



Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade

Edwiney Sebastião Cupertino^{1*}, Paulo Cezar Gomes², Luiz Fernando Teixeira Albino²,
Juarez Lopes Donzele², Heloisa Helena de Carvalho Mello¹, Marlene Schmidt¹,
Arele Arlindo Calderano¹

¹ Programa de Pós-graduação em Zootecnia - UFV, Viçosa, MG.

² Departamento de Zootecnia - UFV, Viçosa, MG.

RESUMO - Um experimento foi realizado com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível no período de 54 a 70 semanas de idade. Utilizaram-se 360 aves com 54 semanas de idade, 180 (Lohmann LSL e 180 Lohmann Brown) em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5×2 , composto de cinco níveis de lisina digestível e duas linhagens (leves e semipesadas), com seis repetições e seis aves por unidade experimental. Utilizou-se uma dieta basal deficiente em lisina digestível suplementada com cinco níveis de L-lisina HCl (78%), de forma a resultar em dietas com 0,555; 0,605; 0,655; 0,705 e 0,755% de lisina digestível. Avaliaram-se a produção de ovos, o peso e a massa de ovos, o consumo de ração, a conversão alimentar, os pesos de albúmen, gema e casca, unidades Haugh, os índices de albúmen e de gema, o percentual de ovos não-comerciais e a variação de peso corporal. Nas poedeiras leves, houve efeito linear dos níveis de lisina sobre os consumo de ração e de lisina, o índice de gema e os pesos de albúmen e de gema e efeito quadrático sobre a produção de ovos, o peso e a massa de ovos, a conversão alimentar e o peso da casca. Nas poedeiras semipesadas, houve efeito linear dos níveis de lisina sobre o consumo de lisina e o peso dos ovos e efeito quadrático sobre a produção de ovos, a massa de ovos, a conversão alimentar e o peso da casca. As exigências de lisina digestível para as poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade são de 0,724 e 0,692% da dieta, que correspondem a 784 e 748 mg de lisina digestível/ave/dia e 14,9 e 14,5 g de lisina digestível/g de massa de ovo produzida.

Palavras-chave: níveis de lisina digestível, poedeiras semipesadas, qualidade do ovo, taxa de postura

Digestible lysine requirements of laying hens from 54 to 70 weeks of age

ABSTRACT - An experiment was performed to determine the dietary digestible lysine requirement of hens (Lohman LSL and Lohman Brown) from 54 to 70 weeks of age. Three hundred and sixty hens were randomly assigned to 5×2 factorial arrangement (Lys levels by hen strain), according to the dietary treatments with six replicates (groups) of 6 birds. An experimental diet was formulated to contain deficient digestible lysine levels in order to be supplemented with lysine (L-Lys-HCL,78%) originating the five dietary treatments (0.555; 0.605; 0.655; 0.705 and 0.755% of digestible lysine). The parameters analyzed were egg production, egg weight, egg mass, feed intake, lysine intake, feed conversion, albumen weight, yolk weight and shell weight, Haugh unit, albumen index and yolk index, percentage of non-commercial eggs and body weight gain. There was linear effect of lysine levels to light laying hens on feed intake, lysine intake, yolk index, albumen weight, yolk weight and quadratic effect on egg production, egg weight, egg mass, feed conversion and shell weight. For brown-type laying hens, there was linear effect of lysine levels on lysine intake and egg weight and quadratic effect on egg production, egg mass, feed conversion and shell weight. The digestible lysine requirements were estimated through polynomial regression models. Estimates of digestible lysine requirements were calculated as 0.724 and 0.692% for light laying hens and brown-type laying hens, respectively, which corresponds to 784 and 748 mg/hen/day and 14.9 and 14.5 g of digestible lysine/g egg mass produced, in the period from 54 to 70 weeks of age.

Key Words: brown-type laying hens, digestible lysine levels, egg production, egg quality

Introdução

Como consequência dos programas de melhoramento genético aplicados a poedeiras, as aves se tornaram

mais precoces e com alto pico de produção. Segundo Medina (2003), é grande o desafio de dominar o dinamismo da genética, pois as aves são nutricionalmente mais exigentes.

Este artigo foi recebido em 18/4/2006 e aprovado em 12/8/2008.

Correspondências devem ser enviadas para: edwiney@coopeavi.coop.br

* Endereço atual: Coopeavi - ES, Brasil.

Com o surgimento de aminoácidos sintéticos, produzidos em escala comercial e a preços compatíveis, tornou-se possível formular rações com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades do animal, reduzindo os custos das rações e a quantidade de nitrogênio excretado (Narváez-Solarte, 1996).

