

METIONINA E LISINA NO DESENVOLVIMENTO DE FRANGOS DE CORTE.

SCHEUERMANN Gerson N.¹; MAIER João C.²; BELLAVER, Cláudio³ & FIALHO, Flávio B.³

¹AGROCERES Avicultura e Nutrição Animal Ltda. Rod.127 - Km 2.2; CEP 13500-970
Rio Claro - SP

²UFPEL / FAEM/ Dept^o de Zootecnia - Campus Universitário - Caixa Postal, 354, CEP 96010-900
Pelotas, RS - Brasil.

³EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Caixa Postal, 21, CEP 89700-000
Concórdia - SC

(Recebido para publicação em 16/12/94)

RESUMO

Estudou-se, através do rendimento de carcaça de frango de corte, linhagem em desenvolvimento no CNPSA-EMBRAPA, as exigências de metionina e lisina na dieta. Os tratamentos consistiram de 6 níveis crescentes de metionina (0,27; 0,35; 0,43; 0,51; 0,59 e 0,67 %) e de lisina (0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3 e 1,4 %), na fase 1, período de 1 a 21 dias de idade e de (0,25; 0,32; 0,39; 0,46; 0,53 e 0,60 %) e (0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1 e 1,2 %), respectivamente, na fase 2, correspondendo ao período de 22 a 42 dias de idade de desenvolvimento dos frangos. As estimativas dos níveis de exigência foram obtidas através do modelo de regressão da linha quebrada. A exigência de metionina foi de 0,44 % nas duas fases, para ambos os sexos. Para lisina a exigência foi de 1,03 % na fase de 1 a 21 dias para ambos os sexos, sendo de 0,86 e 0,78 %, na fase de 22 a 42 dias, para machos e fêmeas, respectivamente. A proteína bruta (PB) do frango aumentou tanto com a concentração da metionina como da lisina na dieta. A adição de lisina melhorou linearmente o rendimento de peito. Não houve efeito significativo dos aminoácidos nos outros cortes analisados, bem como na gordura abdominal. Níveis mais elevados de lisina diminuíram o teor de Extrato Etéreo(EE) da carcaça.

Palavras-chave: frango, carcaça, desenvolvimento, rendimento.

ABSTRACT

The work studied the methionine and lysine requirements on carcass composition of a broiler chick strain in development at CNPSA-EMBRAPA. Experiments were conducted with 6 levels of methionine (0,27; 0,35; 0,43; 0,51; 0,59 and 0,67 %) and lysine (0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3 and 1,4 %) at period 1 (1 to 21 days), and by 6 levels of methionine (0,25; 0,32; 0,39; 0,46; 0,53 and 0,60 %) and lysine (0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1 and 1,2 %), at period 2 (22 to 42 days) of chick development.

The requirement levels were estimated using the broken line model. The requirement of methionine was 0.44 % for both periods. Lysine was required at 1.03 % in period 1. Chicks in period 2 required 0,86 % and 0.78 % for males and females, respectively. The methionine increment in the diets increased linearly the body CP. Lysine supplementation increased linearly the proportion of breast and the values of CP. There was no effect of amino acids on the other cuts and abdominal fat. However, lysine level of 0,9 to 1,2 % resulted in lower EE level of the carcass than the observed with 0,7 and 0,8 % lysine in the diet.

Key words: chick, carcass, methionine, lysine, growth performance

INTRODUÇÃO

O progresso genético em termos de melhoria na taxa de crescimento, conversão alimentar e rendimento de carne é um desafio constante do ponto de vista nutricional. Já que a expressão fenotípica do potencial genético depende do ambiente, é importante conhecer as exigências nutricionais das aves em processo de melhoramento.

A suplementação de aminoácidos sintéticos tem propiciado facilidades no ajuste das fórmulas de ração, possibilitando a obtenção dos níveis exigidos de aminoácidos essenciais. Para a elaboração de um programa nutricional, é comum o nutricionista basear-se nas recomendações de Tabelas (ROSTAGNO *et al.*, 1983 ; NRC, 1984; WALDROUP, 1991), ou dos manuais fornecidos pelos detentores do material genético. Entretanto, os dados confundem-se devido às interações que ocorrem entre os diversos fatores ambientais envolvidos. A diversidade de informações exige cautela na análise dos objetivos e das particularidades em que os dados de cada trabalho são coletados. Em geral, verificam-se consideráveis variações quanto aos valores de exigência de metionina

(JENSEN *et al.* 1989 ; HICKLING *et al.*, 1990) e lisina (AL-NASSER *et al.* 1986). Por isso, a determinação das exigências destes aminoácidos em frangos de corte ainda é fator de grande importância para a moderna avicultura industrial.

Tornou-se relevante a preocupação com o nível de gordura corporal dos frangos de corte, uma vez que altos teores de gordura são motivo de queda no rendimento industrial e no valor comercial dos cortes. A adequação dos níveis de aminoácidos da dieta está entre os fatores que influem na obesidade dos frangos. GOUS & MORRIS (1985) observaram que quando a concentração de lisina da dieta aumentou de 0,6 para 1,6 %, o teor de gordura da carcaça declinou de 18 para 8 %.

A possibilidade de melhorar o rendimento de cortes nobres de frangos foi demonstrada por MORAN Jr & BILGILI (1990). No trabalho os autores observaram que, embora a elevação do teor de lisina da dieta de frangos em fase final não melhorasse o ganho de peso corporal, houve um significativo incremento no rendimento de peito e coxas. HICKLING *et al.*(1990) verificaram que um ganho de 15 a 20 g na carne de peito pode ser obtido pela suplementação de metionina e lisina em 12 % acima do recomendado pelo NRC (1984). A vantagem econômica dependeria do valor relativo da carne do peito e do custo dos aminoácidos. Os resultados são de importância fundamental, visto que o comércio do frango inteiro não é mais exclusivo, sendo tendência crescente a preferência por carne na forma de diversos cortes (DUDLEY-CASH, 1992).

O presente trabalho objetivou determinar as exigências de metionina e lisina para maximizar o desempenho de linhagem de frango de corte em desenvolvimento no CNPSA-EMBRAPA, nas fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. Também verificou-se a influência dos níveis desses aminoácidos no rendimento e na qualidade da carcaça.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos no Campo Experimental de Suruví, nas dependências do Centro Nacional de Suínos e Aves (CNPSA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Nos experimentos foram utilizados frangos de corte de linhagem em desenvolvimento no CNPSA.

Experimento

Para as determinações de exigências de metionina e lisina, na fase 1, utilizou-se frangos de 1 a 21 dias de idade. Os pintinhos (240 de cada sexo) foram alojados em baterias metálicas, compostas por nove boxes com dimensão de 0,9 x 0,9 m e equipadas com lâmpadas

elétricas (100 e 150 W) para aquecimento. Cada box comportava 10 aves do mesmo sexo. A partir do primeiro dia, os pintinhos receberam as dietas experimentais e água *ad libitum*. Os tratamentos (T1 a T6) consistiram de níveis crescentes de metionina (0,27; 0,35; 0,43; 0,51; 0,59 e 0,67 %) e lisina (0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3 e 1,4 %) total, suplementando as dietas basais (Tabela 1) com os aminoácidos sintéticos DL-metionina (99%) e L-Lisina-HCl (78,8%), respectivamente. As dietas foram isonitrogenadas com ácido glutâmico. Para a formulação da dieta basal considerou-se os valores de PB, Ca e P observados na análise dos ingredientes feita no Laboratório de Nutrição Animal do CNPSA (metodologia A.O.A.C., 1980). Na confecção da matriz do cálculo da dieta computou-se os valores de composição em aminoácidos dos alimentos conforme Tabela da EMBRAPA-CNPSA (1989). No vigésimo primeiro dia de vida, os frangos foram pesados coletivamente, conforme os boxes, fazendo-se também pesagem da sobra de ração dos comedouros.

