R. Bras. Zootec., v.31, n.1, p.71-78, 2002

Estimativas das Exigências de Lisina e de Energia Metabolizável em Frangos de Corte de 1 a 21 dias de Idade, Utilizando-se uma Variável Multivariada Canônica

Claudio Bellaver [1, 2], Antônio Lourenço Guidoni[3], Paulo Antônio R. de Brum[2,4], Paulo Sérgio Rosa[5]

RESUMO - Foi conduzido um experimento com o objetivo de avaliar os efeitos da lisina metabolizável (LM) e da energia metabolizável (EM) sobre variáveis uni e multivariada de desempenho e deposição de tecidos na carcaça de frangos de corte, mantendo-se as dietas equilibradas com base no conceito de proteína ideal. Foram utilizados 2808 pintos machos de linhagem comercial, com início no 1º dia e final com 21 dias de idade, distribuídos em 104 boxes. Os tratamentos foram resultantes de um fatorial de três níveis (3.000, 3.100 e 3.200 kcal/kg) de EM e quatro níveis (0,92, 1,02, 1,12 e 1,22%) de LM, mais um tratamento com as exigências supridas por aminoácidos totais. Foram utilizadas oito repetições em cada tratamento, sendo blocadas por peso inicial. As dietas foram baseadas em milho e farelo de soja e aminoácidos cristalinos. As variáveis em estudo foram baseadas em desempenho, deposição de tecidos e pela variável multivariada canônica (CAN), criada a partir das variáveis primárias: ganho de peso, consumo de ração e deposição de proteína na carcaça. Houve efeito significativo da LM, EM e suas interações sobre o desempenho, deposição de tecidos e CAN. Pelo método da linha quebrada, a variável CAN permitiu estimar a exigência de LM em 1,18% na dieta com 3.000 kcal de EM/kg. Nesse trabalho, entre os modelos estudados o linear foi melhor para estimar a exigência de 1,22% de LM, quando as dietas contêm 3.100 ou 3.200 kcal de EM/kg, não sendo alcançado o ponto ótimo que poderá ser superior ao encontrado.

Palavras-chave: aminoácidos, análise multivariada, carcaças, gordura, proteína ideal

Estimates of Requirements of Metabolizable Lysine and Energy in Broilers from 1 to 21 days of Age, Using Multivariate Canonical Variable

ABSTRACT - An experiment was carried out to evaluate the effects of metabolizable lysine (LM) and metabolizable energy (EM) on uni and multivariable of performance and carcasses of broilers, maintaining the ideal protein balance. Were used 2808 male chicks from a commercial line from 1 to 21 days and allotted to 104 pens. The treatments resulted from a factorial arrangement of three ME levels (3,000, 3,100 and 3,200 kcal/kg) and four LM levels (0.92, 1.02, 1.12 and 1.22%) plus another treatment on which amino acids were supplied on total basis. Eight replicates per treatment were installed according to the initial weight. Diets were based in corn and soybean meal plus crystalline amino acids. The studied variables were related with the performance, tissue deposition and the multivariate canonical variable (CAN). The last was created from primary variables such as weight gain, feed intake and protein deposition in carcasses. There was significant effect for LM, ME and the interactions on performance tissue deposition and CAN. By the broken line model, CAN allowed to estimate LM requirement at 1.18% when the diet has 3,000 kcal of ME/kg. In this work, among studied models, the linear was better to estimate the requirement at 1.22 % of LM when diets contained 3,100 or 3,200 kcal ME/kg, not reaching the optimum level, that could be at higher level.

Key Words: amino acids, carcass, fat, ideal protein, multivariate analysis

Introdução

A melhoria genética das linhagens de frangos de corte, com a manifestação de características superiores de desempenho e de características de carcaça, é dependente de atualizações contínuas nas exigências nutricionais. Recentes avanços nessa área de estudos estão acontecendo na Universidade Federal de Viçosa, MG, que disponibiliza um número relativamente grande de informações sobre exigências de lisina metabolizável para frangos de corte considerando, entre outros fatores, as fases da produção, a temperatura ambiente e os tipos de formulação com base na lisina total ou digestível e proteína ideal (Barboza et al., 2000; Conhalato et al., 1999; Valério et al., 1999b; Valério et al., 2000c), sempre calculadas com base em variáveis univariadas de desempenho, como ganho de peso e conversão alimentar, caracte-