Resultados de pesquisas sobre exigências de lisina para poedeiras visando eficiência produtiva satisfatória têm comprovado uma diversidade de respostas, possivelmente em virtude dos diversos fatores que podem interferir na exigência nutricional das aves (Leeson & Summers, 2001). Além do desempenho produtivo, a suplementação de lisina tem efeito sobre a composição dos ovos (Prochaska et al., 1996) e, dependendo do mercado consumidor, esse efeito pode ser explorado comercialmente (Rizzo, 2004). A lisina também é usada como referência (Emmert & Baker, 1997; Sá et al., 2007) na determinação dos níveis dos outros aminoácidos na busca pelo nível de proteína ideal, assim, é importante determinar com acurácia as exigências desse aminoácido em aves poedeiras. De acordo com Macari et al. (1994), a ingestão de lisina em excesso pode desencadear efeito aminostático que afeta o consumo. A alta relação lisina-arginina em dietas para aves pode levar à formação do aminoácido homoarginina, o que diminui o apetite e prejudica o desempenho das aves (Angakanaporn et al., 1997). Prochaska et al. (1996) avaliaram níveis crescentes de lisina total para poedeiras de 25 a 42 semanas de idade e observaram que o nível mais elevado reduziu significativamente o consumo de ração, afetando o consumo de nutrientes e a produção de ovos.

De modo geral, as exigências de lisina variam com o tipo de poedeira (leve ou semipesada) e com a fase de produção e são encontradas em tabelas e nos manuais das linhagens produtoras, nos quais são calculadas com base nos aminoácidos totais. Poucos são os estudos em que as exigências são determinadas em aminoácidos digestíveis.

Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de lisina digestível em aves poedeiras leves e semipesadas em produção no período de 54 a 70 semanas de idade.

Material e Métodos

O experimento foi realizado nas instalações da Seção de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de novembro de 2003 a fevereiro de 2004.

Utilizaram-se 360 aves com 54 semanas de idade (180 da linhagem Lohmann LSL e 180 da Lohmann Brown)

distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5×2 , composto de cinco níveis de lisina (0,555; 0,605; 0,655; 0,705; e 0,755%) e duas linhagens (leves e semipesadas), com seis repetições de seis aves por unidade experimental. Cada unidade experimental foi constituída de três gaiolas, cada uma com duas aves.

As poedeiras foram criadas no piso em galpão aberto e, na 17ª semana de idade, foram transferidas para um galpão de postura (60 × 9 m) coberto com telhas de barro, alojadas aos pares em gaiolas de 25 × 40 × 45 cm.

Durante as fases de cria, recria e produção até as 54 semanas de idade, as aves foram manejadas conforme descrito nos respectivos manuais das linhagens e alimentadas com rações formuladas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2000).

Para determinação da exigência em lisina digestível, foram formuladas rações isoprotéicas, obtidas a partir de uma dieta basal suplementada com L-lisina HC (78%), de forma a proporcionar 0,555; 0,605; 0,655; 0,705; e 0,755% de lisina digestível (Tabela 1). A suplementação com L-lisina HCl (78%) foi feita em substituição ao aminoácido não-essencial L-glutâmico e, quando necessário, foi acompanhada pela suplementação de amido e de outros aminoácidos essenciais para atender à relação mínima aminoácido/lisina. Tanto a digestibilidade dos aminoácidos sintéticos quanto a relação mínima aminoácido/lisina e os demais nutrientes contidos nas rações, exceto proteína bruta, foram calculadas conforme descrito por Rostagno et al. (2000).

Todas as poedeiras consumiram a mesma ração até a 54ª semana de idade. Antes de fornecer as rações experimentais, procedeu-se à distribuição das aves, padronizando-as por peso corporal e taxa de postura. O controle da produção de ovos foi realizado de modo a permitir a uniformização das aves nos níveis de lisina digestível em estudo.

A partir da 54ª semana de idade, as poedeiras leves foram alimentadas com as rações experimentais, iniciando-se o período experimental, que teve duração de 16 semanas. As rações foram fornecidas diariamente, em dois horários, às 7 e às 17 h garantindo às aves consumo de ração e água à vontade durante todo o período experimental.

Utilizou-se o programa de luz contínuo, com 16 horas de luz. A temperatura e umidade relativa no galpão foram monitoradas duas vezes ao dia utilizando-se termômetros, de máxima e mínima e de bulbo seco e bulbo úmido, distribuídos por toda a instalação, posicionados à altura das aves, que indicaram valores médios de 26,2; 20,3; 23,5 e 22,9°C, respectivamente, no período experimental.