Para estimar as exigências de metionina e lisina, na fase 2, utilizou-se frangos de 22 a 42 dias de idade. Aviários com dimensão de 100 x 12 m, dividido em 48 boxes de 1,9 x 1,7 m, representando as unidades experimentais. Os boxes foram agrupados em quatro linhas (blocos) e receberam as aves desde o 1º dia de vida. Cada box continha 25 aves de mesmo sexo, um comedouro tubular e um bebedouro tipo pressão. Foram utilizados 1200 frangos em cada experimento (600 machos e 600 fêmeas). Até os 21 dias, forneceu-se dieta convencional à base de milho e farelo de soja, com 21% PB, 3000 Kcal de EM/kg, 0,47 % de metionina e 1,15 % de lisina total. Para a fase experimental, formulou-se dietas basais (Tabela 1) que foram suplementadas com DL-Metionina ou L-Lisina-HCl, para obter seis níveis de metionina (0,25; 0,32; 0,39; 0,46; 0,53 e 0,60 %) ou lisina (0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1 e 1,2 %). As dietas experimentais foram isonitrogenadas com ácido glutâmico. A temperatura ambiental média ocorrida durante o período experimental foi de 23,3°C, observando-se médias mínima e máxima de 17,2 e 29,3°C, respectivamente. No 22º efetuou-se a uniformização dos boxes, sendo introduzidas as rações experimentais, as quais foram fornecidas *ad libitum*, assim como a água. No 42º dia de vida dos frangos, retirou-se os comedouros e efetuou-se a pesagem das aves e da sobra de ração, sendo calculados os valores médios de CR, GP e CA. Somente as aves vivas no box foram consideradas nos cálculos, uma vez que na ocorrência de aves mortas, a sobra de ração era pesada. Quatro aves por box foram separadas, permanecendo em jejum por 12 horas. Duas das quatro aves foram abatidas para a determinação da composição em cortes e gordura abdominal da carcaça, sendo coletados os dados de peso vivo antes do abate. Eviscerou-se os frangos e, após resfriamento da carcaça em água a 4°C, embalou-se as vísceras e carcaças, separadamente, em sacos plásticos,

refrigerando-as por 12 horas a -15°C . Logo após, efetuou-se a pesagem das carcaças e a retirada da gordura abdominal. Foi considerado como gordura abdominal a soma das gorduras laterais do abdômen, gordura da moela, dos intestinos e do coração. As outras duas aves marcadas por box foram sacrificadas, evitando-se perda de sangue, sendo então congeladas a -20°C . Quando completamente congeladas, as aves do mesmo box foram moídas em conjunto, inteiras, coletando-se uma amostra para posterior análise de extrato etéreo e proteína bruta ($N \times 6,25$), em laboratório. Os dados de peso da carcaça, coxas, peito e gordura abdominal foram relacionados percentualmente ao peso vivo antes do abate, sendo então denominados RCARC, RCOXAS, RPEITO e GA, respectivamente.

Estatística

O delineamento experimental utilizado, na fase 1, foi completamente ao acaso, em esquema fatorial 6×2 (tratamentos \times sexos), com quatro repetições e dez aves por unidade experimental. Os dados de Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP) e Conversão Alimentar (CA) foram submetidos à análise univariada da variância, conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = m + T_i + S_j + T_i S_j + e_{ij} \quad , \text{ onde:}$$

Y_{ij} = variável de resposta;
 m = média geral;
 T_i = efeito do tratamento i , $i = 1, \dots, 6$;
 S_j = efeito do sexo j , $j = 1, 2$;
 $T_i S_j$ = efeito da interação entre tratamento i e sexo j ;
 e_{ij} = erro aleatório associado à observação do tratamento i e sexo j .

Uma vez detectada a significância do efeito dos tratamentos sobre as variáveis GP e/ou CA, os dados foram ajustados ao modelo de regressão "broken line", através de modificação do programa descrito por ROBBINS (1986). A modificação do modelo consistiu em testar o efeito dos sexos no nível de exigência (ponto de quebra) e no coeficiente linear abaixo e acima desse nível do nutriente, utilizando quatro equações:

$$Y = p + dp - b(x-x_0-dx_0) + db(x-x_0-dx_0); \text{ para } x < x_m \text{ e sexo=Macho}$$

$$Y = p + dp + bl(x-x_0-dx_0) + dbl(x-x_0-dx_0); \text{ para } x > x_m \text{ e sexo=Macho}$$

$$Y = p - dp + b(x-x_0+dx_0) + db(-x+x_0-dx_0); \text{ para } x < x_f \text{ e sexo=Fêmea}$$

$$Y = p - dp + bl(x-x_0+dx_0) + dbl(-x+x_0-dx_0); \text{ para } x > x_f \text{ e sexo=Fêmea, sendo:}$$

Y = Variável resposta (GP ou CA);
 p = platô: valor da variável resposta no ponto de exigência;
 dp = efeito do sexo na variável resposta, na exigência;
 b = coeficiente de declividade da reta quando os níveis do nutriente são inferiores ao nível de exigência;
 x_0 = nível de exigência médio para os dois sexos;
 dx_0 = efeito do sexo no nível de exigência;
 db = efeito do sexo na declividade da reta abaixo da exigência;
 x = valores da variável independente;
 x_m = nível de exigência para machos;
 x_f = nível de exigência para fêmeas.
 dbl = coeficiente de declividade da reta quando os níveis do nutriente são superiores ao nível de exigência;
 dbl = efeito do sexo na declividade da reta acima do nível de exigência.

Para cada variável analisada, os parâmetros que não se mostraram significativos foram retirados do modelo. As análises foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (1985).

Para a fase 2, utilizou-se delineamento em blocos ao acaso com dois blocos e duas repetições por bloco, em esquema fatorial 6×2 (tratamentos \times sexos). Os dados de CR, GP e CA foram submetidos à análise de variância pelo mesmo modelo utilizado na fase de 1 a 21 dias, incluindo-se porém, o efeito de blocos. As variáveis de desempenho afetadas significativamente pelos tratamentos foram submetidas à análise de regressão da linha quebrada. Já para os dados de avaliação das carcaças, aplicou-se análise de regressão conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1 T + b_2 T^2 + b_3 T^3 + b_4 T^4 + b_5 T^5 + S_{0j} + S_{1j} T + S_{2j} T^2 + S_{3j} T^3 + S_{4j} T^4 + S_{5j} T^5 + B_j + e_{ijk}, \text{ sendo:}$$

Y_{ijk} = variável de resposta;
 b_0 = intercepto;
 $b_1 \dots b_5$ = coeficientes de regressão;
 T = efeito do nível de metionina ou lisina;
 S_{0j} = efeito do sexo j , no intercepto ($S_{0j} = 0$);
 $S_{1j} \dots S_{5j}$ = efeito do sexo j nos coeficientes b_1, \dots, b_5 ($S_{1j} = S_{2j} = S_{3j} = S_{4j} = S_{5j} = S_{1j} = 0$);
 B_j = efeito do bloco j ;
 e_{ijk} = desvio aleatório da observação k do bloco j , dentro do sexo

TABELA 1 - Composição da dieta basal para frangos submetidos a diferentes níveis de metionina e lisina.

