

**AMINOÁCIDOS SULFURADOS, LISINA E
TREONINA DIGESTÍVEIS PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES EM PICO
DE PRODUÇÃO**

ADRIANO GERALDO

2006

ADRIANO GERALDO

**AMINO ÁCIDOS SULFURADOS, LISINA E TREONINA
DIGESTÍVEIS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES EM
PICO DE PRODUÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do curso de Doutorado
em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de
Monogástricos, para obtenção do título de
“Doutor”.

Orientador

Prof. Antonio Gilberto Bertechini

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Geraldo, Adriano

Aminoácidos sulfurados, lisina e treonina digestíveis para poedeiras comerciais leves em pico de produção / Adriano Geraldo. – Lavras : UFLA, 2006.

174 p. : il.

Orientador: Antonio Gilberto Bertechini.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Poedeira. 2. Nutrição de monogástrico. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD-636.50855

ADRIANO GERALDO

**AMINO ÁCIDOS SULFURADOS, LISINA E TREONINA
DIGESTÍVEIS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES EM
PICO DE PRODUÇÃO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do curso de Doutorado
em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de
Monogástricos, para obtenção do título de
“Doutor”.

Aprovada em 10 de fevereiro de 2006.

Prof. Édison José Fassani UNIFENAS Prof. Sérgio Luiz de T. Barreto UFV

Prof. Paulo Borges Rodrigues UFLA Prof. Rilke Tadeu F. de Freitas UFLA

Antonio Gilberto Bertechini
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

A Deus,
Por me guiar e iluminar em todos os momentos,

DEDICO

Aos meus pais, José e Lazara, pelo apoio, amor e compreensão,
Aos meus irmãos, Ricardo e Gislaine, pela amizade,
Aos meus amigos e familiares pelo incentivo,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao CNPq pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Antonio Gilberto Bertechini pela orientação, amizade, apoio e ensinamentos na realização deste trabalho.

Aos professores Paulo Borges Rodrigues, Édison José Fassani, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas e Sérgio L. T. Barreto pela amizade, sugestões e ensinamentos.

A Ajinomoto Biolatina pela doação dos aminoácidos utilizados para a realização deste trabalho. A Hy-Line do Brasil Ltda pelo apoio na aquisição das frangas Hy-Line W-36.

Aos amigos Jerônimo Ávito Gonçalves de Brito, Reinaldo Kanji Kato e Júlio César Carrera de Carvalho pela grande e valiosa colaboração no desenvolvimento deste trabalho e aos amigos Gislene Oda Figueiredo, Renata Mara, Renata, Livya Stefane de Queiroz, Henrique Aronica Ribas Más, Camila Meneghetti, Eduardo, Fernando, Andressa Nunes e Aires pelo auxílio na condução do experimento.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia do setor de Avicultura, senhor Geraldo, Cláudio e, em especial, ao Luís Carlos de Oliveira. Ao funcionário da Fábrica de ração, Gilberto, pelo apoio. Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Márcio dos Santos Nogueira, Eliana Maria dos Santos e José G. Virgílio, e aos demais funcionários pela colaboração.

A todos os colegas da pós-graduação e graduação pelo convívio e a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Adriano Geraldo, filho de José Geraldo e Lazara Maria Geraldo, nasceu em Lavras, Minas Gerais, em 04 de junho de 1976.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras, em julho de 2000.

Obteve o título de mestre em Nutrição de Monogástricos em fevereiro de 2003.