O ensaio experimental foi dividido em quatro períodos de coletas dos ovos, cada um com 28 dias. Durante esse

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais

Ingrediente	Nível de lisina digestível (%)				
	0,555 (Basal)	0,605	0,655	0,705	0,755
Farelo de soja	16,020	16,020	16,020	16,020	16,020
Milho	46,770	46,770	46,770	46,770	46,770
Glúten de milho	1,466	1,466	1,466	1,466	1,466
Sorgo	23,180	23,180	23,180	23,180	23,180
Óleo de soja	0,217	0,217	0,217	0,217	0,217
Fosfato bicálcico	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350
Calcário	8,875	8,875	8,875	8,875	8,875
Sal	0,497	0,497	0,497	0,497	0,497
Cloreto de colina (60%)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Carbonato de potássio	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059
Amido	0,413	0,444	0,481	0,534	0,610
L-glutâmico	0,904	0,756	0,588	0,339	0,01
L-lisina HCl	0	0,066	0,132	0,198	0,263
DL-metionina	0,069	0,115	0,161	0,207	0,253
L-treonina	0	0	0	0,010	0,048
L-tryptofano	0	0,005	0,018	0,030	0,043
L-isoleucina	0	0	0,006	0,050	0,095
L-valina	0	0	0	0,018	0,064
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada					
Proteína bruta, %	14,25	14,25	14,25	14,25	14,25
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.802	2.806	2.810
Cálcio, %	3,818	3,818	3,818	3,818	3,818
Fósforo disponível, %	0,341	0,341	0,341	0,341	0,341
Sódio, %	0,227	0,227	0,227	0,227	0,227
Potássio, %	0,545	0,545	0,545	0,545	0,545
Lisina, %	0,555	0,605	0,655	0,705	0,755
Metionina, %	0,289	0,334	0,379	0,424	0,469
Metionina+cistina, %	0,498	0,543	0,588	0,633	0,678
Treonina, %	0,471	0,471	0,471	0,480	0,513
Triptofano, %	0,141	0,146	0,158	0,169	0,181
Arginina, %	0,845	0,845	0,845	0,845	0,845
Leucina, %	1,408	1,408	1,408	1,408	1,408
Isoleucina, %	0,550	0,550	0,556	0,598	0,642
Histidina, %	0,348	0,348	0,348	0,348	0,348
Fenilalanina, %	0,672	0,672	0,672	0,672	0,672

¹ Rovimix matrizes (Roche), composição/kg: vit. A - 12.000.000 U.I.; vit. D₃ - 3.600.000 U.I.; vit. E - 3.500 U.I.; vit. B₁ - 2.500 mg; vit. B₂ - 8.000 mg; vit. B₆ - 3.000 mg; ácido pantotênico - 12.000 mg; biotina - 200 mg; vit. K - 3.000 mg; ácido fólico - 3.500 mg; ácido nicotínico - 40.000 mg; vit. B₁₂ - 20.000 mcg; selênio - 130 mg; q.s.p. 1.000g.

² Roligomix Aves (Roche), composição/kg: manganês - 160 g; ferro - 100 g; zinco - 100 g; cobre - 20 g; cobalto - 2 g; iodo - 2 g; q.s.p. - 1.000 g.

³ Butil-hidróxi-tolueno.

período, além dos dados de desempenho (peso corporal, produção de ovos, e massa de ovo), também foram avaliados o consumo de ração, a conversão alimentar, os componentes dos ovos (peso de albúmen, peso de gema e porcentagem de casca), a qualidade interna (unidades Haugh, índice de albúmen e de gema), o percentual de ovos não-comerciais e a mortalidade.

A unidade Haugh foi obtida segundo a fórmula: $UH = 100 \log(H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, em que H = altura do albúmen (mm); W = peso do ovo, em gramas.

Também foram medidos os diâmetros de gema e de albúmen, com paquímetro, para determinação dos índices de gema e de albúmen, segundo as fórmulas:

Índice de gema = altura da gema/média dos diâmetros da gema

Índice de albúmen = altura do albúmen/média dos diâmetros do albúmen

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$

em que μ = média geral; α = efeito dos níveis de lisina; β = efeito da linhagem; $\alpha\beta$ = efeito da interação de níveis de lisina e linhagem; e = erro aleatório.

As análises estatísticas dos parâmetros avaliados foram realizadas utilizando-se o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), considerando os efeitos de linhagem e de níveis de lisina dentro de cada linhagem, decompostos nos seus efeitos linear, quadrático, cúbico e quártico.

