a exigência de met + cis para frangos de 14 a 35 dias de idade foi idêntica para as linhagens estudadas (Ross 308 e Cobb 500). Contudo, os autores

verificaram que a exigência de met + cis foi maior para o rendimento de peito, seguido pela conversão alimentar e por último para o ganho de peso, que apresentou seu valor máximo, com menor exigência de met + cis.

Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a exigência de met + cis para frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor (30°).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em câmaras climatizadas no Laboratório de Bioclimatologia Animal do Departamento de Zootecnia, do Centro de ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa no Município de Viçosa, MG.

Foram utilizados 240 frangos de corte machos, da linhagem Avian Farms, no período de 22 aos 42 dias de idade, com peso inicial médio de 826 + 2,3 gramas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (níveis de met + cis total), seis repetições e oito aves por unidade experimental.

Durante o período inicial (1 a 21 dias de idade), as aves foram criadas em galpão convencional, sob manejo e alimentação tradicionais, como descrito por Gomes et al. (1996). Completados os 22 dias de idade, os frangos foram pesados e transferidos para as câmaras climáticas, quando teve início o período experimental. Os animais permaneceram no experimento até os 42 dias de idade.

As aves foram alojadas em grupos de oito, em compartimento de baterias metálicas (0,85 x 0,85m), com piso telado de área igual a 0,72 m², dotado de comedouros e de bebedouros tipo calha, constituindo-se cada gaiola em uma unidade experimental.

O programa de luz adotado durante todo o período experimental foi o contínuo, com 24 horas de luz artificial, fazendo-se uso de duas lâmpadas fluorescentes de 75 watts cada, por sala.

O monitoramento da temperatura e da umidade de cada sala foi feito por meio de termômetros (de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo

úmido e de globo negro) colocados à altura intermediária em relação ao compartimento central da bateria. As leituras dos termômetros foram realizadas diariamente, durante todo o período experimental, três vezes ao dia (8:00, 13:00 e 18:00 horas).

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de temperatura e de umidade relativa do ar no interior das câmaras climáticas, verificados durante o período experimental, assim como o valor médio do ITGU, calculado segundo Buffington et al. (1981).

Para a formulação das rações experimentais, foi considerada uma ração basal (Tabela 2), deficiente em met + cis (0,659%), à base de milho, farelo de soja e glúten de milho, suplementada com quatro níveis de DL-metionina – 99% (0,045; 0,091; 0,137; 0,182), em substituição ao amido de milho, resultando em rações isoprotéicas e isocalóricas com 0,704; 0,750; 0,796 e 0,841% de met + cis total, em relação à ração basal. As exigências nutricionais mínimas seguiram recomendações de Rostagno et al. (2000), com exceção do nível de metionina + cistina digestível.

Os níveis de met + cis totais avaliados neste estudo corresponderam aos níveis de met + cis digestíveis calculados, de 0,593; 0,638; 0,684; 0,730 e 0,775%, e às relações entre met + cis digestível/lisina digestível, de 65, 70, 75, 80 e 85%.

O fornecimento de ração e água foi *ad libitum*, sendo a água trocada duas vezes ao dia. O consumo foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida, os desperdícios e as sobras das rações experimentais, pesadas no início e no final da fase experimental. Para determinar o ganho de peso, as aves foram pesadas no início e no final do experimento. A partir dos dados de consumo de ração e ganho de peso, calculou-se a conversão alimentar dos animais no período.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de met + cis, deposição de gordura e de proteína na carcaça, rendimento de carcaça e o peso relativo e absoluto dos cortes nobres e da carcaça, das vísceras e dos órgãos comestíveis (coração, fígado e moela) e não-comestíveis (proventrículo, pulmão e intestino).

Tabela 1 – Condições ambientais médias observadas durante o período experimental, nas câmaras climáticas alojando frangos de corte mantidos em estresse por calor

Variáveis	Valores
Temperatura do ar média (°C)	29,1 ± 0,2
Umidade relativa média (%)	61,7 ± 2,0
Temperatura de globo negro média (°C)	29,0 ± 0,2
Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)	77,6 ± 0,3

Ao final do experimento, no 42º dia, as aves foram pesadas após jejum alimentar de seis horas. Quatro aves de cada unidade experimental, considerando-se o peso médio de cada unidade experimental (10% acima e abaixo da média), foram abatidas por meio de deslocamento cervical. Após serem sangradas, depenadas e evisceradas, as aves foram pesadas. O rendimento de carcaça, expresso em porcentagem, foi obtido pela razão entre o peso da carcaça (eviscerada, com pés e cabeça) e o peso de jejum.