Ingrediente	Frangos			
	Idade de 1 a 21 dias (Fase 1)		Idade de 22 a 42 dias (Fase 2)	
	Metionina	Lisina	Metionina	Lisina
Far. de soja	35,91	24,31	4,87	15,60
Far. de glúten	-	7,78	0,80	11,94
Óleo vegetal	4,11	0,68	2,49	-
Calcário	1,09	0,94	0,30	1,13
Fosfato bicálcico	2,35	2,49	0,25 ^b	1,91
Sal	0,30	0,30	0,02	0,30
Premix	0,50 ^a	0,50 ^a	-	0,25 ^b
DL-metionina	0,02	0,18	-	0,14
L-lisina	-	-	-	-
Ácido glutâmico	-	-	-	-
Caulim (q.s.p.)	100,00	100,00	100,00	100,00

^a Fornecido por Kg de ração: 10000 UI vit.A; 2000 UI Vit.D; 15 UI vit.E; 4mg vit.K; 3 mg vit.B1; 6 mg vit.B2; 3 mg vit.B6; 0,015 mg vit.B12; 0,15 mg biotina; 1 mg ác. fólico; 15 mg ác.pantotênico; 40 mg ác.nicotínico; 600 mg cloreto colina; 70 mg manganês; 50 mg zinco; 60 mg ferro; 8 mg cobre; 0,5 mg iodo; 0,2 mg selênio; 250 mg etoxiquim.

^b Fornecido por Kg de ração: 7000 UI vit.A; 1500 UI vit.D; 10 UI vit.E; 3 mg vit.K; 0,5 mg vit.B1; 4 mg vit.B2; 1 mg vit.B6; 0,010 mg vit.B12; 0,05 mg biotina; 0,6 mg ác.fólico; 10 mg ác.pantotênico; 30 mg ác.nicotínico; 450 mg cloreto colina; 70 mg manganês; 50 mg zinco; 80 mg ferro; 8 mg cobre; 0,5 mg iodo; 0,2 mg selênio; 250 mg etoxiquim.

TABELA 2 - Parâmetros físico-químicos da dieta basal para frangos submetidos a diferentes níveis de Metionina e Lisina.

Procedimento Analítico	Parâmetro	Frangos			
		Idade de 1 a 21 dias (Fase 1)		Idade de 22 a 42 dias (Fase 2)	
		Metionina	Lisina	Metionina	Lisina
Experimental	PB	20,59	21,26	18,93	19,75
	Cálcio	0,91	0,89	0,75	0,99
	Fósforo total	0,73	0,70	0,64	0,67
Calculado	EM (kcal/kg)	3000,00	3000,00	3100,00	3100,00
	PB	21,00	21,00	19,50	19,50
	Cálcio	1,03	1,00	1,00	0,95
	Fósforo disp.*	0,50	0,50	0,50	0,47
	Metionina	0,27	0,47	0,25	0,44
	Metionina + cistina	0,59	0,82	0,55	0,79
	Lisina	1,11	0,90	0,99	0,70
	Treonina	0,73	0,71	0,67	0,64
	Triptofano	0,31	0,24	0,27	0,18
	Valina	0,89	0,89	0,82	0,83
	Arginina	1,71	1,19	1,27	0,95
	Histidina	0,59	0,56	0,55	0,50
	Leucina	1,62	1,96	1,56	2,03
Fenilalanina	0,85	0,91	0,78	0,88	
Fenilalanina + tirosina	1,57	1,70	1,45	1,65	

* Considerando 100 % de disponibilidade para o fósforo de origem mineral e 33 % para o fósforo de origem vegetal (ROSTAGNO *et al.*, 1983.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 3 que na fase 1 do desenvolvimento dos frangos houve significativo efeito dos níveis de metionina ($P < 0,01$) e lisina ($P < 0,05$) no

consumo de ração (CR). A variação no consumo pode explicar, em parte, o comportamento dos dados de GP. A queda no consumo, com o uso de dietas deficientes ou mesmo com excesso de metionina já ocorrera em trabalho de KHALIL *et al* (1968). Segundo os autores, o

nível de metionina da dieta exerce um papel mais marcante no controle do CR do que a temperatura ambiental e a composição em gordura corporal dos frangos. Conforme McLEOD (1982), quando uma dieta está deficiente em algum aminoácido em particular, os outros se acumulam no sangue e prejudicam o apetite. STEINRUCK *et al.* (1990) verificaram que os frangos, quando em condições de livre escolha, rejeitaram as

dietas deficientes em metionina, o que evidencia que a ingestão deste aminoácido está sujeita ao controle fisiológico. Conforme SUMMERS & LEESON (1985), dietas levemente deficientes em metionina aumentam o consumo de ração, enquanto deficiências mais severas inibem o mesmo. Assim, parece que o grau de deficiência é crítico na determinação de queda ou aumento da ingestão.

TABELA 3. Dados de Consumo de ração (CR), Ganho de Peso (GP) e Conversão Alimentar (CA) de frangos submetidos a diferentes níveis de metionina ou lisina.

	Frangos											
	Idade de 1 a 21 dias (Fase 1)						Idade de 22 a 42 dias (Fase 2)					
	Metionina			Lisina			Metionina			Lisina		
	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA	CR (g)	GP (g)	CA
Machos	834,7**	581,6**	1,437**	785,0*	541,6**	1,451**	2404,63*	1182,3**	2,041**	2484,1**	1113,8**	2,235*
Fêmeas	782,2	532,5	1,471	758,8	508,3	1,492	2173,75	1039,9	2,093	2277,1	993,2	2,294
Média	808,5	557,0	1,454	771,9	524,9	1,471	2289,19	1111,1	2,067	2380,6	1053,5	2,265
Tratamentos ¹	**	**	**	*	**	*	*	**	**	NS	**	**
T1	768,8	501,4	1,534	739,6	482,3	1,532	2198,77	984,8	2,233	2391,3	993,7	2,408
T2	789,9	540,5	1,462	758,9	522,0	1,454	2356,85	1116,9	2,113	2399,6	1061,8	2,261
T3	814,6	569,6	1,431	764,3	527,6	1,448	2340,54	1132,0	2,068	2400,7	1073,1	2,242
T4	822,9	572,5	1,438	780,6	532,5	1,466	2325,36	1162,7	2,002	2391,8	1074,2	2,229
T5	830,7	580,4	1,432	795,7	543,7	1,462	2282,31	1140,2	2,005	2349,9	1057,3	2,226
T6	823,8	577,8	1,426	541,5	541,5	1,464	2231,29	1129,9	1,982	2350,6	1060,8	2,221
CV (%)	3,63	4,28	2,18	5,29	3,82	3,10	4,190	4,533	3,179	3,299	3,841	3,659

Diferenças significativas entre sexos (Teste F): * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$.