[1] Méd. Vet. PhD – Pesquisador, Embrapa Suínos e Aves, Cx. P. 21, 89700-000, Concórdia, SC. E.mail: bellaver@cnpsa.embrapa.br
[2] Bolsista do CNPq.
[3] Eng. Agr. DSc - Pesquisador Estatístico – Embrapa Suínos e Aves. E.mail: antlogui@climerh.rct-sc.br
[4] Méd. Vet. DSc - Pesquisador Nutrição Embrapa Suínos e Aves. E.mail: pbrum@cnpsa.embrapa.br
[5] Zoot. MSc - Pesquisador Manejo Aves – Embrapa Suínos e Aves. E.mail: prosa@cnpsa.embrapa.br

rísticas de qualidade da carcaça e uréia no plasma (Hahn et al., 1995). É recente a preocupação em definir as exigências dos nutrientes na base digestível. A definição de níveis adequados de lisina metabolizável (LM) e outros AA digestíveis implica em utilizar o conceito de proteína ideal (PI), estabelecido inicialmente como um escore químico dos aminoácidos presentes no ovo por Mitchell e Block (1946) e, mais recentemente, estudado por Wang & Fuller (1989) e discutido na extensa revisão de Baker & Chung (1992). A PI pode se constituir em vantagem na produção de linhagens melhoradas, como foi constatado por Araújo et al. (2000), pois permite a utilização de aminoácidos cristalinos com balanceamento adequado entre os mesmos e diminuição da excreção de nitrogênio, um problema atual no meio ambiente. Assume-se que este tipo de formulação traz como conseqüências a melhoria da taxa de crescimento e algumas vezes da eficiência alimentar, que ocorre devido à maior deposição protéica e à menor gordura nas carcaças. O balanceamento dos aminoácidos em relação à LM deve levar também em conta a exigência de energia e outros fatores, entre os quais, a disponibilidade dos aminoácidos nos ingredientes, a idade, o sexo, o estresse calórico (Baker et al., 1993). Entretanto, no estabelecimento da estimativa da exigência de AA há um ponto que tem sido deixado de lado, por desconhecimento das facilidades computacionais dos modernos programas estatísticos e que implica em estabelecer a exigência com base em uma variável multivariada, que deve ser criada a partir de variáveis primárias como ganho de peso, consumo de ração e deposição de tecido protéico na carcaça dos animais, ou outras conforme o interesse da pesquisa. Essa variável, que é uma combinação linear das demais, é melhor do que qualquer variável isolada (Teorema de Fisher 11.5.1) (Mardia et al., 1979), pois implica em determinar a exigência para o animal como um todo e não para uma variável específica. Mesmo assim, algumas pesquisas de exigências nutricionais definem o nível ótimo pela média aritmética das variáveis em estudo (Hahn et al., 1995). Quando se estima a exigência de um nutriente pela média aritmética de duas variáveis (*e.g.* ganho de peso e consumo), pode-se obter diferenças na estimativa, o que não ocorre caso a estimativa seja feita com uma variável composta pelas duas variáveis anteriores juntas (*e.g.* variável multivariada canônica). Isso pode ocorrer porque a distribuição dos erros para cada variável é diferente, gerando na variável multivariada canônica um valor diferente daquele da média aritmética das duas variáveis isoladas. Além disso, a média aritmética só é adequada se não existirem interações entre os tratamentos aplicados. Nos estudos de níveis ótimos, é possível também determinar o nível ótimo para cada variável isoladamente e o nível indicado será dado pelo maior nível obtido; porém, isso pode levar ao aumento dos custos das dietas. Outras vezes as variáveis univariadas são utilizadas em função do modelo de melhor ajuste aos dados. Porém, no caso da variável univariada conversão alimentar, foi proposto por Guidoni (1994) que a mesma, sendo um quociente entre duas variáveis de distribuição normal, não apresenta distribuição normal.