Para os cortes nobres, peito com osso, coxa e sobrecoxa, procedeu-se à pesagem e ao cálculo dos rendimentos em relação ao peso da carcaça eviscerada.

As carcaças inteiras (incluindo pés e cabeça), sem as vísceras e o sangue, foram moídas, durante 15 minutos, em “cutter” comercial de 30 HP e 1.775 rpm, obtendo-se amostra para posterior procedimento laboratorial.

As amostras de carcaça foram inicialmente pré-secas em estufa com ventilação forçada a $\pm 60^{\circ}\text{C}$, durante 72 horas. Posteriormente, em razão do alto teor de gordura, foi realizado pré-desengorduramento pelo método a quente, em aparelho extrator do tipo “Soxhlet”, durante 4 horas. Após esta etapa, as amostras foram moídas e acondicionadas em vidros para posteriores análises.

Os teores de água e gordura extraídos no processo de preparo das amostras foram considerados para a correção dos valores das análises. As análises bromatológicas (extrato etéreo, proteína bruta e matéria seca) das carcaças dos frangos de corte foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV, conforme métodos descritos por Silva (1990).

Tabela 2 - Composição centesimal da ração basal

Ingredientes	(%)
Milho (8,72% PB ¹)	64,500
Farelo de soja (46,72% PB ¹)	29,120
Amido	0,335
Óleo vegetal	2,390
Fosfato bicálcico	1,493
Calcário	1,191
Sal	0,402
Mistura mineral ²	0,050
Mistura vitamínica ³	0,100
DL-Metionina (99%)	0,150
L-Treonina	0,017
L-triptofano	0,012
Cloreto de colina (60%)	0,125
Anticoccidiano ⁴	0,050
Bacitracina de Zinco	0,055
BHT	0,010
TOTAL	100,000
Composição calculada	
Proteína bruta (%)	19,18
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.099
Metionina total (%)	0,376
Metionina digestível (%)	0,358
Met + Cis total (%)	0,659
Met + Cis digestível (%)	0,593
Lisina total (%)	1,039
Lisina digestível (%)	0,912

¹ Valor obtido no laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, de acordo com metodologia descrita por SILVA (1990).

² Rologomix (Roche), quantidade por quilo do produto: Fe – 100 mg; Co- 2,0 mg; Cu – 20,0 mg; Mg – 160,0 mg; Zn - 100,0 mg; I - 2,0 mg; q.s.p. - 1.000 g.

³ Rovimix (Roche), quantidade por quilo do produto: Vit. A - 10.000 U.I.; Vit. D₃ - 2.000 U.I.; Vit. E - 30 U.I.; Vit. B₁ - 2,0 mg; Vit. B₂ - 6,0 mg; Vit. B₆ - 4,0 mg; Vit. B₁₂ - 0,015 mg; Ác. pantotênico - 12,0 mg; Biotina - 0,1 mg; Vit. K₃ - 3,0 mg; Ác. fólico - 1,0 mg; Ác. nicotínico - 50,0 mg; Se - 0,25 mg; q.s.p. - 1.000 g.

⁴ Coxitac 12 % (Pfizer) – Salinomicina.

Um grupo adicional de 22 aves com 22 dias de idade foi abatido para determinação da composição corporal das aves no início do experimento. As deposições de gordura e de proteína nas carcaças foram

calculadas comparando-se as composições das carcaças das aves no início (22 dias de idade) e no final (42 dias de idade) do período experimental.