Diferenças entre tratamentos (Teste F): * = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; NS = não significativo.

¹ Tratamentos: (% de metionina da dieta na fase 1): T1=0,27; T2=0,35; T3=0,43; T4=0,51; T5=0,59; T6=0,67
 (% de lisina da dieta na fase 1): T1=0,9; T2=1,0; T3=1,1; T4=1,2; T5=1,3; T6=1,4
 (% de metionina da dieta na fase 2): T1=0,25; T2=0,32; T3=0,39; T4=0,46; T5=0,53; T6=0,60
 (% de lisina da dieta na fase 2): T1=0,7; T2=0,8; T3=0,9; T4=1,0; T5=1,1; T6=1,2

O efeito das dietas no CR aqui observado difere dos resultados obtidos por RESENDE *et al.* (1980), que não encontraram influência da metionina nesta variável. Porém, naquele trabalho o menor nível de metionina utilizado foi 0,34 %, o que possivelmente não causou desequilíbrio na dieta suficiente para afetar o consumo.

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) dos dois aminoácidos sobre as variáveis GP e CA. O modelo de regressão estimou exigência de 0,44 % de metionina para melhor GP quando foi utilizada a concentração de metionina na dieta, valor que está de acordo com o encontrado por RESENDE *et al.* (1980). Porém, foi observado melhor coeficiente de determinação quando da regressão do GP para ingestão do aminoácido (Tabela 4). Isso era esperado, uma vez que houve efeito das concentrações de metionina no CR.

Os coeficientes de determinação obtidos com as regressões dos dados de CA foram piores que os obtidos com GP. Diferentemente do GP, o coeficiente de determinação verificado na regressão de CA em função

dos dados de ingestão de metionina não foi melhor que o da regressão em função da concentração do aminoácido. Isso é coerente, pois a CA é um índice que já considera a variação do CR.

A exigência de 0,38 % de metionina para a obtenção da melhor CA foi menor que os 0,44 % estimados para o melhor GP. Este resultado contrasta as afirmações de BAKER (1977) e os resultados de RESENDE *et al.* (1980) de que a exigência para melhor CA é maior que para GP. Verificou-se, contudo, que a diferença desapareceu quando foram feitas as regressões para os dados em função da quantidade diária média de metionina ingerida, sendo exigidos 0,15 g/dia para otimizar as duas variáveis.

Considerando a exigência determinada em percentagem da dieta e o teor de cistina da dieta basal, a exigência de aminoácidos sulfurados (AAS) observada no presente trabalho foi de 0,76 %. O valor é inferior aos 0,82 % determinados em trabalho de WHEELER & LATSHAW (1981) que expressaram os dados nestes

termos. Na realidade, porém, os resultados não diferem por terem sido utilizadas diferentes concentrações energéticas nas dietas basais. Assim, para o teor de energia aqui utilizado, a exigência estimada por WHEELER & LATSHAW (1981) reduz-se também para 0,76 %. Também na mesma base de energia da dieta,

BOOMGAARDT & BAKER (1973) determinaram exigência de AAS de 0,71 %. Porém, considerando que os autores utilizaram dietas purificadas, é possível que o valor por eles obtido esteja subestimado para dietas à base de milho e farelo de soja.

TABELA 4. Estimativas das exigências de metionina (met) e lisina (lis) e equações para as variáveis Ganho de Peso (GP) e Conversão Alimentar (CA) considerando o percentual dos aminoácidos na dieta ou ingestão diária (g), para frangos de corte nas fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade.

VARIÁVEIS	EXIGÊNCIA		EQUAÇÃO	R ²
	MACHOS	FÊMEAS		
1 a 21 dias de idade				
GP (g)/concentração met (%)	0,44		Y=412,68+426,09*met (para machos) Y=363,52+426,09*met (para fêmeas)	0,74
GP (g)/ingestão met (g/dia)	0,15		Y=17,6589+70,4939*met (para machos) Y=15,7143+70,4939*met (para fêmeas)	0,79
CA/ concentração met (%)	0,38		Y=1,753-0,905*met (para machos) Y=1,796-0,905*met (para fêmeas)	0,66
CA/ingestão met (g/dia)	0,15		Y=1,7214-2,0593*met (para machos) Y=1,7469-2,0569*met (para fêmeas)	0,64
GP (g)/concentração lis (%)	1,03		Y=-63,441+603,735*lis (para machos) Y=267,341+240,494*lis (para fêmeas)	0,66
GP (g)/ingestão lis (g/dia)	0,38		Y=7,8888+47,7137*lis (para machos) Y=16,9356+18,9945*lis (para fêmeas)	0,79
CA/concentração lis (%)	0,99		Y=2,213-0,779*lis (para machos) Y=2,254-0,779*lis (para fêmeas)	0,36
CA/ingestão lis (g/dia)	não estimável			
21 a 42 dias de idade				
GP (g)/concentração met (%)	0,34		Y=355,21+2594,03*met (para machos) Y=704,05+1053,17*met (para fêmeas)	0,81
GP (g)/ingestão met (g/dia)	0,40 / 0,35		Y=26,2153+80,9119*met (para machos) Y=32,9686+49,4201*met (para fêmeas)	0,84
CA/concentração met (%)	0,44		Y=2,489-1,179*met (para machos) Y=2,542-1,179*met (para fêmeas)	0,69
CA/ingestão met (g/dia)	0,51		Y=2,4593-0,9162*met (machos e fêmeas)	0,63
GP (g)/concentração lis (%)	0,86 / 0,77		Y=575,796+651,358*lis (para machos) Y=499,716+651,358*lis (para fêmeas)	0,78
CA/concentração lis (%)	0,85 / 0,78		Y=3,315-1,565*lis (para machos) Y=2,274-1,565*lis (para fêmeas)	0,52

Foi verificado que os incrementos no GP ou as melhorias na CA por unidade de metionina suplementada à dieta são os mesmos para machos e

fêmeas na fase 1, não se justificando a formulação de dietas com diferentes concentrações de metionina para os dois sexos.

Verificou-se significância ($P < 0,05$) da interação níveis de lisina x sexos para GP. Entretanto, em análise distinta para cada sexo verificou-se efeito significativo dos tratamentos sobre o GP para os dois sexos ($P < 0,01$ para machos e $P < 0,05$ para fêmeas). Posteriormente, o efeito dos sexos foi considerado na análise de regressão, verificando-se que o parâmetro d_b diferiu significativamente de zero, sendo que, abaixo do nível de exigência, os machos reagiram mais sensivelmente no GP a cada unidade de lisina adicionada (Figura 1).

Entretanto, o parâmetro dX_0 não diferiu significativamente de zero, mostrando que a estimativa da exigência não difere entre os sexos.