Uma alternativa a esses problemas é o uso de uma metodologia multivariada, ou seja, que considere um grupo de variáveis primárias para definir a exigência do animal como um todo. Assim, este experimento teve por objetivo avaliar o efeito da lisina e da energia metabolizáveis sobre variáveis uni e multivariada de desempenho e deposição de tecidos na carcaça em frangos de corte, mantendo-se a relação de aminoácidos indicada por Parsons & Baker (1994) na formulação das dietas experimentais.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Embrapa Suínos e Aves com 2808 pintos machos de linhagem comercial de um dia de idade, distribuídos em 104 boxes. Os pintos foram distribuídos em 13 tratamentos com oito repetições cada, blocados por peso inicial (P1). Os tratamentos foram resultantes de um fatorial de três níveis de energia e quatro níveis de lisina metabolizável, mais um tratamento com as exigências em aminoácidos totais, segundo o NRC (1994). As dietas foram à base de milho e farelo de soja, contendo níveis de EM de 3.000, 3.100 e 3.200 kcal/kg de ração e 0,92; 1,02; 1,12; e 1,22% de lisina metabolizável (LM), conforme mostrado na Tabela 1. Os demais aminoácidos (AA) foram mantidos pelo menos no mínimo da relação preconizada por Parsons & Baker (1994), sendo considerada a lisina, como o AA de referência. Os dados de AA totais dos ingredientes provieram da tabela da Embrapa (1991). Os coeficientes de digestibilidade e as exigências de lisina, treonina, metionina + cistina originaram-se de Parsons & Baker (1994). O triptofano não foi considerado nas relações, mantendo-o no nível alcançado pela formulação. Ao final do experimento, aos 21 dias de idade

Tabela 1 - Composição percentual e análise calculada das dietas experimentais[1]
Table 1 - Composition in percentage and calculated analysis of the experimental diets

EM, kcal/kg [2] *ME, kcal/kg*	3.000				3.100				3.200				3.200 NRC
Lis metabol. % *Lys metabolizable*	0,92	1,02	1,12	1,22	0,92	1,02	1,12	1,22	0,92	1,02	1,12	1,22	1,10
Milho *Corn*	70,74	65,36	59,62	53,87	68,46	62,71	56,98	51,23	65,81	60,06	54,33	48,57	57,40
F. de soja 44 *SBM 44*	24,68	29,15	33,97	38,78	24,77	29,58	34,39	39,21	25,19	30,01	34,82	39,63	32,35
Fosf. Bicálcico *Dicalcium Phosp.*	1,96	1,94	1,91	1,88	1,97	1,95	1,92	1,89	1,98	1,95	1,92	1,90	1,94
L-lisina.HCl *L-lysine.HCl*	0,20	0,19	0,18	0,17	0,20	0,19	0,17	0,16	0,20	0,18	0,17	0,15	0,06
DL-metionina *DL-methionine*	0,16	0,20	0,23	0,26	0,17	0,20	0,23	0,26	0,17	0,20	0,23	0,27	0,28
Óleo de soja *Soy oil*	0,00	0,91	1,87	2,83	2,17	3,13	4,09	5,05	4,40	5,36	6,32	7,28	5,77
L-treonina *L-threonine*	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02
Calcário *Limestone*	1,37	1,36	1,34	1,33	1,37	1,35	1,34	1,32	1,36	1,35	1,33	1,32	1,34
Sal comum *NaCl salt*	0,47	0,47	0,46	0,46	0,47	0,47	0,46	0,46	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46
Vit.+Min.+Aditivos *Vit+Min+Additives*	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Total *Total*	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Análise calculada													
Lis. metabol. % *Lys metaboli zable*	0,92	1,02	1,12	1,22	0,92	1,02	1,12	1,22	0,92	1,02	1,12	1,22	1,1
PB *CP*	17,07	18,79	20,63	22,48	16,94	18,79	20,63	22,48	16,94	18,79	20,63	22,48	19,69
Ca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
P disponível *Available P*	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Met+Cis *Met+Cys*	0,66	0,73	0,81	0,88	0,66	0,73	0,81	0,88	0,66	0,73	0,81	0,88	0,9
Triptofano *Tryptophan*	0,15	0,16	0,18	0,19	0,15	0,16	0,18	0,19	0,15	0,16	0,18	0,19	0,2
Treonina *Threonine*	0,62	0,68	0,75	0,82	0,62	0,68	0,75	0,82	0,62	0,68	0,75	0,82	0,8

[1] Valores de exigências mínimas de AAmetab. com a PB livre, exceto para dieta NRC, que foi formulada com base em aminoácidos totais.
[2] Dietas usando a relação de AA metabolizáveis de Parsons & Baker (1994), e a dieta NRC com base nos AA totais (NRC, 1994).
[1] Minimum requirements for metabolizable AA wih free CP, except for NRC diet, that was formulated on total AA basis.
[2] Diets using the metabolizable AA relation by Parsons & Baker (1994) and the diet NRC based on total AA (NRC, 1994).