Os órgãos e as vísceras foram cortados longitudinalmente e pendurados à sombra para que o sangue escorresse, sendo pesados em seguida. O intestino foi aberto em toda sua extensão, sendo retirado seu conteúdo, lavado e, após escorrido o excesso de água, pesado. O peso relativo (%) das vísceras e dos órgãos foi calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Como procedimento estatístico, as análises das variáveis de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar e consumo de ração), consumo de metionina + cistina, deposição de gordura e proteína na carcaça, rendimento de carcaça, cortes nobres e peso das vísceras dos órgãos foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (Sistema para Análise Estatística e Genética), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (1992). As estimativas de exigência de metionina + cistina, no período de 22 a 42 dias de idade, foram estabelecidas por meio de modelos de regressão polinomial e do modelo descontínuo – LRP (Linear Response Plateau), conforme o melhor ajuste dos dados.

Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho e consumo de metionina + cistina (met + cis) dos frangos de corte, no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor, são mostrados na Tabela 3.

O ganho de peso (GP) não foi influenciado ($P > 0,05$) pelo nível de met + cis da ração; entretanto, verificou-se melhora de 2,2% no GP quando os frangos receberam ração contendo 0,750% de met + cis em relação à ração basal. A partir do nível de 0,750% de met + cis não houve melhora no GP. Resultados semelhantes foram obtidos por SILVA (1997), que encontrou melhor resposta no GP quando o nível de met + cis da ração foi de 0,782% para a linhagem Hubbard, enquanto para a linhagem Ross a exigência encontrada foi maior (0,816% de met + cis).

Tabela 3 – Efeito do nível de met e cis da ração sobre o desempenho de frangos de corte mantidos em estresse por calor

Parâmetros	Níveis de Met+Cis (%)					CV (%)
	0,659	0,704	0,750	0,796	0,841	
Peso final (g)	2212	2230	2245	2244	2205	3,23
Ganho de peso (g)	1386	1402	1417	1418	1381	5,17
Consumo de ração (g)	2759	2760	2730	2693	2707	4,67
Conversão alimentar ¹	1,99	1,97	1,93	1,90	1,96	2,83
Consumo met + cis total ²	18,2	19,4	20,5	21,4	22,8	4,56

¹ Efeito quadrático (P<0,06).

² Efeito linear (P<0,01).

O nível de met + cis da ração encontrado no presente estudo foi superior ao obtido por Mitchell e Robins (1984), que não verificaram respostas no GP de frangos de corte a partir do nível de 0,705% de met + cis da ração.

Já Silva et al. (1997), estudando a influência de níveis de met + cis em diferentes níveis de proteína bruta (PB) sobre o GP em frangos de corte, por meio do modelo Linear Response Plateau (LRP), observaram que as exigências de met + cis foram de 0,653 e 0,873% em rações contendo 17,5 e 20% de PB (proteína bruta), respectivamente. Os valores de exigência de met + cis encontrados por estes autores estão coerentes com o valor encontrado no presente estudo, que forneceu ração com 19,2% de PB para os animais, valor intermediário ao utilizado por Silva et al. (1997). Por outro lado, a exigência de met + cis encontrada neste trabalho ficou abaixo daquela obtida por Albino et al. (1999), que observaram exigência de 0,898 e 0,906% de met + cis, para machos da linhagem Hubbard e Ross, respectivamente.

O melhor valor absoluto do ganho de peso encontrado (0,750% met + cis total, que forneceu 0,638% de met + cis digestível calculado) proporcionou uma relação de 72 ou 70% de met + cis/lis total e digestível, respectivamente. Este resultado corrobora com os obtidos por Rostagno et al. (2002), que sugeriram o valor de 71% de met + cis/lis digestível para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade. Também, Lemme et al. (2003) encontraram melhor resposta de ganho de peso para frangos de

corte trabalhando com relação de 70% de met + cis/lis na fase de 14 a 35 dias de idade.

Embora o consumo de ração não tenha sido influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de met + cis da ração, verificou-se uma variação de 2% no consumo das aves, quando comparado o maior e o menor valor de met + cis avaliado. O maior consumo de ração dos frangos de corte que receberam a ração basal, em relação ao maior nível de met + cis estudado, pode ser explicado como o ajuste fisiológico da ave na tentativa de alcançar o melhor equilíbrio entre met + cis/lis necessário para formação de proteína corporal (Baker, 1993).

A suplementação de met + cis influenciou ($P<0,01$) positivamente a conversão alimentar (CA) das aves até o nível de 0,774% de met + cis (Figura 1), corroborando com os resultados obtidos por Albino et al. (1995), que também observaram variação da CA em razão da variação dos níveis de met + cis da ração. Da mesma forma, Albino et al. (1999) também verificaram efeito quadrático dos níveis de met + cis sobre a CA.