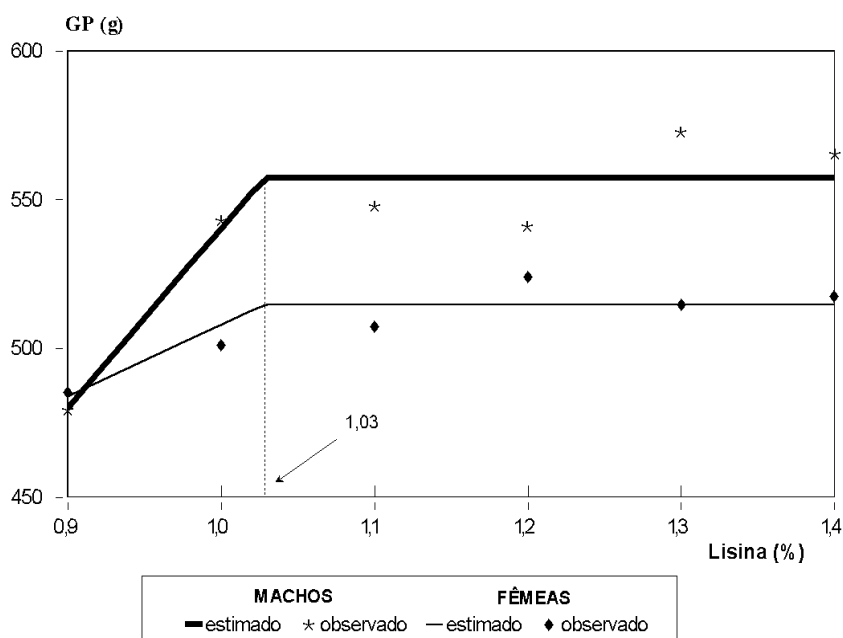


FIGURA 1. Ajuste do modelo de regressão da linha quebrada para ganho de peso (GP) aos 21 dias de idade - experimento2.

Os dados de GP diário em função da ingestão média de lisina, mostraram-se crescentes após o ponto de quebra. Esse comportamento parece indicar que a exigência está subestimada, uma vez que melhores ganhos poderiam ser obtidos com ingestão de lisina superior a 0,38 g/dia. Porém, forçando a ocorrência de platô, através da retirada do parâmetro b_1 do modelo, verificou-se que o nível de exigência alterou-se de 0,38 para somente 0,39 %, às custas de piora no coeficiente de determinação. Isso leva a concluir que a melhoria verificada no GP acima do ponto de exigência não compensa os incrementos na ingestão de lisina.

O maior nível do aminoácido utilizado (1,4 %) resultou em GP menor que o nível de lisina imediatamente inferior (1,3 %), o que pode ser consequência de desequilíbrio de aminoácidos na dieta. O resultado está de acordo com GOUS & MORRIS

(1985) que obtiveram GP 9% inferior com dieta de 1,6 % de lisina comparada a outra contendo 0,98 % do aminoácido. Também HICKLING *et al.* (1990), ao compararem quatro dietas, sendo uma com o nível de lisina recomendado pelo NRC (1984) e as outras com concentrações deste aminoácido em níveis de 6, 12 e 18 % superiores, verificaram que o GP aos 21 dias decrescia à medida que a concentração de lisina se afastava do nível recomendado.

Na Figura 1 verifica-se que o GP dos machos foi superior ao das fêmeas, exceto quando foi utilizada a dieta com 0,9 % de lisina. Isso mostra que, especialmente para os machos, esse nível de lisina não é adequado, pois a deficiência do aminoácido impediu a expressão fenotípica de sua superioridade.

O nível médio de lisina estimado para melhor GP de machos e fêmeas foi 1,03 %. Como exigência diária, estimou-se 0,38 g. Esse valor, considerando o consumo médio observado (36,79 g/dia), equivale aos mesmos 1,03 % estimados a partir da concentração do aminoácido na dieta. A exigência estimada é inferior às recomendações das principais tabelas (NRC, 1984; ROSTAGNO *et al.*, 1983 ; WALDROUP, 1991). Uma dieta formulada à base de milho e farelo de soja contém em torno de 1,1 % de lisina. Não convém, portanto, suplementar lisina a esse tipo de dieta, uma vez que não resulta em significativa melhoria no GP.

Os resultados mostraram que o frango do CNPSA atinge o platô da CA com 0,99 % de lisina na dieta, valor inferior ao determinado por MORRIS & ADEBE (1990), sendo também menor que o obtido para o melhor GP. É coerente optar pelo nível de 1,03 % como exigência, pois além de obter-se o melhor GP, essa concentração de lisina possibilita também a obtenção da CA mínima. A exigência estimada, embora inferior à recomendação do NRC (1984), confirma as observações de HICKLING *et al.* (1990) que não verificaram diferença na CA ao comparar quatro dietas com teores crescentes de lisina e superiores à recomendação daquele Conselho.

Em percentagem da PB, a exigência de lisina aqui determinada foi de 4,90 %. MORRIS *et al.* (1987), utilizando a técnica de diluição, trabalharam com níveis de PB de 14 a 28 % e concluíram que a exigência de lisina dos frangos foi em torno de 5,4 % da PB. ABEDE & MORRIS (1990), utilizando os mesmos dados, estimaram a exigência de lisina através de outros modelos, verificando que, para 22 % de PB a exigência do aminoácido foi em torno de 4,6 e 4,9 % da PB, para melhores GP e CA, respectivamente.

Os resultados obtidos mostraram que, para a fase de 1 a 21 dias, a utilização de níveis de metionina e lisina superiores aos recomendados por ROSTAGNO *et al.* (1983) ou pelo NRC (1984) não melhorariam o desempenho do frango de corte do CNPSA. Considerando que nos testes de avaliação da linhagem tem-se seguido as recomendações dessas tabelas, conclui-se que, baseado apenas no teor desses aminoácidos na dieta, não é possível melhorar a expressão do potencial genético do frango.

Foi verificado efeito significativo dos níveis de metionina sobre o CR ($P < 0,05$), GP ($P < 0,01$) e CA ($P < 0,01$). Já os níveis de lisina não afetaram significativamente o CR ($P > 0,05$) mas influenciaram as variáveis GP e CA ($P < 0,01$). Houve significância ($P = 0,051$) da interação tratamento x sexos somente para a variável GP como função da concentração de metionina.

As dietas com concentração de metionina superior a 0,32 % apresentaram tendência de diminuição do consumo conforme incrementou o teor do aminoácido. Embora tenha-se verificado queda no GP quando da utilização de dietas com concentração de metionina superior a 0,46 %, a CA praticamente não se alterou. Assim, parece que a queda no GP foi consequência