(P21), as aves foram pesadas após jejum prévio de 12 horas. Duas aves de cada boxe foram abatidas por deslocamento cervical, tomando-se o cuidado para não ocorrer perda de sangue. Após congeladas, as aves foram cortadas em partes e moídas com penas e vísceras, retirando-se alíquotas para posterior determinação laboratorial da matéria seca (MS), gordura (EE), nitrogênio x 6,25 (PB) e matéria mineral (MM), conforme procedimento previamente seguido por Albino et al. (1994). Utilizando-se o pacote SAS (2000), foram ajustadas equações de regressão das exigências de lisina, utilizando-se variáveis isoladas de desempenho e composição química da carcaça. Também foi criada a primeira variável canônica de Fisher (CAN) que englobou dados de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e proteína bruta (PB) na carcaça, sendo analisada de forma multivariada pelo SAS (2000), utilizando conceitos de Mardia et al. (1979) e Guidoni (1994).

Os passos para o cálculo da função discriminante canônica de Fisher podem ser resumidos assim:

a) calculam-se as matrizes de erro (E) e dos tratamentos (H), sendo E correspondente à matriz da soma de quadrados e produtos dos erros e a matriz H, relativa à soma dos quadrados e produtos dos tratamentos, para o modelo de análise adotado (blocos ao acaso, nesse trabalho); b) calculam-se as raízes características ou autovalores (*Eigenvalue*) da matriz $V = E^{-1}$. H; c) calcula-se o autovetor normalizado associado à maior raiz característica (λ), dado por: λ_{1N} = [b11 . b12 . b 13] . [GPT . CRT . PBMS], resultando em: b11.GPT+ b12.CRT + b13.PBMS, a qual é denominada primeira função discriminante canônica de Fisher. No presente trabalho, as raízes características para GPT CRT e PBMS foram, respectivamente, 7,3246, 1,1468 e 0,2682, sendo que o autovalor normalizado associado à maior raiz característica, dado por CAN=0,19212.GPT–0,058165.CRT+0,97965.PBMS, é a primeira função discriminante canônica. Com base nessa variável (CAN), calculou-se a exigência de lisina por diferentes procedimentos.

Resultados e Discussão

As médias dos resultados obtidos para os efeitos principais ou combinados encontram-se na Tabela 2, sendo que as probabilidades de diferenças entre as mesmas são mostradas na Tabela 3. Os blocos formados por peso inicial foram importantes para diminuir o erro experimental, conforme pode ser visualizado na Tabela 3. Foram observados efeitos significativos da LM ou da EM da ração em todas as variáveis, exceto para a gordura depositada que apresentou efeito apenas para LM. As interações entre os fatores estudados ocorreram na CA, deposição de minerais e na variável CAN. Na Tabela 4 encontram-se os modelos selecionados para as melhores estimativas, considerando o emprego de regressões lineares, quadráticas e da linha quebrada. Quando consideradas apenas as variáveis GP e PM21, observa-se que não houve interação entre energia e lisina e, portanto, a estimativa média da exigência de 1,11% LM, para qualquer nível de EM, é melhor com a regressão pelo

Tabela 2 - Médias de pesos inicial (P1), 21 dias (P21), ganho de peso até 21 dias (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA); proteína bruta (PB), gordura (EE) e cinzas (MM) na carcaça e a variável multivariada canônica (CAN) em pintos machos com os respectivos R^2 e coeficientes de variação (CV) do modelo experimental

Table 2 - Averages for initial weight (P1), 21st days (P21), gain up to 21 days (GP), feed intake (CR), feed:gain ratio (CA); crude protein (PB), fat (EE) and ash (MM) in the carcass and the multivariate canonical variable (CAN) in male broilers, with the respective R^2 and coefficient of variation (CV) for the experimental model