Em março de 2003, iniciou seus estudos de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concluindo o curso em fevereiro de 2006.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
RESUMO	2
ABSTRACT	3
1 INTRODUÇÃO	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Fatores associados à composição e ao rendimento de ovos para consumo	6
2.2 Efeito de níveis de proteína e aminoácidos essenciais na dieta de poedeiras comerciais sobre o desempenho de aves, composição e rendimento de ovos	8
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO II – NÍVEIS DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS DIGESTÍVEIS EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES EM PICO DE PRODUÇÃO	26
RESUMO	27
ABSTRACT	29
1 INTRODUÇÃO	31
2 MATERIAL E MÉTODOS	37
2.1 Localização e época de realização	37
2.2 Aves, instalações e manejo	37
2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística	38
2.4 Avaliação do desempenho e de outras características das aves durante os períodos experimentais	45
2.4.1 Produção de ovos	45
2.4.2 Consumo de ração	45
2.4.3 Peso dos ovos	46
2.4.4 Massa de ovos	46
2.4.5 Conversão alimentar	46
2.4.6 Ovos viáveis	46
2.4.7 Qualidade do ovo	47
2.4.7.1 Qualidade interna dos ovos (unidade Haugh)	47
2.4.7.2 Qualidade externa dos ovos (Peso específico)	47
2.4.8 Porcentagem de casca	48
2.4.9 Porcentagem de gema	48
2.4.10 Porcentagem de albúmen	48

2.4.11 Determinação de sólidos totais no albúmen e gema	49
2.4.12 Determinação da proteína bruta da gema e albúmen	49
2.4.13 Extrato etéreo da gema	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
3.1 Desempenho.....	51
3.2 Rendimento no processamento, qualidade interna e externa dos ovos	62
4 CONCLUSÃO	75
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

CAPÍTULO III - NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES NO PICO DE PRODUÇÃO

RESUMO.....	81
ABSTRACT.....	83
1 INTRODUÇÃO	85
2 MATERIAL E MÉTODOS	90
2.1 Localização e época de realização.....	90
2.2 Aves, instalações e manejo.....	90
2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística.....	91
2.4 Avaliação do desempenho e de outras características das aves durante os períodos experimentais	96
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	97
3.1 Desempenho.....	97
3.2 Rendimento no processamento, qualidade interna e externa dos ovos	105
4 CONCLUSÃO	115
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116

CAPÍTULO IV – NÍVEIS DE TREONINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES NO PICO DE PRODUÇÃO

RESUMO.....	121
ABSTRACT.....	123
1 INTRODUÇÃO	125
2 MATERIAL E MÉTODOS	128
2.1 Localização e época de realização.....	128
2.2 Aves, instalações e manejo.....	128
2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística.....	129
2.4 Avaliação do desempenho e de outras características das aves durante os períodos experimentais	135
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	136
3.1 Desempenho.....	136
3.2 Rendimento no processamento, qualidade interna e externa dos ovos	140

4 CONCLUSÃO	149
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
V – CONCLUSÕES GERAIS	152
ANEXOS	153

RESUMO

GERALDO, Adriano. **Aminoácidos sulfurados, lisina e treonina digestíveis para poedeiras comerciais leves em pico de produção.** 2006, 174 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Foram realizados três ensaios experimentais com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis nutricionais de aminoácidos sulfurados totais, lisina e treonina digestíveis sobre o desempenho, qualidade interna e externa e rendimento no processamento de ovos de poedeiras brancas no pico de produção. Utilizaram-se 1080 poedeiras da linhagem Hy Line - W36, sendo 360 em cada ensaio, as quais receberam, no período de 25 a 37 semanas de idade, cinco dietas experimentais, formuladas de acordo com o NRC (1994), com níveis de 0,578; 0,636; 0,694; 0,752 e 0,810% de metionina+cistina (Met+Cis) digestível (ensaio 1), 0,683; 0,751; 0,819; 0,887 e 0,955% de lisina (Lis) digestível (ensaio 2) e 0,547; 0,602; 0,657; 0,712 e 0,767% de treonina (Tre) digestível (ensaio 3) sendo as mesmas isocalóricas, isofosfóricas e isocálcicas. Utilizou-se também uma dieta controle formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 aves por unidade experimental e 4 períodos de avaliação com 21 dias cada. No ensaio 1 houve efeito quadrático ($p < 0,01$) dos níveis de Met+Cis digestíveis sobre a produção de ovos (%/ave/dia), conversão alimentar (g/g), massa de ovos (g/ave/dia) e ovos viáveis (%/ave/dia), com melhores resultados em aves consumindo 729; 751; 801 e 730 mg Met+Cis digestível/dia, respectivamente. O consumo de ração e ganho de peso das aves apresentou efeito linear ($p < 0,01$) crescente com o aumento nos níveis dos aminoácidos sulfurados. Não houve efeito ($p > 0,05$) das dietas utilizadas sobre o teor de sólidos totais na gema,