O nível de 0,774% de met + cis total, correspondente a 0,708% de met + cis digestível calculado, proporcionou o melhor equilíbrio entre os aminoácidos da ração, maximizando o ganho de peso por unidade de ração consumida. A exigência encontrada, correspondente à relação de met + cis/lisina, foi de 74 e 78% total e digestível, respectivamente.

Da mesma forma, Baker e Han (1994) verificaram melhor relação met + cis/lis digestível, de 75%, quando utilizaram o conceito de proteína ideal para frango de corte de 22 a 42 dias de idade. Em contrapartida, Rostagno et al. (2000) sugerem o valor de 71% de met + cis/lis total e digestível para frango de corte de 22 a 42 dias de idade.

A diferença observada na relação met + cis/lis pode ser explicada pela temperatura ambiente a qual os frangos foram submetidos em cada experimento. Como as porcentagens de met + cis e de outros aminoácidos para cada tecido (músculo, penas, órgãos) são diferentes, pode-se inferir que suas exigências pelo animal são modificadas por qualquer fator (ambiente, sexo) que altere a composição corporal destes.

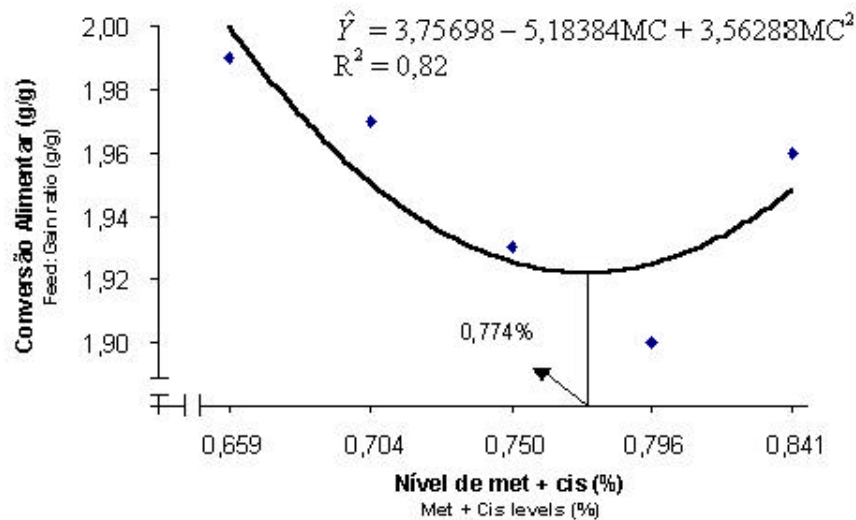


Figura 1 – Conversão alimentar das aves mantidas em estresse por calor, no período de 22 a 42 dias de idade, em função do nível de met + cis da ração.

Segundo Oliveira Neto (2000), a temperatura ambiente pode modificar algumas características corporais, como empenamento e peso relativo de órgãos. Já Geraert et al. (1996) encontraram alterações no rendimento de cortes nobres e na concentração plasmática de aminoácidos de aves mantidas em diferentes condições de temperatura ambiente.

O consumo de met + cis (CMC) aumentou ($P < 0,01$) de forma linear em razão dos níveis de met + cis da ração (Tabela 6). O fato de o consumo de ração não ter variado e dos níveis crescentes de met + cis utilizados nas rações experimentais podem justificar este resultado. O melhor desempenho das aves, medido pela CA, foi obtido pelo consumo total de 21,1 g de metionina + cistina. A quantidade de met + cis consumida que proporcionou o melhor desempenho de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor, foi inferior àquele encontrado para as aves mantidas em ambiente termoneutro (22,2 g), como mostrado no capítulo 3.