EM *ME*	Lisina *Lysine*	N	GP, g	CR, g	CA	PB	EE	MM	CAN
-	-	96	592	997	1,69	55,3	29,1	9,0	127,1
.	0,92	24	548	1002	1,83	51,7	33,8	8,7	111,9
.	1,02	24	584	1004	1,72	54,6	30,4	8,9	123,4
.	1,12	24	619	1008	1,63	56,6	26,9	9,1	134,6
.	1,22	24	616	973	1,58	58,2	25,3	9,3	138,1
3.000	-	32	573	1006	1,76	55,8	29,0	9,1	122,0
3.100	-	32	597	1003	1,69	55,6	28,8	9,1	128,4
3.200	-	32	605	982	1,63	54,5	29,4	8,8	131,0
3.000	0,92	8	535	992	1,86	53,0	32,3	9,0	110,6
3.000	1,02	8	560	1017	1,82	54,8	31,7	9,0	116,8
3.000	1,12	8	592	1022	1,73	58,1	26,3	9,5	127,8
3.000	1,22	8	604	991	1,65	57,3	25,9	9,0	132,6
3.100	0,92	8	545	1006	1,85	51,7	34,2	8,8	111,0
3.100	1,02	8	590	1010	1,71	54,7	29,1	9,0	125,2
3.100	1,12	8	630	1019	1,62	56,5	26,4	9,1	136,5
3.100	1,22	8	622	976	1,57	59,5	25,6	9,5	140,6
3.200	0,92	8	563	1009	1,79	50,5	34,9	8,4	114,2
3.200	1,02	8	600	986	1,64	54,2	30,2	8,8	129,1
3.200	1,12	8	635	982	1,55	55,3	28,0	8,7	139,4
3.200	1,22	8	623	953	1,53	57,8	24,5	9,4	141,2
3.200	NRC	8	612	983	1,61	52,7	32,3	8,7	131,0
	R^2 - modelo exp. *R^2 - exp. model*		0,80	0,56	0,84	0,68	0,69	0,38	0,88
	CVdo modelo, % *Model CV, %*		3,16	3,28	3,25	3,90	9,12	5,84	3,57

Tabela 3 - Probabilidades pelo teste de F para lisina e(ou) energia metabolizável em frangos de corte até os 21 dias de idade
Table 3 - F test probability for lysine and /or metabolizable energy in broilers up to 21 days

Variáveis *Variables*	Lys	EM	Lys x EM	Efeito[1] *Effect*
Peso inicial *Initial weight*	0,1223	0,7766	0,6271	B
Peso aos 21 dias *Weight at 21 days*	0,0001	0,0001	0,2645	B, LM, EM
Ganho de peso até 21 dias *Gain from 1 to 21 days*	0,0001	0,0001	0,2899	B, LM, EM
Consumo de ração *Feed intake*	0,0014	0,0102	0,1965	B, LM, EM
Conversão alimentar *Feed:gain ratio*	0,0001	0,0001	0,0383	B, LM, EM, LM*EM
Deposição de proteína *Protein deposition*	0,0001	0,0292	0,1526	B, LM, EM
Deposição de gordura *Fat deposition*	0,0001	0,6851	0,1612	B, LM
Deposição de minerais *Ash deposition*	0,0050	0,0518	0,0376	LM,EM, LM*EM
CAN[2] *CAN[2]*	0,0001	0,0001	0,0653	B, LM,EM, LM*EM

[1] B= bloco (P<0,01), LM= lisina metabolizável, EM= energia metabolizável, LM*EM= interação entre LM e EM; [2] CAN = variável multivariada criada a partir das variáveis primárias: ganho de peso, consumo e deposição de proteína na carcaça.
*[1] B=bloc (P<0,01), LM=metabolizable lysine, EM=metabolizable energy, LM*EM=interaction between LM and EM; [2] CAN = multivariate canonical variable criated from primary variables as: weght gain, feed intake and protein deposition in the carcass.*

Tabela 4 - Estimativas de níveis ótimos de lisina metabolizável para frangos de 1 a 21 dias
Table 4 - Estimates for optimal metabolizable lysine levels for broilers from 1 to 21 days

Variável [1] *Variable [1]*	Modelo[2] *Model [2]*	Modelo usado[3] *Used model [3]*	EM *EM*	Intercepto *Intercept*	xl *x1*	x2 *x2*	Exigencia estimada *Estimated Requirement*	R^2% R^2%
CA	L	*	3000	2,54	-0,724	.	1,22	97,62
CA	L	*	3100	2,67	-0,918	.	1,22	95,56
CA	L	*	3200	2,57	-0,885	.	1,22	90,06
PB	L	*	Média[4]	32,35	21,434	.	1,22	98,25
EE	L	*	Média[4]	60,11	-28,990	.	1,22	97,55
CAN	L	.	3000	39,38	77,174	.	1,22	97,80
CAN	L	.	3100	21,33	100,012	.	1,22	95,00
CAN	L	.	3200	33,37	91,210	.	1,22	90,47
GP	LQ	*	Média[4]	220,659	355,69	616,32	1,1124	99,99
CR	Q	*	Média[4]	516,705	995,28	-508,18	0,9793	58,70
CA	Q	.	3000	1,321	1,57	-1,07	0,7325	99,34
CA	Q	.	3100	5,172	-5,65	2,21	1,2776	99,99
CA	Q	.	3200	5,367	-6,17	2,48	1,2453	97,15
PM21	LQ	.	Média[4]	264,569	354,33	658,82	1,1127	99,99
CAN	LQ	*	3000	30,367	86,31	132,62	1,1847	98,71
CAN	Q	*	3100	-264,369	639,93	-252,30	1,2682	99,83
CAN	Q	*	3200	-203,246	538,93	-210,36	1,2810	94,07