¹Comitê de orientação: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (orientador), Édison José Fassani – UNIFENAS, Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

albúmen, PB no albúmen e unidade Haugh. Para porcentagem de gema e extrato etéreo, houve efeito linear ($p<0,01$) crescente dos níveis, ocorrendo efeito linear ($p<0,01$) decrescente sobre a porcentagem de casca. Em ovos armazenados por 7 dias, houve efeito linear crescente dos níveis sobre a porcentagem de gema ($p<0,05$) e efeito linear decrescente sobre porcentagens de casca ($p<0,01$), unidade Haugh ($p<0,01$) e peso específico dos ovos ($p<0,0$). Nos ensaios 2 e 3 não houve efeito dos níveis dos aminoácidos digestíveis sobre a produção de ovos, consumo de ração, ganho de peso, massa de ovos e ovos viáveis, apresentando o tratamento controle valores superiores aos demais tratamentos. No ensaio 3, não houve efeito dos níveis de Tre sobre o peso dos ovos e conversão alimentar. Houve interação dos níveis de Lis e períodos para peso de ovos e conversão alimentar. Para características de rendimento e qualidade de ovos não houve efeito dos níveis de Lis e Tre sobre porcentagens de gema, albúmen, PB do albúmen, casca, sólidos totais no albúmen e gema. Para porcentagem de casca, unidade Haugh e PB na gema (ensaios 2 e 3) o tratamento controle apresentou valores inferiores aos demais níveis utilizados e para extrato etéreo na gema o tratamento controle apresentou valor superior. Em ovos armazenados por 7 dias não houve efeito dos níveis sobre a porcentagem de gema, albúmen e casca e peso específico (ensaios 2 e 3). Houve interação entre níveis de Lis e períodos para unidade Haugh de ovos armazenados. Recomenda-se para melhor produção, qualidade interna e externa e rendimento no processamento o consumo de 752 mg de Met+Cis digestível ou 864 mg de Met+Cis total/ave/dia, apresentando os resultados obtidos nos ensaios com lisina e treonina digestíveis em rações formuladas de acordo com o NRC (1994) pior desempenho se comparado à ração formulada de acordo com Rostagno et al. (2005) devido ao baixo teor de aminoácidos sulfurados presente nas mesmas.

ABSTRACT

GERALDO ADRIANO. **Sulfur-containing aminoacids, digestible lysine and threonine for light commercial layers at peak production.** LAVRAS:UFLA, 2006. 174p. (Thesis – Doctorate in Animal Science)¹.

Three experimental trials were accomplished with the objective of evaluating the effects of the nutritional levels of total sulfur-containing aminoacids, digestible lysine and threonine on performance, internal and external quality and yield in the processing of eggs of white layers at peak production. 1080 layers of the Hy-Line – W36 strain were utilized, 360 in each trial, which were given, in the period of 25 to 37 weeks of age, five experimental diets formulated according to the NRC (1994) with levels of 0.578; 0.636; 0.694; 0.752 and 0.810% of digestible methionine + cystine (Meth + Cys) (trial 1), 0.683; 0.751; 0.819; 0.887 and 0.955% of digestible lysine (Lys) (trial 2) and 0.547; 0.602; 0.657; 0.712 and 0.767% of digestible threonine (Thre) (trial 3), these being isocaloric, isophosphoric and isocalcic. A control diet formulated according to the recommendations by Rostagno et al (2005) was also utilized. The completely randomized design with five replicates and 12 birds per experimental unit and four evaluation periods with 21 days each was also utilized. In trial 1, there was a quadratic effect ($p < 0.01$) of the levels of digestible Meth + Cys on egg production (%/bird/day), feed conversion (g/g), egg mass (g/bird/day) and viable eggs (%/bird/days) with best results in birds consuming 729; 751; 801 and 730 mg of digestible Meth + Cys/day, respectively. The birds' feed consumption and weight gain presented growing linear effect ($p < 0.01$) with increase in the levels of sulfur-containing aminoacids. There was no effect ($p > 0.05$) of the diets utilized on the total solids content in the yolk, albumen, CP albumen and Haugh