Resultados e Discussão

Não houve efeito ($P>0,05$) das linhagens sobre o consumo de ração, pois aves semipesadas e leves tiveram consumos semelhantes (Tabela 2). Esses resultados confirmam os obtidos por Narvaez Solarte (1996) e Goulart (1997), que também observaram consumo de ração semelhante entre poedeiras Lohmann LSL e Lohmann Brown ao avaliarem a exigência de aminoácidos. Contudo, nos manuais das linhagens Lohmann, o consumo descrito para as aves semipesadas é de 110 a 120 g/ave/dia e, para as leves, 105 a 115 g/ave/dia, considerando uma dieta com mesmo nível energético. Essa diferença possivelmente está relacionada à exigência de manutenção das aves semipesadas em relação às leves, uma vez que o potencial produtivo (massa de ovo) de ambas as linhagens é semelhante e, em média, a Lohmann Brown apresenta peso corporal 10% superior ao da Lohmann LSL.

Os níveis de lisina digestível da dieta tiveram efeito linear ($P<0,01$) sobre o consumo de ração das poedeiras leves, fato que não foi observado na linhagem semipesada. Resultados semelhantes foram obtidos por Jardim Filho et al. (2004), que também constataram influência dos níveis dietéticos de lisina (0,6; 0,7; 0,8 e 0,9%) sobre o consumo de ração de poedeiras leves na fase de 24 a 48 semanas de idade. Esses autores observaram que aves alimentadas com a ração com menor nível de lisina (0,6%) apresentaram o

Tabela 2 - Consumos de ração e de lisina, produção de ovos, peso dos ovos, massa dos ovos e conversão alimentar de poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade alimentadas com rações com diversos níveis de lisina digestível

	Nível de lisina digestível (%)						Média ¹	CV (%)
	0,555	0,605	0,655	0,706	0,755			
Consumo de ração (g/ave/dia)								
Leves ²	102	106	110	111	113	**	108,4a	3,98
Semipesadas	105	109	108	110	109	ns	108,2a	
Consumo de lisina (mg/ave/dia)								
Leves ²	566,1	641,3	720,5	783,6	853,1	**	712,9a	3,82
Semipesadas ²	582,7	659,4	707,4	776,6	822,9	**	709,8a	
Produção de ovos (%)								
Leves ³	65,6	73,8	81,5	82,0	83,3	*	77,2a	7,53
Semipesadas ³	67,2	76,1	78,7	79,0	76,8	*	75,5a	
Peso dos ovos (g)								
Leves ³	59,6	61,5	62,3	63,2	62,6	**	61,8b	3,24
Semipesadas ²	61,3	64,2	62,8	65,2	64,5	*	63,6a	
Massa de ovos (g/ave/dia)								
Leves ³	39,0	45,3	50,7	51,8	52,1	**	47,78a	6,87
Semipesadas	41,0	48,8	49,4	51,5	49,5	**	48,04a	
Conversão alimentar (kg/kg)								
Leves ³	2,68	2,35	2,18	2,15	2,17	*	2,30a	6,23
Semipesadas ³	2,58	2,24	2,19	2,14	2,21	**	2,27a	
Conversão alimentar (kg/dúzia)								
Leves ³	1,92	1,73	1,64	1,63	1,63	*	1,71a	6,88
Semipesadas ²	1,88	1,73	1,69	1,68	1,71	*	1,73a	

¹ Médias seguidas pela mesma letra em cada variável não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F; ² Efeito linear; ³ Efeito quadrático. CV - coeficiente de variação; ** (P<0,01); *(P<0,05); ns (P>0,05) pelo teste F.

menor consumo, possivelmente em razão do maior desequilíbrio aminoacídico nas dietas com baixo nível de lisina, que pode ter ativado os mecanismos responsáveis pela redução no consumo de alimentos (Andriquetto, 2003).

O consumo de lisina digestível teve resultado esperado, aumentando linearmente (P<0,01) conforme a elevação dos níveis na dieta tanto para aves leves quanto para semipesadas, não havendo contudo diferenças significativas (P>0,05) entre as linhagens.

A linhagem das poedeiras não teve efeito (P>0,05) sobre a produção e a massa de ovo, mas influenciou o peso do ovo, pois os ovos das aves semipesadas foram em média 1,8 g mais pesados (P>0,01) que os das aves leves. Diversos autores (Keshavarz & Nakajima, 1995; Rosa et al., 1997; Leeson & Summers, 2001) relataram que aves poedeiras com maior peso corporal produzem ovos mais pesados, o que indica correlação positiva entre peso corporal da ave e peso do ovo produzido.