[1] CA = conversão alimentar, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, CAN = variável multivariada canônica, GP = ganho de peso, CR = consumo de ração, PM21 = peso médio aos 21 dias; [2] Modelos estudados: L = linear, Q = quadrático e LQ = linha quebrada; [3] o asterisco indica a preferencia de uso das equações em função dos resultados sumarizados na Tabela 3; [4] Média: é referente ao valor médio obtido para cada um dos três níveis de energia estudados.
[1] CA = feed:gain ratio, PB = crude protein, EE = ether extract, MM = mineral matter, CAN = multivariate canonical variable, GP = weight gain, CR = feed intake, PM21 = average weight at 21 days; [2] Studied models L= linear, Q = quadratic and LQ = broken line; [3] Asterisk show the preference of equation according to the results summarized in Table 4: [3] Média: is the mean value obtained with each of the three energy levels studied.

método da linha quebrada. O consumo de ração para as médias de energia é melhor estimado pelo modelo quadrático, sendo que a estimativa de LM foi 0,98%. A conversão alimentar mostrou que é dependente do nível de LM e da EM, simultaneamente e, por isso, a estimativa da LM deve ser expressa para cada nível de energia. Embora o modelo quadrático tenha sido o que apresentou maiores R^2 para essa variável, os valores estimados como ótimo ficaram fora do intervalo estudado, o que implica em inferências ou previsões que eventualmente podem não se comprovar. Assim, descartando-se esse modelo e assumindo o modelo linear simples, a estimativa de exigência para os frangos até 21 dias é de, no mínimo, 1,22 % de LM uma vez que não foi atingido o ponto ótimo. As deposições de PB, EE e MM também foram melhor estimadas com o modelo linear simples no ponto de 1,22% LM.

A variável CAN, por englobar três variáveis importantes na produção, que são o GP, o CR e a deposição de PB na carcaça, significa mais do que as variáveis primárias que a compõem. Uma vez que existiu interação para a variável CAN, entre LM e EM, o desdobramento mostrou que para 3.000 kcal de EM, o método da linha quebrada é o melhor e o ótimo de LM é 1,18% (Figura 1). Para os níveis de 3.100 e 3.200 kcal de EM, as estimativas melhores são obtidas com o modelo quadrático, mas as estimativas ficam também fora do intervalo estudado (1,27 e 1,28% de LM, respectivamente), preferindo-se então para esses dois níveis energéticos adotar o modelo linear simples, em que a estimativa da exigência de LM foi de, no mínimo, 1,22%. A variável multivariada canônica (CAN), por conter a deposição de PB em sua construção, direciona a exigência do LM para cima o que, no presente experimento, estimou fora do intervalo de estudo. Os R^2 para a variável CAN foram altos e podem ser vistos na Tabela 4.

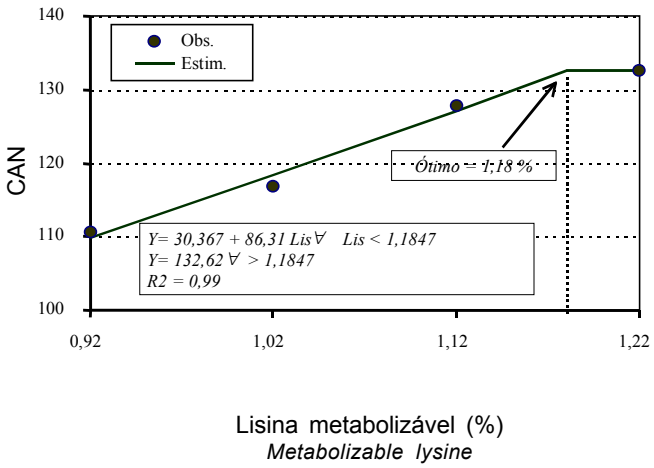

Figura 1 - Exigência de lisina metabolizável com 3.000 kcal de EM/kg de dieta, por intermédio da variável multivariada canônica (CAN).