Os resultados de peso absoluto (g) e relativo (%) de carcaça, cortes nobres e gordura abdominal de frangos de corte aos 42 dias, mantidos em estresse por calor, são apresentados na Tabela 4. Os níveis de met + cis da

Tabela 4 – Efeito dos níveis de met + cis da ração sobre os pesos absoluto e relativo de carcaça de frangos de corte aos 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor

Parâmetros	Níveis de met + cis (%)					CV (%)
	0,659	0,704	0,750	0,796	0,841	
Peso Absoluto (g)						
Peso após jejum						
Carcaça	1.667	1.748	1.771	1.727	1.733	4,80
Peito com osso ¹	469	479	506	487	501	7,03
Coxa ²	219	231	230	224	224	6,30
Sobrecoxa ²	210	234	236	221	221	6,26
Gordura abdominal	22	25	23	23	24	24,68
Peso Relativo (%)						
Rendimento						
Peito com osso ¹	27,8	27,4	28,6	28,2	28,9	5,24
Coxa	13,1	13,2	13,0	12,9	13,0	4,41
Sobrecoxa ²	12,5	13,4	13,4	12,8	12,8	5,56
Gordura abdominal	1,29	1,41	1,26	1,35	1,38	24,82

¹ Efeito linear (P<0,03).

² Efeito quadrático (P<0,01).

ração influenciaram o peso absoluto e relativo do peito (P<0,03) e da sobrecoxa (P<0,01) e o peso absoluto da coxa (P<0,01).

O peso absoluto da coxa foi influenciado de forma quadrática pelos níveis de met + cis avaliados. Todavia, o peso relativo não variou em função do consumo de met + cis avaliado. Desta forma, pode-se inferir que a variação do peso absoluto ocorreu em razão do crescimento das aves.

Os pesos absoluto e relativo do peito foram aumentados linearmente em função da suplementação de DL-metionina na ração, com o maior nível avaliado de 0,841% de met + cis total, correspondente ao nível calculado de 0,775% de met + cis digestível, apresentando o melhor resultado (Figura 2). Apesar de observarem resposta do peito aos níveis de met + cis avaliados, Barbosa (1998) e Lemme et al. (2003) observaram uma resposta quadrática e não-linear do rendimento do peito em razão do aumento nos níveis de met + cis da ração. A diferença na resposta das aves, observada para esta variável, pode ser explicada pela variação entre o maior e o menor nível de

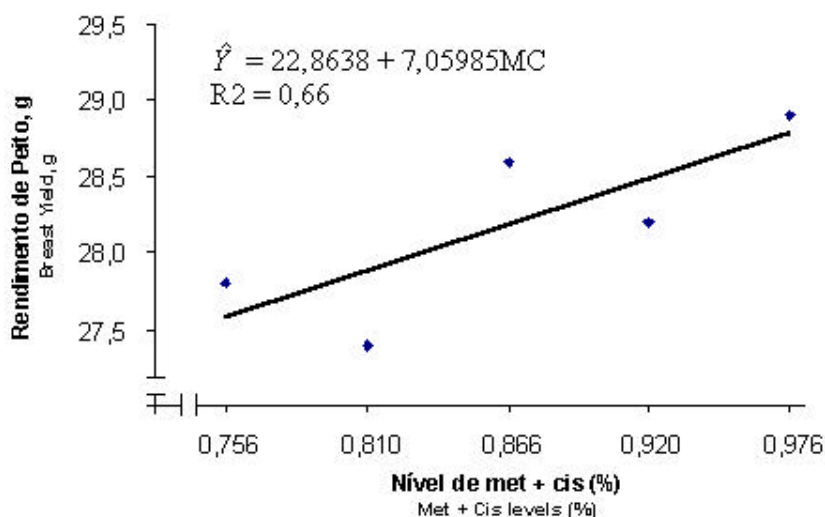


Figura 2 – Peso relativo (Rendimento) do peito das aves aos 42 dias, mantidas em estresse por calor, em função do nível de met + cis da ração.

met + cis estudados, que foram superiores nos trabalhos dos autores anteriormente citados.

Schutte e Pack (1995) também observaram melhora no rendimento do peito de frangos de corte à medida que os níveis de met + cis da ração foram aumentados.

Por outro lado, Silva (1996) não verificou influência dos níveis de met + cis da ração sobre o rendimento de peito de frangos de corte aos 42 dias de idade. A diferença no resultado pode estar associada à temperatura ambiente utilizada nestes estudos, uma vez que o peso relativo do peito das aves aos 42 dias mantidas em ambiente termoneutro, observado no capítulo 3, também não foi influenciado pelos níveis de met + cis avaliados.