A produção, o peso e a massa de ovo de ambas as linhagens foram influenciados pelos níveis de lisina digestível da ração. Os níveis de lisina digestível tiveram efeito quadrático sobre a produção de ovos (P<0,05), a massa de ovo (P<0,01) das aves leves e semipesadas e sobre o peso de ovo (P<0,05) das aves leves. Também foi obser-

vado efeito linear (P<0,05) dos níveis de lisina digestível da dieta sobre o peso do ovo das aves semipesadas. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por diversos autores (Novack & Scheideler, 2004; Jardim Filho et al., 2004; Carvalho et al., 2004; Sá et al., 2007; Geraldo, 2006), que também observaram efeitos significativos dos níveis dietéticos de lisina sobre o desempenho de poedeiras.

Não houve efeito significativo (P>0,05) da linhagem sobre a conversão alimentar (Tabela 2). Os níveis dietéticos de lisina digestível, no entanto, tiveram efeito quadrático (P<0,01) sobre a conversão alimentar (kg de ração/kg de ovo e kg de ração/dúzia de ovos) nas poedeiras leves e (kg de ração/kg de ovo) e semipesadas.

Houve efeito significativo (P<0,05) da linhagem sobre a qualidade interna dos ovos, avaliada pelas unidades Haugh e pelo índice de albúmen, cujos melhores resultados foram obtidos nas poedeiras leves (89,3 e 0,104) em comparação às semipesadas (84,9 e 0,094) (Tabela 3). Quando avaliado o índice de gema, no entanto, as poedeiras semipesadas apresentaram os melhores resultados, semelhante ao observado por Goulart (1997), que constatou diferenças significativas na qualidade interna dos ovos entre as duas linhagens – os ovos das poedeiras leves apresentaram unidades Haugh e índice de albúmen supe-

Tabela 3 - Qualidade do ovo de poedeiras leves e semipesadas de 54 a 70 semanas de idade alimentadas com rações com diversos níveis de lisina digestível

	Nível de lisina digestível (%)						Média ¹	CV (%)
	0,555	0,605	0,655	0,706	0,755			
Unidades Haugh								
Leves	88,45	89,78	91,42	88,15	88,85	ns	89,33a	4,38
Semipesadas	86,69	83,67	84,76	86,51	83,32	ns	84,99b	
Índice de albúmen								
Leves	0,1009	0,1057	0,1088	0,1022	0,1035	ns	0,1042a	10,43
Semipesadas	0,0997	0,0918	0,0940	0,0978	0,0896	ns	0,0945b	
Índice de gema								
Leves ²	0,4386	0,4312	0,4337	0,4261	0,4242	*	0,4307b	2,59
Semipesadas	0,4581	0,4507	0,4482	0,4525	0,4425	ns	0,4504a	
Peso de albúmen (g)								
Leves	37,1	38,3	38,5	39,4	38,1	*	38,2b	1,55
Semipesadas	39,0	41,5	39,9	41,3	40,3	ns	40,4a	
Peso de gema (g)								
Leves	16,3	17,4	17,3	18,1	18,2	**	9,8a	3,11
Semipesadas	15,8	16,9	16,6	16,9	16,6	ns	16,6b	
Casca (%)								
Leves	10,2	9,8	9,9	9,6	9,7	*	9,8a	2,27
Semipesadas	10,5	9,8	9,6	9,8	10,3	*	10,0a	
Ovos não-comerciais (%)								
Leves	0,62	0,70	0,83	0,83	0,83	ns	0,76a	77,89
Semipesadas	1,34	1,94	1,32	1,49	1,71	ns	1,56a	

¹ Médias seguidas pela mesma letra dentro de cada variável não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F.

² Efeito linear.

CV - coeficiente de variação; *(P<0,05); ns (P>0,05), pelo teste F.

riores aos das poedeiras semipesadas – mas não observou diferenças significativas no índice de gema. Sá et al. (2007) observaram que os ovos de poedeiras leves (Lohmann LSL) apresentaram maiores valores de unidades Haugh e de índice de albúmen, em comparação aos ovos de poedeiras semipesadas (Lohmann Brown) no período de 34 a 50 semanas de idade, mas não verificaram diferenças significativas no índice de gema entre as linhagens. Considerando que o índice de albúmen é a relação entre a altura e a média dos diâmetros do albúmen, os ovos com mesmo diâmetro e maior altura de albúmen também apresentam os maiores índices de albúmen.

Os níveis de lisina digestível da dieta tiveram efeito linear somente sobre o índice de gema, pois as outras variáveis (unidades Haugh e índice de albúmen) não foram afetadas (P>0,05). Os resultados de unidade Haugh foram semelhantes aos obtidos por Novak & Scheideler (2004), Gomes et al. (2005) e Sá et al. (2007), enquanto os índices de albúmen foram similares aos descritos por Sá et al. (2007). Resultados discrepantes foram obtidos por Goulart (1997), que, além de redução linear nas unidades Haugh para ambas as linhagens, também observou efeitos significativos (quadrático para aves leves e linear para semipesadas) dos níveis de lisina da dieta (0,54 a 0,840%) sobre o índice de albúmen dos ovos. No entanto, os resultados obtidos por esse autor também evidenciaram efeito linear sobre o índice de gema dos ovos de aves leves e semipesadas.