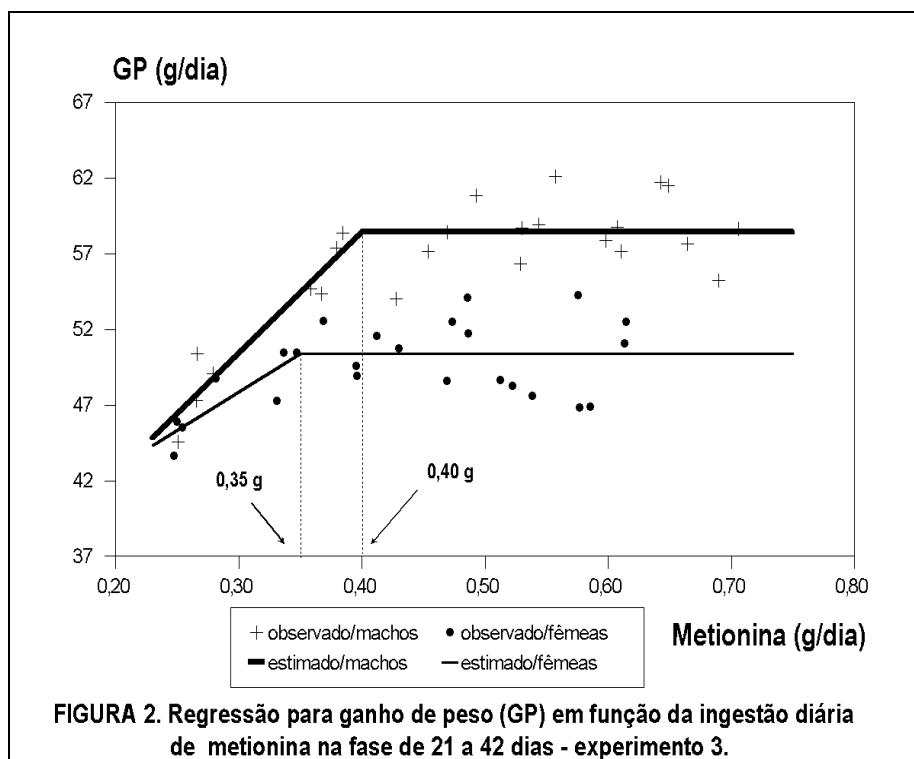
direta da redução no CR, o que contraria a afirmação de BAKER (1977) de que ao manter-se o mesmo CR, através de ingestão forçada, dietas com elevados teores de metionina ainda afetam o GP. É possível que a diferença se explique pelo grau de excesso do aminoácido utilizado. O nível de 0,60 % de metionina do tratamento 6 supera em 58 % a recomendação do NRC (1984).

O parâmetro dx_0 não diferiu significativamente de zero quando foi feita a regressão do GP para a concentração de metionina. O melhor GP foi obtido com 0,34 % de metionina para os dois sexos. Entretanto, quando foi considerada a ingestão diária do aminoácido (Figura 2), verificou-se maior exigência dos machos (0,40 g) em relação às fêmeas (0,35 g). A análise dos dados de GP em função da ingestão diária de metionina expressou melhor a exigência dos frangos, o que pode ser observado no melhor coeficiente de determinação. Esse resultado é coerente, uma vez que foi observado significativo efeito dos níveis de metionina no CR.

Os valores de 0,40 e 0,35 g, estimados para o melhor GP de machos e fêmeas, respectivamente, correspondem a 0,35 e 0,34 % de metionina na dieta se considerado o consumo médio diário de cada sexo. Isso comprova as estimativas feitas quando foram utilizados os dados de concentração de metionina. Assim, embora a exigência de metionina, em g/dia, difira entre os sexos, pode-se utilizar a mesma concentração de metionina na dieta para os dois sexos. A maior exigência dos machos é satisfeita através do maior consumo. Já para CA, a regressão como função da ingestão diária de metionina estimou exigência de 0,51 g (para machos e fêmeas), o que equivale a 0,47 % do aminoácido na dieta, considerando-se o consumo médio observado.

Ficou evidente através dos coeficientes de determinação, que os dados de GP ajustam-se melhor à regressão do que os de CA. Além disso, a qualidade do ajuste dos dados de CA em função da concentração de metionina foi melhor do que em função da ingestão diária do aminoácido. Assim, para a obtenção da melhor CA, é mais interessante a concentração de 0,44 % do que 0,47 % de metionina.

Uma vez obtido o melhor GP, com teor de metionina em torno de 0,35 %, incrementos na concentração do aminoácido até 0,44 % ainda melhoram a CA. Na prática é de interesse a otimização das duas variáveis, desde que se justifique economicamente. Não sendo considerado o custo da metionina e desejando-se obter os melhores GP e CA, a concentração de 0,44 % de metionina na dieta é interessante. Esse valor é superior à recomendação de 0,38 % do NRC (1984), de acordo, porém, com HICKLING *et al.* (1990) que verificaram melhoria numérica na CA ao compararem dietas de 0,43 % de metionina com outras de 0,38 %. Em seu trabalho é possível que a concentração de 0,44 % já atingisse a significância. Os autores observaram que a maior concentração do aminoácido resultou em melhor peso dos frangos aos 42 dias de idade.



A exigência de metionina estimada neste trabalho, considerando a concentração de cistina da dieta basal, equivale a 0,74 % de aminoácidos sulfurados (AAS). O valor está de acordo com a recomendação de 0,75 % feita por ROSTAGNO *et al.* (1983). É um pouco superior, porém, aos 0,72 % recomendados pelo NRC (1984) para dietas com teor energético de 3200 kcal/kg. Convertendo para o nível de energia aqui utilizado, a recomendação seria em torno de 0,70 %. O alerta de que é subestimada a estimativa daquela tabela oficial já foi feito por JENSEN *et al.* (1989), sugerindo em seu estudo o nível de 0,78 % de AAS.

Conforme a Tabela 3, a CA melhorou ao elevar-se a concentração de lisina de 0,7 para 0,8 %, tendendo depois à estabilização. Os resultados concordam com MORAN Jr & BILGILI (1990) que, ao suplementarem dieta à base de milho e farelos de soja e de gergelim com L-lisina, atingindo os níveis de 0,85; 0,95 e 1,05 % de lisina total, verificaram melhoria ($P < 0,05$) na CA, conforme foi incrementado o teor de lisina.

Ainda para os níveis de lisina, verificou-se significância para os parâmetros x_0 , dx_0 , b , p e dp , para as variáveis GP e CA. Para a obtenção do melhor GP foram estimados 0,86 e 0,77 % para machos e fêmeas, respectivamente. Esses valores são semelhantes aos 0,85 e 0,78 % estimados para otimizar a CA (Tabela 3).

A estimativa de maior exigência de lisina dos machos em relação às fêmeas é coerente com a recomendação de WALDROUP (1991). Em sua tabela, para as condições de energia utilizadas no presente trabalho, o autor recomenda 0,99 % de lisina para os

machos e 0,95 % para as fêmeas. Porém, ROSTAGNO *et al.* (1983) e NRC (1984) desconsideraram o efeito dos sexos, recomendando, respectivamente, os níveis de 0,95 e 1,0 % de lisina para essa fase de crescimento.

Considerando as estimativas das exigências de lisina obtidas para melhores GP e CA, os melhores níveis para otimizar as duas variáveis são 0,86 e 0,78 %, para machos e fêmeas, respectivamente. Esses valores são inferiores à recomendação de 1,0 % do NRC (1984). Entretanto, HICKLING *et al.* (1990), ao compararem dietas que continham teor de lisina de acordo à recomendação daquele Conselho e 3 níveis superiores (até 1,18 %), observaram que não houve significância ($P > 0,1$) da concentração de lisina sobre a CA. Isso pode ser um indicativo de que 1,0 % de lisina na dieta é um valor superestimado para a variável em questão. De qualquer forma, a adoção dos valores de lisina recomendados pelas tabelas para a formulação das dietas não impede o melhor desempenho do frango, embora possa apresentar desvantagem econômica.