Analisando os resultados obtidos, pode-se inferir que a exigência em met + cis foi maior para o peso relativo do peito em relação ao peso relativo da sobrecoxa. Ainda, as características de carcaça foram melhoradas quando o consumo de met + cis foi superior àquele observado para a CA, seguido pelo GP, que apresentou a menor exigência de met + cis.

A melhor relação met + cis/lis encontrada para o peso relativo de peito foi de 81 e 85% para total e digestível, respectivamente. Estes

resultados encontram-se acima daqueles observados por Lemme et al. (2003) e Barbosa (1998), que verificaram melhor rendimento de peito quando a relação met + cis/lis variou entre 69 e 75%. No entanto, a relação met + cis/lis digestível calculada, obtida por Barbosa (1998), que obteve o melhor rendimento de peito foi maior (81%) que a encontrada para a relação com base nos aminoácidos totais, mostrando um comportamento similar ao do presente estudo.

Comparando os resultados do peso relativo do peito, encontrado neste estudo, com aqueles obtidos com aves mantidas em ambiente termoneutro (capítulo 3), verifica-se que frangos de corte mantidos em estresse por calor são mais sensíveis aos níveis de met + cis da ração para a deposição de carne de peito.

Os pesos absolutos da coxa e da sobrecoxa foram maiores no nível de 0,754% de met + cis, que por sua vez também correspondeu ao melhor ganho de peso das aves. Assim, pode-se concluir que as variações ocorridas nos pesos absolutos da coxa e da sobrecoxa podem ser explicados pelo maior crescimento das aves recebendo este nível de met + cis na ração. O peso absoluto da sobrecoxa obtido dos frangos de corte mantidos em ambiente termoneutro (capítulo 3) também tiveram resposta quadrática, apresentando a mesma exigência de aminoácidos sulfurados que aquela obtida neste estudo. Contudo, as aves mantidas em ambiente termoneutro tiveram maior consumo em gramas, de met + cis (22,9 x 20,4 gramas no período experimental) em relação àquelas submetidas ao estresse por calor, em razão da diferença verificada no consumo de ração.

Por outro lado, o peso relativo da sobrecoxa, da mesma forma que o peso absoluto, apresentou resposta quadrática, tendo seu maior rendimento no nível de 0,749% de met + cis (Figura 3). Este resultado indica que o peso da sobrecoxa, semelhante ao do peito, foi influenciado pelos níveis de met + cis da ração e não pelo crescimento das aves, como ocorreu com a coxa.

O peso relativo da gordura abdominal não foi influenciado pelos níveis de met + cis avaliados neste estudo, diferindo dos resultados encontrados por Barbosa (1998) e Schutte e Pack (1995), que verificaram correlação negativa entre o peso relativo da gordura abdominal com níveis de met + cis

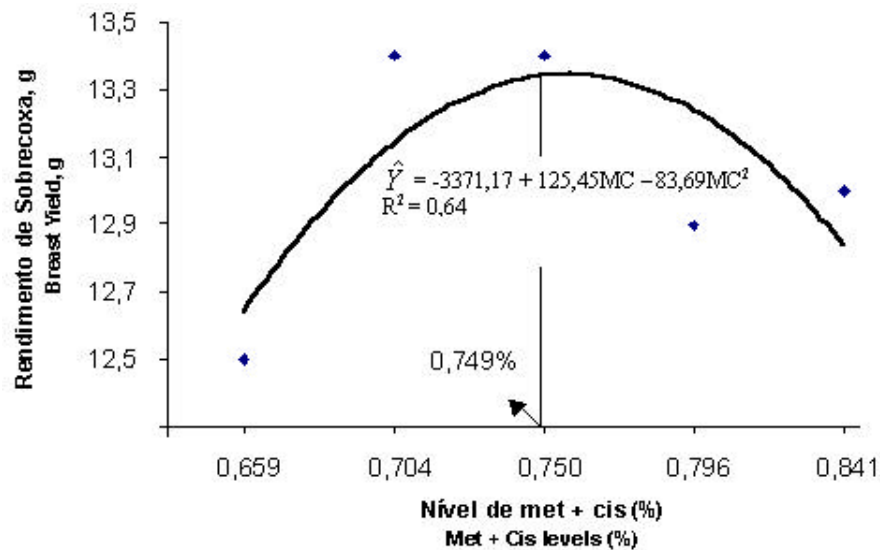


Figura 3 – Peso relativo (Rendimento) da sobrecoxa das aves aos 42 dias, mantidas em estresse por calor, em função do nível de met + cis da ração.

da ração. Todavia, Silva (1996) não observou efeito dos níveis de met + cis da ração sobre o peso relativo da gordura abdominal.