O tempo de armazenamento dos ovos e a idade das aves (Silversides & Scott, 2001), a temperatura no ambiente de produção (Faria et al., 2001) e a variação nos aparelhos usados para determinar as medidas de altura e os diâmetros de albúmen e gema podem contribuir para as variações entre os resultados experimentais.

Houve efeito da linhagem (P<0,05) sobre os componentes internos dos ovos, uma vez que os ovos das poedeiras leves apresentaram em média menor quantidade de albúmen e maior quantidade de gema em comparação aos das aves semipesadas. Esses resultados podem estar relacionados ao tamanho dos ovos produzidos, pois as poedeiras semipesadas produziram ovos mais pesados e, de acordo com Ahn et al. (1997), ovos de poedeiras mais jovens (ovos mais leves) possuem menor relação gema:clara em comparação aos de galinhas mais velhas (ovos mais pesados).

Nas poedeiras leves, houve efeito linear dos níveis de lisina digestível sobre a quantidade de albúmen (P<0,05) e sobre a quantidade de gema (P<0,01) do ovo. Novak & Scheideler (2004) observaram aumento significativo no percentual de albúmen dos ovos de poedeiras leves alimentadas com 959 mg de lisina total/ave/dia em comparação aos ovos das aves alimentadas com 860 mg de lisina total/ave/dia e esse aumento refletiu diretamente no percentual de sólidos do albúmen.

Os níveis de lisina digestível tiveram efeito quadrático (P<0,05) sobre o percentual de casca dos ovos, tanto nas

poedeiras leves como nas semipesadas. Teoricamente menor percentual de casca no ovo implica cascas menos espessas, o que poderia levar a maior incidência de ovos não-comerciais com trincas e quebras, mas isso não foi comprovado ($P>0,05$) neste estudo. Ressalta-se que a rotina em granja comercial envolve maior manipulação dos ovos no processo de classificação e talvez nesta situação os ovos com menor percentual de casca sejam mais sensíveis.

Foi observada para ambas as linhagens redução no peso corporal ao longo do período experimental (Tabela 4). Esta redução no peso corporal decorrente dos níveis de lisina digestível da dieta comportou-se de forma linear ($P<0,05$) para as aves leves e de forma quadrática ($P<0,01$) para as poedeiras semipesadas. Estes resultados não se assemelham ao descrito nos manuais das linhagens, pois esperava-se acréscimo no peso corporal das aves com o avançar da idade. A possível explicação para este fato seria uma mobilização de proteína corporal pela ave no intuito de suprir o aminoácido em deficiência para manter o processo reprodutivo ou até mesmo um desvio da energia destinada à produção para a síntese de moléculas (ácido úrico) que permitissem a excreção dos aminoácidos em desequilíbrio no organismo (Leeson & Summers, 2001). O fato de os menores níveis de lisina digestível promoverem maior perda de peso corporal reforça estas hipóteses.

Ressalta-se que os níveis de proteína bruta utilizados nas dietas experimentais (14,2%) podem ter contribuído para esses resultados, uma vez que há relatos na literatura sobre a influência dos níveis protéicos dietéticos sobre o ganho de peso corporal das aves poedeiras. Neste sentido, Penz & Jensen (1991) testaram dois níveis de proteína bruta (13% e 16%), de modo que a dieta com o menor nível foi suplementada com os aminoácidos limitantes, e não perceberam diferenças significativas na produção de ovos de

poedeiras leves entre 28 e 34 semanas de idade, porém verificaram menor ganho de peso corporal entre as poedeiras alimentadas com o menor nível protéico.

As exigências de lisina digestível para as aves leves estimadas em % da dieta foram de 0,726; 0,708 e 0,724%, que correspondem a 787, 767 e 784 mg/ave/dia considerando a produção, o peso e a massa de ovo, respectivamente, com consumo de ração médio de 108,4 g/ave/dia (Tabela 5). Para as aves semipesadas, as exigências em % da dieta foram de 0,686 e 0,692%, correspondentes a 742 e 748 mg/ave/dia para produção e massa de ovo, respectivamente, com consumo de ração médio de 108,2 g/ave/dia.