¹Guidance Committee: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Édison José Fassani – UNIFENAS, Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

unit. For the percentage of yolk and ether extract, there was a growing linear effect ($p < 0.01$) of the levels, a decreasing linear effect ($p < 0.01$) occurring in the percentage of shell. In eggs stored for 7 days, there was a growing linear effect of the levels on the percentage of yolk ($p < 0.05$) and decreasing linear effect on percentages of shell ($p < 0.01$), Haugh unit ($p < 0.01$) and specific weight of the eggs ($p < 0.0$). In trials 2 and 3, there was no effect of the levels of digestible aminoacids upon egg yield, feed consumption, weight gain, egg mass and viable eggs, the control treatment presenting values superior to the other treatments. In trial 3, there was no effect of the levels of threonine on the egg weight and feed conversion. There was an interaction of the levels of Lys and periods for egg weight and feed conversion. For the characteristics of yield and quality of eggs, there were no effects of the levels of Lys and Thre on the percentage of yolk, albumen, albumen CP, shell, total solids in the albumen and yolk. For shell percentage, Haugh unit and yolk CP (trials 2 and 3), the control treatment presented values inferior to the other levels utilized and for ether extract in the yolk, the control treatment presented a superior value. In eggs stored for 7 days, there was no effect of the levels on the percentage of yolk, albumen and shell and specific weight (trials 2 and 3). There was an interaction between the levels of Lys and periods for Haugh unit of stored eggs. The consumption of either 752 mg of digestible Meth + Cys or 864 mg of total Meth + Cys/bird/day is recommended for better production, internal and external quality and yield in the processing, the results obtained in the trials with digestible lysine and threonine in diets formulated according to the NRC (1994) presenting poorer results as compared with the diet formulated according to Rostagno et al (2005) due to the low content of sulfur-containing aminoacids present in them.

CAPÍTULO I
CONSIDERAÇÕES INICIAIS

RESUMO

Durante os últimos 10 anos a maioria das linhagens de poedeiras comerciais do tipo Leghorn apresentaram consideráveis ganhos em produtividade, motivados principalmente por avanços genéticos e nutricionais. Atualmente, um fator que vem favorecendo o crescimento deste setor e proporcionando novas opções de mercado é a industrialização de ovos. O rendimento no processamento de ovos é reflexo da sua qualidade, principalmente quanto a características como tamanho, integridade da casca e porcentual de sólidos totais. O mercado consumidor também está influenciando o setor na medida em que vem ocorrendo um aumento das exigências quanto à qualidade dos ovos colocados a venda tanto sob aspectos sanitários quanto aos ligados à qualidade, como frescor, coloração de gema, peso e enriquecimento nutricional. Dentre os fatores nutricionais que afetam características, tais como o tamanho do ovo, a deposição de gema e albúmen, a porcentagem de sólidos e a qualidade interna dos ovos, os níveis de aminoácidos essenciais na ração se destacam, sendo considerados de extrema importância para se obter um produto de qualidade. Os aminoácidos sulfurados, a lisina e a treonina são os principais aminoácidos que participam da síntese protéica e, no ovo, exercem papel fundamental sobre o rendimento e a qualidade interna dos mesmos. Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito dos níveis de aminoácidos sulfurados, lisina e treonina digestível sobre o desempenho, qualidade interna e externa e rendimento no processamento de ovos de poedeiras leves no pico de produção.