Os pesos absoluto (g) e relativo (%) do coração, do fígado, da moela, do proventrículo, do pulmão e do intestino de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor, recebendo rações com diferentes níveis de met + cis, são mostrados na Tabela 5.

Os níveis de met + cis da ração não influenciaram ($P > 0,05$) os pesos absoluto e relativo do coração, fígado, moela, proventrículo, pulmão e intestino. De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, os pesos absoluto (g) e relativo (%) dos órgãos não tiveram alterações metabólicas em função dos níveis de met + cis avaliados, que proporcionaram variação no consumo de 18,0 a 23,0 g de met + cis pelas aves. Pode-se inferir que a diferença entre o maior e o menor consumo de met + cis das rações, pelas aves, não foi suficiente para influenciar a atividade metabólica dos órgãos avaliados, de forma significativa para alterar seu tamanho.

Tabela 5 – Efeito dos níveis de met + cis da ração sobre o peso absoluto e relativo de vísceras de frangos de corte aos 42 dias de idade, mantidos em estresse por calor

Parâmetros	Níveis de met + cis (%)					CV (%)
	0,659	0,704	0,750	0,796	0,841	
Peso Absoluto (g)						
Coração	9,0	10,0	9,1	9,0	8,5	10,68
Fígado	34	35	37	35	36	7,59
Moela	27	29	28	30	28	11,55
Proventrículo	7,1	7,9	7,3	7,4	7,1	10,40
Pulmão	11	10,1	11,3	11,1	11,3	12,11
Intestino	48	48	46	44	47	7,17
Peso Relativo (%)						
Coração	0,52	0,58	0,53	0,52	0,50	11,28
Fígado	2,00	2,03	2,15	2,01	2,09	7,54
Moela	1,55	1,69	1,64	1,73	1,67	10,41
Proventrículo	0,41	0,46	0,42	0,43	0,42	12,06
Pulmão	0,64	0,59	0,66	0,65	0,66	11,58
Intestino	2,78	2,79	2,69	2,59	2,72	7,27

Tabela 6 – Equações de regressão para conversão alimentar (CA), consumo de met + cis (CMC), peso absoluto do peito (PEITO), peso absoluto da coxa (COXA), peso absoluto da sobrecoxa (SOBRE), peso relativo do peito (RPEITO) e peso relativo da sobrecoxa (RSOBR) de aves aos 42 dias, mantidas em estresse por calor

Variável	Regressão	* R ² ou r ²
CA	$\hat{Y} = 5,67042 - 9,69274 MC + 6,26342 MC^2$	0,81
CMC	$\hat{Y} = 2,08562 + 24,4973 MC^{**}$	0,99
PEITO	$\hat{Y} = 370,145 + 157,506 MC$	0,55
COXA	$\hat{Y} = -333,091 + 1492,49 MC - 989,891 MC^2$	0,60
SOBRE	$\hat{Y} = -1032,74 + 3361,31 MC - 2230,12 MC^2$	0,66
RPEITO	$\hat{Y} = 22,8638 + 7,05985 MC$	0,66
RSOBR	$\hat{Y} = -3371,17 + 125,455 MC - 83,6926 MC^2$	0,64

* r^2 – equação linear; R^2 – equação quadrática;

** MC – Metionina + Cistina

Conclusões

O nível de 0,774% de met + cis total, correspondente ao nível calculado de 0,708% de met + cis digestível (0,228% de met + cis/Mcal de EM) e uma relação met + cis/lis digestível de 78%, proporcionou a melhor resposta para a CA. Para o peso relativo do peito, a melhor resposta foi obtida utilizando 0,841% de met + cis total, correspondente ao nível de 0,775% de met + cis digestível (0,250% de met + cis/Mcal de EM) e a uma relação met + cis/lis digestível de 85%.