A exigência das aves leves foi maior que a das semipesadas, considerando a mesma variável em estudo, o que pode estar relacionado ao consumo semelhante entre as duas linhagens. No entanto, poedeiras semipesadas possuem maior exigência energética em relação às leves. Assim, pode ter ocorrido desvio de aminoácidos destinados à produção para a síntese energética ou até mesmo desbalanço aminoacídico com alto custo energético para excreção. Esta hipótese não pode ser confirmada pelos dados de produção, visto que estatisticamente a produção de ovos foi semelhante entre as linhagens, embora numericamente seja possível observar maior produção de ovos das aves leves em relação às semipesadas.

A exigência para maior produção de ovos das aves leves foi 3,4% superior à exigência para maior peso dos ovos, portanto, o peso dos ovos tem influência significativa nas exigências nutricionais. Goulart (1997) também relatou que, para as poedeiras leves, houve aumento de 1,1% na exigência de lisina para máxima produção em relação aos níveis para máximo peso dos ovos e, no caso de poedeiras semipesadas, há inversão, pois a exigência para máximo peso de ovo é superior àquela para a máxima produção.

Tabela 4 - Variação de peso corporal de poedeiras leves e semipesadas de 54 a 70 semanas de idade alimentadas com rações com diversos níveis de lisina digestível

	Nível de lisina digestível (%)						Média ¹	CV (%)
	0,555	0,605	0,655	0,706	0,755			
Peso inicial (g/ave)								
Leves	1.666	1.666	1.670	1.668	1.674	ns	1.668b	0,81
Semipesadas	1.864	1.863	1.865	1.866	1.868	ns	1.865a	
Peso final (g/ave)								
Leves ²	1.390	1.442	1.433	1.375	1.420	*	1.421b	3,19
Semipesadas ³	1.648	1.763	1.749	1.736	1.728	**	1.724a	
Variação de peso (g/ave)								
Leves ²	-257	-206	-149	-140	-125	*	-175b	-32,53
Semipesadas ³	-216	-100	-116	-130	-140	**	-140a	

¹ As médias seguidas pela mesma letra dentro de cada variável não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F.

² Efeito linear; ³ Efeito quadrático; CV – coeficiente de variação; *($P<0,05$); ns ($P>0,05$), pelo teste F.

Tabela 5 - Exigência em lisina digestível, coeficientes de determinação e equações de predição ajustadas para desempenho e produção de poedeiras de 54 a 70 semanas de idade

	Equação ajustada	Modelo quadrático		r ²
		Exigência (%)	Exigência (mg/ave/dia)	
Leves				
Produção de ovos/ave/dia (%)	$\hat{Y} = -236,487 + 880,088N - 605,339N^2$	0,726	787	0,99
Peso de ovo (g)	$\hat{Y} = -9,19359 + 203,933N - 143,980N^2$	0,708	767	0,98
Massa de ovo (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -195,883 + 685,967N - 473,681N^2$	0,724	784	0,99
Conversão alimentar (kg/dúzia)	$\hat{Y} = 8,18770 - 18,646N + 13,2139N^2$	0,705	764	0,98
Conversão alimentar (kg/kg)	$\hat{Y} = 14,1437 - 34,0888N + 24,1663N^2$	0,705	764	0,99
Casca (%)	$\hat{Y} = 18,452 - 24,15005N + 16,7062N^2$	0,722	782	0,93
Semipesadas				
Produção de ovos/ave/dia (%)	$\hat{Y} = 253,671 + 971,720N - 707,904N^2$	0,686	742	0,98
Massa de ovo (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -197,191 + 717,689N - 517,968N^2$	0,692	748	0,94
Conversão alimentar (kg/kg)	$\hat{Y} = 12,9996 - 31,4252N + 22,7083N^2$	0,692	748	0,95
Casca (%)	$\hat{Y} = 41,7328 - 97,0302N + 73,4392N^2$	0,660	714	0,95

Os resultados encontrados neste estudo para as exigências de lisina para melhor desempenho produtivo são superiores aos recomendados pelo NRC (1994). Todavia, considerando as recomendações descritas por Rostagno et al. (2005) para a fase produtiva correspondente (663 e 679 mg/ave/dia para aves leves e semipesadas, respectivamente, para a produção de 45 gramas de massa de ovo diária), é necessário consumo de 14,7 e 15,0 mg de lisina digestível/dia para a produção de 1 grama de massa de ovo para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Assim, os níveis de lisina digestível estimados para máxima produção de massa de ovo em poedeiras leves (14,9 g/g de massa de ovo) são superiores aos estimados para as poedeiras semipesadas (14,5 g/g de massa de ovo). Resultados semelhantes ou até superiores também foram encontrados por outros autores (Novak & Scheideler, 2004; Sá et al., 2007). Ressalta-se que diversos fatores interferem na resposta produtiva das aves e por consequência nos níveis nutricionais recomendados, como por exemplo, a idade (Grobas et al., 1999), a genética utilizada (Tharrington et al., 1999), a temperatura ambiental (Faria et al., 2001) e as variáveis consideradas na determinação da exigência (Goulart, 1997).