Figure 1 - Metabolizable lysine requirement in diet with 3,000 kcal ME/kg, by means of the canonical multivariate variable (CAN).

Para averiguar o efeito das variáveis duas a duas, calculou-se a correlação residual, resultando nos seguinte valores: GPT e CRT = 0,51; GPT e PBMS = -0,21; CRT e PBMS = -0,21, sendo que todas foram significativas (P<0,05). Essas variáveis foram também correlacionadas com a primeira função discriminante canônica de Fisher (CAN), gerando as seguintes correlações residuais: GPT e CAN = 0,67; CRT e CAN = -0,13 e PBMS e CAN = 0,40. Esses resultados indicam que a variável mais importante para explicar a função canônica é o GPT, seguido de PBMS e a de menor importância é o CRT.

É importante salientar que, ao se aumentar a EM na ração, é necessário, também, aumentar a LM da dieta. Isso pode ser visto na Tabela 4, em que o nível de 3.000 kcal de EM/kg dieta necessita 1,18% de LM e com 3.100 ou 3.200 kcal de EM/kg dieta, a exigência aumenta para, no mínimo, 1,22% de LM. O aumento da exigência de LM nos níveis maiores de energia está relacionado com a diminuição de consumo, devido ao aumento de energia (P<0,01) ou de lisina (P<0,001) metabolizáveis.

É importante notar que o efeito extracalórico do óleo não foi levado em conta nas dietas utilizadas nesse experimento, mas sabe-se que, segundo Noblet (1996), o óleo apresenta maior porcentagem de energia líquida (EL) que a metabolizável (EM) em relação a uma mesma dieta. A EL é definida como a EM menos o incremento calórico (menor produção de calor), esse associado à utilização metabólica da EM ao custo energético de ingestão e de digestão. O óleo, portanto, aumenta a eficiência energética da dieta e pode causar diminuição do consumo, fazendo com que os níveis de outros nutrientes sejam ajustados para o menor consumo. Por outro lado, as dietas tiveram aumento pronunciado de farelo de soja (FS) para atender aos níveis crescentes de lisina da dieta. Sabe-se que o FS diminui a porcentagem de EL em relação à EM de uma mesma dieta, o que de certa forma contrapõe o efeito extracalórico do óleo na

dieta. Entretanto, as informações sobre composição de alimentos levando em conta a EL não são comuns e não têm sido empregadas rotineiramente na pesquisa. Por isso, optou-se por trabalhar com a aditividade energética dos ingredientes dada pela EM e assumindo a possibilidade de pequenas diferenças extracalóricas devidas ao óleo entre as dietas da superfície de resposta para cálculo da exigência de LM.

Na Tabela 2 verifica-se que a variável CAN do tratamento NRC é inferior (P<0,05) aos tratamentos com 3.100 kcal de EM e 1,22% de LM e também àqueles com 3.200 kcal de EM e 1,12 ou 1,22% de LM. Portanto, é possível conseguir melhores desempenhos (CAN) do que as dietas sugeridas pelo NRC (1994), desde que suplementadas com níveis maiores de LM.

Os resultados obtidos concordam com Parsons & Baker (1994), que indicam 1,12% de LM e 3.200 kcal EM para aves de mesma categoria. Waldroup (1996) estabeleceu que, com machos de 21 dias, o platô para EM inicia-se em 3.267 kcal de EM, não havendo aumento de mortalidade relacionado ao nível de EM. Esse autor mostrou que houve melhoria da formulação, quando as dietas continham de 105 a 115% de AA em relação ao NRC (1994). Rostagno et al. (1996) estimaram que a melhor resposta é obtida com 1,18% de lisina total; porém, a recomendação de Rostagno et al. (2000) é de 1,14% de lisina digestível com dietas de 3.000 kcal de EM/kg. As recentes publicações de Valerio et al. (1999a,b,c) e Valerio et al. (2000a,b,c) mostram que as exigências de lisina digestível oscilaram entre 1,11 e 1,22% na dependência da variável em estudo e da temperatura ambiental. Também o trabalho de Conhalato et al. (1999) mostrou que a exigência depende da variável utilizada e que para a lisina digestível situou-se entre 1,03 e 1,08%. Como foi visto por esses autores, a determinação da exigência é dependente de fatores ambientais e sua estimativa, em geral, é um cálculo oriundo de análise univariada. O modelo de análise proposto chega a valores superiores aos estimados em outros trabalhos, talvez em função da maior exigência de LM para suprir o maior depósito de proteína na carcaça. Entretanto, sabe-se que o maior teor de energia aumenta a necessidade de aminoácidos na dieta, conforme demonstrado por Holsheimer & Veerkamp (1992).