Referência Bibliográfica

- ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; ROSTAGNO, H. S. et al. Níveis de aminoácidos sulfurosos para frangos de corte, no período de 1 a 21 dias. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p.45-46.
- ALBINO, L.F.T.; SILVA, S.H.M.; VARGAS JR., J.G.; et al. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.519-525, 1999.
- BARBOSA, R.J. Exigência de Metionina+Cistina para frangos de corte na fase de crescimento e abate. Viçosa: : UFV, 1998. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- BAKER, D.H. Amino acid nutrition of pigs and poultry. In: COLE, D. J. A., Haresing, W. and Garnsworth, P.C. Recent developments in pig nutrition 2, Loughborough, UK:Nottinham University Press, 1993. Ed. 2, p. 60-75.
- BAKER, D.H.; HAN, Y. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v. 73, p. 739-745, 1994.
- BUFFINGTON, D.E., COLAZZO-AROCHO, A., CANTON, G.H., PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.
- GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal Nutrition**, v. 75, p. 195-204. 1996a.
- GOMES, P.C. ALBINO, L.F.T., SILVA, M.A. 1996. Criação de Frangos de corte. Viçosa, MG:UFV. 16p. (Informe Técnico, 78).
- LEMME, A.S.; MACK, S.L.; VIEIRA, S.L. 2003. Interactions of dietary protein and supplements of methionine plus cysteine on broiler production. Proceedings Australian Poultry Science Symposium; Trial report 15.53.02001
- MITCHELL, N.S.; ROBBINS, K.R. Effect of dietary energy level on the total sulfur amino acid of growing broilers. **Tennessee farm and Home Science**, v. 125, p.6-10, 1984.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Washington, EUA. **Nutrient Requirements of Poultry**, 9.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- OLIVEIRA NETO, A.R. **Efeito de níveis de energia da ração e da temperatura ambiente sobre o desempenho e parâmetros fisiológicos de frangos de corte**. Viçosa: UFV, 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

- RESENDE, J.A.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A.; SOARES. 1980. Níveis de proteína e aminoácidos sulfurosos e lisina em rações de frangos, submetidos a regime de estresse por calor. II. Fase de crescimento. R. Soc. Bras. Zootec., v. 20, p. 108-124.
- 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, 2ª ed., 141p., 2000.
- SCHUTTE, J.B.; PACK, M. Effects of dietary sulfur-containing amino acids on performance and breast meat deposition of broiler chicks during the growing and finishing phases. **Poultry Science**, v. 36, p. 747-762, 1995b.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 2 ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990, 165p.
- SILVA, M.A. **Exigências nutricionais em metionina+cistina para frangos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração**. Viçosa: : UFV, 1996. 73p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- SILVA, S.H.M. **Exigências em metionina+cistina para duas marcas comerciais de frangos de corte**. Viçosa: UFV, 1997. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 1992. *Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análise Estatística e Genética)*. Viçosa: Imprensa Universitária, 59p.

2. CONCLUSÕES GERAIS

A partir dos estudos realizados conclui-se que:

Em ambiente termoneutro:

- pintos de corte, na fase de 1 a 21 dias de idade, exigem 0,866% de met + cis total, correspondente à 0,790% de met + cis digestível (0,263%/Mcal de EM) para melhor resposta de ganho de peso e 0,894% de met + cis total, correspondente a 0,822% (0,274%/Mcal de EM) de met + cis digestível para melhores resultados de conversão alimentar e deposição de proteína na carcaça.

- frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro, exigem 0,727% de met + cis total, correspondente ao nível calculado de 0,661% de met + cis digestível (0,213% de met + cis/Mcal de EM) para melhor resposta de conversão alimentar.

Em ambiente de estresse por calor:

- pintos de corte, na fase de 1 a 21 dias de idade, exigem 0,866% de met + cis total, correspondente ao nível calculado de 0,790% de met + cis digestível (0,263%/Mcal de EM) para melhor resposta de conversão alimentar.

- frangos de corte, na fase de 22 a 42 dias de idade, exigem 0,774% de met + cis total, correspondente ao nível calculado de 0,708% de met + cis

digestível (0,228% de met + cis/Mcal de EM) para melhor resposta de conversão alimentar.