Conclusões

Considerando que a receita do produtor de ovos é oriunda basicamente do peso e da produção de ovos e que os valores observados para estas variáveis são superiores aos de conversão alimentar e ao percentual de casca do ovo,

a massa de ovo deve ser o “critério técnico e econômico” utilizado para determinação da exigência deste aminoácido e, nesta condição, são necessários valores de 0,724 e 0,692% de lisina digestível na dieta, correspondente a 784 e 748 mg de lisina digestível/ave/dia e 14,9 e 14,5 g de lisina digestível/g de massa de ovo produzida para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, no período de 54 a 70 semanas de idade.

Literatura Citada

- AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, v.76, p.914-919, 1997.
- ANDRIGUETTO, J.M.; PER, Y.L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 2003. 425p.
- ANGAKANAPORN, K.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Resynthesis of homoarginine in chickens is influenced by dietary concentrations of lysine and arginine. **Nutrition Research**, v.17, n.1, p.99-110, 1997.
- CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leves no período final de postura, submetidas a estresse térmico. In CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 2004. p.26.
- EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.462-470, 1997.
- FARIA, D.E.; JUNQUEIRA, O.M.; SOUZA, P.A. et al. Desempenho, temperatura corporal e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com vitaminas D e C em três temperaturas ambientes. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, p.49-56, 2001.
- GERALDO, A. **Aminoácidos sulfurosos, lisina, e treonina digestíveis para poedeiras comerciais leves em produção**.

2006. 189f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- GOMES, N.A.; CARVALHO, F.B.; MATOS, M.S. et al. Qualidade interna de ovos para poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e arginina digestível de 24 a 32 semanas de idade. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CONPEEX, 2005. (CD-ROM).
- GOULART, C.C. **Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas**. 1997. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.
- GROBAS, S.; MENDEZ, J.; DE BLAS, G. et al. Influence of dietary energy, supplemental fat and linoleic acid concentration on performance of laying hens at two ages. **British Poultry Science**, v.40, p.681-687, 1999.
- JARDIM FILHO, R.M.; SANTOS, G.P.; STRINGHINI, J.H. et al. Característica internas de ovos de poedeiras comerciais Lohmann alimentadas com níveis crescentes de lisina digestível. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** Santos: Associação Brasileira Produtores de Pintos de Corte, 2004. p.103.
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S. The effect of dietary anipulations of energy, protein and fat during growing and layng periods on early egg weight and egg components. **Poultry Science**, v.74, p.50-61, 1995.
- LEESON, S.; SUMMER J.D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Ontário: University Books, 2001. 591p.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1994. 296p.
- MEDINA GARCIA, J.R. **Avanços na nutrição da poedeira moderna**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2003. p.1-21.
- NARVÁEZ-SOLARTE, W.V. **Exigências em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas**. 1996. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996, Viçosa, MG, 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- PENZ JR., A.M.; JENSEN, L.S. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high or low-protein diets on egg weight and components in laying hens. **Poultry Science**, v.70, n.12, p.2460-2466, 1991.
- POVAK, C.; YAKOUT, H.; SCHEIDELER, S. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.977-984, 2004.
- PROCHASKA, J.F.; CAREY, J.B.; SHAFER, D.J. The effect of L-lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**, v.75, p.1268-1077, 1996.
- RIZZO, M.F.; FARIA, D.E.; ROMBOLA, L.G. et al. Avaliação das proprieda es funcionais de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2004, Santos. **Anais...** Santos: Associação Brasileira Produtores de Pintos de Corte, 2004. p.41.
- ROSA, A.P.; ZANELLA, I.; THIER, J. et al. Influência de diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável no desempenho de poedeiras Rhode Island Red na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.159-163, 1997.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 1.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 186p.
- SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de metionina + cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1837-1845, 2007.
- SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YONG, R.J. **Nutrition of the chicken**. 2.ed. Ithaca: M.L. Scott and Associates, 1988. 511p.
- SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, p.1240-1245, 2001.
- THARRINGTON, J.B.; CURTIS, P.A.; JONES, F.T. et al. Comparison of physical quality and composition of eggs from historic strains of single comb White Leghorn chickens. **Poultry Science**, v.78, p.591-594, 1999.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**. versão 7.0 Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 59p.