Os dados médios dos pesos de carcaça, coxas, peito e gordura abdominal relacionados percentualmente ao peso vivo antes do abate, e os teores de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) da carcaça são apresentados na Tabela 5. Não houve efeito dos níveis de metionina sobre o rendimento de cortes nem sobre a deposição de gordura abdominal, afetando significativamente, porém, o teor de PB do frango moído inteiro.

TABELA 5 - Rendimentos (em percentual do peso vivo) de carcaça (RCARC), coxas (RCOXAS), peito (RPEITO) e teor de gordura abdominal (GA) de frangos submetidos a diferentes níveis de metionina ou lisina na fase de 22 a 42 dias de idade.

	Metionina						Lisina					
	RCAR C	RCOXA S	RPEIT O	GA	EE	PB	RCARC	RCOXA S	RPEIT O	GA	EE	PB
Média	74,81	22,17	16,79	2,87	37,6 0	45,03	77,97	21,58	17,02	2,00	37,59	44,4 3
Sexo	ns	ns	ns	**	*	ns	*	*	ns	**	ns	ns
Machos	75,03	22,18	16,51	2,62	36,8 2	48,04	78,43	21,77	16,78	1,84	36,99	44,7 6
Fêmeas	74,58	22,16	17,07	3,13	38,3 8	45,02	77,51	21,40	17,25	2,16	38,18	44,1 0
Tratamento ¹	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	NS	NS	NS
T1	75,94	22,67	16,41	2,99	38,4 9	43,26	77,93	21,80	16,18	2,17	39,41	43,0 7
T2	75,38	22,24	16,84	3,01	38,7 9	44,57	77,79	21,81	16,82	1,89	38,11	44,5 5
T3	73,96	22,76	16,98	2,68	37,8 3	43,47	77,35	21,01	16,71	1,99	37,13	44,2 6
T4	74,03	21,65	16,59	2,78	36,9 9	46,36	79,03	21,94	17,50	2,20	37,05	43,1 5
T5	74,94	21,96	17,18	2,91	37,0 3	46,29	77,32	21,47	16,97	1,85	36,80	45,6 2
T6	74,50	22,69	16,73	2,84	36,4 7	46,22	78,38	21,47	17,90	1,89	37,03	45,9 6
CV (%)	4,05	6,07	9,54	20,78	5,90	5,45	2,21	4,21	8,13	22,55	7,02	5,08

Diferenças entre sexos (teste F): * = P<0,05; ** = P<0,01; ns = não significativo.

Diferenças entre tratamentos (teste F): * = P<0,05; ** = P<0,01; NS = não significativo.

¹Tratamentos: Vide TABELA 3.

Já os níveis de lisina afetaram significativamente (P<0,05) o rendimento de peito (RPEITO), sendo que o menor nível de lisina resultou em pior rendimento. O resultado está de acordo com MORAN Jr & BILGILI (1990), que verificaram efeito dos níveis de lisina sobre o rendimento de peito expresso em percentagem da carcaça.

Os dados de rendimento de peito foram ajustados ao modelo de regressão havendo significância (P<0,01) do modelo linear com a seguinte equação: RPEITO = 14,351 + 2,805 lis; (R² = 0,20). Assim, conforme foi incrementado o teor de lisina da dieta, melhorou o rendimento de peito dos frangos. Esses resultados são coerentes uma vez que lisina tem grande participação na composição da proteína muscular (BAKER, 1991).

A equação linear crescente mostra que concentrações elevadas de lisina, embora possam não influir no GP, incrementam o RPEITO. Isso concorda com a observação feita por SIBBALD & WOLYNETZ (1986) de que, os frangos necessitam de maior concentração de lisina para incrementar a composição protéica do que para maximizar o GP. Conclusão semelhante foi obtida por HICKLING *et al.* (1990).

Também JACKSON *et al.* (1989) verificaram que o incremento de lisina melhorou o rendimento de peito em dietas com 18 % de PB, não havendo efeito quando o teor de PB foi 21 ou 24 %. Possivelmente os maiores teores de PB atenderam a exigência do aminoácido. HICKLING & GUENTER (1989) verificaram incremento de 2,8 % no rendimento de peito com níveis crescentes de lisina entre 0,95 e 1,15 %. No presente trabalho, para essa mesma variação de lisina, a melhoria no RPEITO seria de 3,3 %.

A partir dos dados de CA e da equação estimada para RPEITO, calcula-se que de uma tonelada de peso vivo de frangos obtém-se incremento no RPEITO de 3,9 kg, sendo necessária a suplementação de 3,17 kg de L-lisina no montante total da ração para atingir dieta com 1 % de lisina. Embora esteja evidente que economicamente não seria vantajosa a adição do aminoácido para melhorar o RPEITO, pesquisas ainda são necessárias, esclarecendo, por exemplo, se há efeito dos níveis de lisina da fase inicial.

Não foi observado efeito significativo dos níveis de metionina ou lisina sobre o teor de GA. Estes resultados discordam de JENSEN *et al.* (1989), em que a

suplementação de metionina diminuiu o teor de gordura, efeito observado também quando da suplementação de lisina (GOUS & MORRIS, 1985). Acredita-se que em dietas deficientes em aminoácidos essenciais ocorra a desaminação do excedente de aminoácidos, sendo os esqueletos carbonados utilizados energeticamente ou armazenados na forma de gordura, o que acontece também com a energia que seria utilizada para depositar tecido protéico.

A ausência de efeito significativo ($P>0,10$) dos níveis de metionina sobre o teor de extrato etéreo confirma os resultados já comentados de gordura abdominal. Também como ocorrera para aquela variável, observou-se que as fêmeas superaram os machos na percentagem de extrato etéreo ($P<0,05$). O resultado justifica a tendência atual de criação separada dos sexos, uma vez que as fêmeas começam a depositar tecido gordo mais precocemente.

Embora os valores de extrato etéreo obtidos em laboratório não se mostraram afetados ($P>0,10$) pelos níveis de lisina, é possível que a observação de SONAIYA (1985) de que a GA apresenta alta correlação com a gordura total dos frangos tenha-se confirmado no presente trabalho. Na possibilidade de mascaramento da significância de alguns efeitos de tratamentos pela não significância de outros foram feitos contrastes entre os mesmos. Verificou-se que as dietas com 0,7 e 0,8 % de lisina resultaram em teor de extrato etéreo superior ($P=0,036$) aos demais tratamentos. Houve, portanto, decréscimo no teor de gordura total dos frangos à medida que foi incrementada a concentração de lisina na dieta. Esse resultado está de acordo com a afirmação de McLEOD (1982) de que a adição de um aminoácido específico para melhorar o balanço da dieta afeta a deposição de gordura. Possivelmente, a falta de sensibilidade quanto à detecção de diferenças entre os tratamentos quando analisado o teor de GA reside na possibilidade de erro do método de coleta utilizado.

Os dados de PB foram afetados significativamente ($P<0,05$) pelas concentrações de metionina. Através da análise de regressão foi estimada a seguinte equação: $PB = 41,066 + 9,327 \text{ met}$, ($R^2 = 0,19$); ($P<0,01$). A equação mostra que à medida que foram incrementados os níveis de metionina da dieta elevou-se o teor de PB corporal. Portanto, a composição em PB teve relação inversa com a CA, possivelmente devido à maior quantidade de água da carcaça (LEENSTRA (1986). Já os níveis de lisina apresentaram efeito menos consistente ($P=0,067$) sobre o teor de proteína corporal. Comparando os tratamentos através de contrastes foi verificado que as dietas com nível de lisina de 1,1 e 1,2 % propiciaram média de PB superior ($P<0,05$) aos demais tratamentos, o que mostra incremento na retenção de nitrogênio em valores absolutos, considerando o comportamento do GP.