Conclusões

A exigência de lisina metabolizável para pintos machos de 1 a 21 dias de idade, seguindo os princípios da formulação com proteína ideal, é de 1,18% da dieta, quando a dieta tiver 3.000 kcal de EM/kg de ração. Ao se aumentar a energia para 3.100 ou 3.200 kcal/kg de EM/kg de ração é necessário, no mínimo, 1,22% de lisina metabolizável.

Para o nível de 3000 kcal de EM/kg de dieta, a variável CAN foi melhor que a conversão alimentar para estimar a exigência de lisina.

Literatura Citada

ALBINO, L.F.T.; FIALHO, F.B.; BELLAVER, C. et al. Estimativas das exigências de energia e proteína para frangas de postura e recria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1625-1629, 1994.

ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, C.S.S. et al. Proteína bruta e proteína ideal para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais**...Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.

BAKER, D.H.; CHUNG, T.K. Ideal protein for swine and poultry. **Biokyowa Technical Review-4**. Chesterfield: Nutriquest, 1992.

BAKER, D.H.; PARSONS, C.M.; FERNANDEZ, S. et al. Digestible amino acid requirements of broiler chickens based upon ideal protein considerations. In: ARKANSAS NUTRITION CONFERENCE, 1993, Fayetteville. **Proceedings...** Fayetteville: University of Arkansas, 1993. p.22-32.

BARBOZA, W.A.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et. al. Níveis de lisina para frangos de corte de 1 a 21 e de 15 a 40 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.1082-1090, 1990.

CONHALATO, G.S.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S. et al. 1999. Níveis de lisina digestível para pintos de corte machos na fase de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.91-97, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3.ed. Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1991. 97p.

GUIDONI, A.L. **Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1994. 105p. Tese (Doutorado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1994.

HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine level for early and late finishing swine. **Journal Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.

HOLSHEIMER, J.P.; VEERKAMP, C.H. Effect of dietary energy, protein, and lysine content on performance and yields of two strains of male broiler chicks. **Poultry Science**, v.71, p.872-879, 1992.

MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. London. Academic Press, 1979. 521p.

MITCHELL, H.H.; BLOCK, R.J. Some relations between the amino acid contents of proteins and their nutritive values for the rat. **Journal Biology Chemistry**, v.163, p.599-620, 1946.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Poultry Nutrition. Washington. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: NAS, 1994. 155p.

NOBLET, J. Net energy for growth pigs: Application to low protein, amino acid supplemented diets. In: PORK INDUSTRY CONFERENCE. **Swine Energetics...** Urbana, IL University of Illinois, 1996. p.15-25.

PARSONS,C.M.; BAKER,D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p. 119-128.

ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO Jr., P.; BARBOZA, W.A. Exigências nutricionais de aves determinadas no Brasil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF POULTRY AND SWINE, 1996, Viçosa. **Proceedings...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.55-63.

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: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

SAS INSTITUTE - **user's guide: Statistics**. Cary, 2000. CD-ROM.

VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, mantidos em ambiente de conforto térmico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais**...Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999a. Trabalho NUN 52. CD-ROM.

VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de conforto térmico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais**...Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999b. Trabalho NUN 53. CD-ROM.

VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em ambiente de estresse térmico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999c. Trabalho NUN 55. CD-ROM.

VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina digestível mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de frio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...**Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000a. Viçosa. CD-ROM.

VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito dos níveis de lisina digestível sobre as vísceras de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, mantidos em diferentes temperaturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...**Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000b. Viçosa. CD-ROM.

VALERIO, S.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível mantendo a relação aminoacídica para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, mantidos em diferentes temperaturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...**Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000c. Viçosa. CD-ROM.

WALDROUP, P.W. Nutrient requirement of broilers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF POULTRY AND SWINE, 1996, Viçosa., MG. **Proceedings...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.361-388.

WANG, T.C.; FULLER, M.F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. **British Journal Nutrition**, v.62, p.77-89, 1989.

Recebido em: 19/02/01
Aceito em: 31/08/01