CONCLUSÕES

A exigência de metionina, para melhores GP e CA da linhagem de frango de corte, é de 0,44 %, para as duas fases do desenvolvimento estudadas.

Para ambos os sexos é maior a exigência de lisina na fase inicial do desenvolvimento (1,03%), enquanto que na fase final ela diminui para 0,86 e 0,78% considerando machos e fêmeas, respectivamente.

Exceto para o nível de metionina na fase final, a formulação de dietas com os valores de metionina e lisina estimados neste trabalho não resultarão em melhor desempenho dos frangos da EMBRAPA em relação às dietas formuladas com valores tabelados.

Concentrações de lisina superiores às exigidas para melhor ganho de peso incrementam o rendimento de peito; entretanto, não há efeito dos níveis de metionina sobre a mesma variável.

Dietas com nível de lisina entre 0,9 e 1,2 % propiciam a obtenção de teor de gordura corporal inferior ao obtido com dietas de 0,7 e 0,8 % do aminoácido.

Concentrações crescentes de metionina ou lisina elevam o teor de proteína corporal.

A metionina na dieta não influencia o rendimento de cortes nem a gordura abdominal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEDE, S., MORRIS, T.R. Note on the effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. *British Poultry Science*, v.31, p.255-260. 1990.
- AL-NASSER, A.Y., ILIAN-AWADI, A.A., DIAB, M.F., et al. The effect of adding essential amino acids and vitamins to ration of broilers. *Poultry Science*, v.65, p.742-748, 1986.
- A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS, 1980. Official Methods of Analysis. 12 ed. Washington, D.C., 1094 p.
- BAKER, D.H. Sulfur in nonruminant nutrition. Iowa, Grants-in-Aid Committee. NATIONAL FEED INGREDIENTS ASSOCIATION, 1977.
- BAKER, D.H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions: Efficiency and priority considerations. *Poultry Science*, v.70, p.1797-1805. 1991.
- BOOMGAARDT, J., BAKER, D.H. Effect of dietary energy concentration on sulfur amino acid requirements and body composition of young chickens. *Journal of Animal Science*, v.36, p.307-311. 1973.

- DUDLEY-CASH, W.A. Latest research findings reported at annual poultry science meeting. *Feedstuffs*, v.64, n.37, p.11. 1992.
- EMBRAPA-CNPASA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPASA. Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves. 3. ed., 1989.
- GOUS, R.M., MORRIS, T.R. Evaluation of a dilution technique for measuring the response of broiler chicken to increasing concentration of lysine. *British Poultry Science*, v.26, p.147-161. 1985.
- HARPER, H.A., RODWELL, V.W., MAYES, P.A. Manual de Química Fisiológica. Trad. MAGALHÃES, J.R., 5. ed. São Paulo.
- HICKLING, D., W. The effects of dietary lysine and methionine on broiler breast meat yield at different ages. *Poultry Science*, v.68, suplemento 1, p.67. 1989.
- HICKLING, D., GUENTER, W., JACKSON, M.E. The effects of dietary methionine and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield. *Canadian Journal of Animal Science*, v.70, p.673-678. 1990.
- JACKSON, M.E.; LI, S.; DAY, E.J. & OMAR, S. The effects of different lysine levels fed in constant proportions to different crude protein levels on the live performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Poultry Science*, v.68, suplemento 1, p.186. 1989.
- JENSEN, L.S., WYATT, C.L., FANCHER, B.I. Sulfur amino acid requirement of broiler chickens from 3 to 6 weeks of age. *Poultry Science*, v.68, p.163-168. 1989.
- KHALIL, A.A., THOMAS, O.P., COMBS, G.F. Influence of body composition, methionine deficiency or toxicity and ambient temperature on feed intake in chick. *Journal of Nutrition*, v.96, p.337-341. 1968.
- LEENSTRA, F.R. Effect of age, sex, genotype and environment on fat deposition in broiler chickens - a review. *World's Poultry Science Journal*, v.42, p.12-25. 1986.
- MCLEOD, J.A. Nutritional factors influencing carcass fat in broilers - A review. *World's Poultry Science Journal*, v.38, p.194-200. 1982.
- MORAN Jr, E.T., BILGILI, S.F. Processing losses, carcass quality and meat yields for broiler chicken, receiving diets marginally deficient to adequate in lysine prior to marketing. *Poultry Science*, v.69, p.702-710. 1990.
- MORRIS, T.R., AL-AZZAWI, K., GOUS, R.M., et al. Effects of protein concentration on responses to dietary lysine by chicks. *British Poultry Science*, v.28, p.185-195. 1987.
- MORRIS, T.R., ABEDE, S. Effects of arginine and protein on chicks' responses to dietary lysine. *British Poultry Science*, v.31, p.261-266. 1990.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient Requirements of Domestic Animals. 1. Nutrient requirements of poultry. 8 ed. revised, Ed. Natl. Acad. Sci., Washington - DC, 1984, 71 p.
- RESENDE, J.A.A., ROSTAGNO, H.S., FONSECA, J.B., et al. Níveis de proteína, aminoácidos sulfurosos e lisina na ração de frangos submetidos a regime de alta temperatura. I. Fase inicial. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v., n.1, p.90-107. 1980.
- ROBBINS, K.R. A method, SAS program, and example for fitting the broken-line to growth data. University of Tennessee Agricultural Experiment Station. Research Report 86-09. p.1-8. 1986.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A., et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1983. 63 p.
- SAS Institute Inc. SAS User's Guide: Statistics, 5 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1985. 956 pp. Cary, NC.
- SIBBALD, I.R., WOLYNETZ, M.S. Effects of dietary lysine and feed intake on energy utilization and tissue synthesis by broiler chicks. *Poultry Science*, v.65, p.98-105. 1986.
- SONAIYA70-, E.B. Abdominal fat weight and thickness as predictors of total body fat in broilers. *British Poultry Science*, v.26, p.453-458. 1985.
- STEINRUCK, U., ROTH, F.X., KIRCHGEBNER, M. Selektive Futteraufnahme von Broilern bei Methioninmangel. *Archiv für Geflügelkunde*, v.54, n.5, p.173-183. 1990.
- SUMMERS, J.D., LEESON, S., Broiler carcass composition as affected by amino acid supplementation. *Canadian Journal of Animal Science*, v.65, p.717-723. 1985.
- SUMMERS, J.D., LEESON, S., SPRAIT, D. Yield and composition of edible meat from male broilers as influenced by dietary protein level and amino acid supplementation. *Canadian Journal of Animal Science*, v.68, p.241-248. 1988.
- WALDROUP, P.W. Dietary nutrient allowances for chickens and turkeys. *Feedstuffs*, v.63, n.29, p. 77. 1991.
- WHEELER, K.B., LATSHAW, J.D. Sulfur amino acid requirements and interactions in broilers during two growth periods. *Poultry Science*, v.60, p.228-36. 1981.