ABSTRACT

Over the last ten years, most of the commercial layer strains of the Leghorn type have presented marked gains in yield, motivated mainly by genetic and nutritional advances. At present, a factor that has been favoring the growth of this factor and giving the market new options is egg industrialization. The yield in egg processing is the reflex of their quality, mainly in characteristics such as size, shell integrity and percent of total solids. The consuming market is also influencing the sector, increasing its requirements on the quality of the eggs put on sale, both in sanitary aspects and those linked to quality as freshness, yolk coloration, weight and nutritional enrichment. Among the nutritional factors affecting the characteristics such as egg size, yolk and albumen deposition, the percentage of solids and internal quality of eggs, the dietary levels of essential aminoacids stand out, these being considered of extreme importance to obtain a high quality produce. The sulfur-containing aminoacids, lysine and threonine are the chief aminoacids which take part in the protein synthesis and in the egg they exercise a fundamental role on the yield and internal quality of them. It was aimed in this work to evaluate the effect of the levels of the sulfur-containing aminoacids, digestible lysine and threonine upon performance, internal and external quality and yield in the processing of eggs of light layers at peak production.

1 INTRODUÇÃO

Durante os últimos 10 anos a maioria das linhagens de poedeiras comerciais do tipo Leghorn apresentaram consideráveis ganhos em produtividade, motivados principalmente por avanços genéticos e nutricionais.

O Brasil está entre os quatro maiores produtores mundiais de ovos; porém, dentro do setor avícola a avicultura de postura apresenta crescimento e produção muito abaixo do que os verificados na avicultura de corte. Atualmente, um fator que vem favorecendo o crescimento deste setor e proporcionando novas opções de mercado é a industrialização de ovos. Existem, atualmente, 5 unidades industriais de processamento de ovos no Brasil, sendo quatro em São Paulo e uma no Estado de Minas Gerais. No ano de 2003, segundo dados oficiais, foram produzidos 55.586 mil caixas de ovos, o que representa mais de 20 bilhões de unidades. Deste total, cerca de 72% correspondem à produção de ovos brancos e o restante, de ovos vermelhos. A indústria de ovos está trabalhando principalmente com os ovos brancos, os quais, além de serem aqueles produzidos em maior quantidade, sabidamente são os de menor custo de produção.

O rendimento no processamento de ovos é reflexo da sua qualidade, principalmente quanto a características como tamanho, integridade da casca e porcentual de sólidos totais. O mercado consumidor também está influenciando o setor na medida em que vem aumentando suas exigências quanto à qualidade dos ovos colocados a venda, tanto quanto aos aspectos sanitários como os ligados à qualidade, como frescor, coloração de gema, peso e enriquecimento nutricional.

Dentre os fatores nutricionais que afetam características como o tamanho do ovo, a deposição de gema e albúmen, a porcentagem de sólidos e a qualidade interna dos ovos, os níveis de aminoácidos essenciais na ração se

destacam, sendo considerados de extrema importância para se obter um produto de qualidade. Os aminoácidos sulfurados, a lisina e a treonina são os principais aminoácidos que participam da síntese protéica e, no ovo, exercem papel fundamental sobre o seu rendimento e qualidade interna.

Existe uma grande discrepância entre os níveis de aminoácidos recomendados pelo NRC (1994) e pelas Tabelas Brasileiras de Rostagno et al. (2005); o NRC recomenda um menor nível de aminoácido a ser utilizado para poedeiras.

Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito dos níveis de aminoácidos digestíveis sobre desempenho, qualidade interna e externa e rendimento no processamento de ovos de poedeiras comerciais leves no pico de produção e se as recomendações do NRC (1994) podem ser aplicadas na prática, em detrimento das de Rostagno et al. (2005).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fatores associados à composição e ao rendimento de ovos para consumo

As propriedades funcionais do ovo estão correlacionadas aos componentes primários dos sólidos contidos neste, incluindo proteína, lipoproteína, lípídeo e uma pequena porcentagem de carboidratos e suas interações com outros ingredientes em produtos alimentares (Prochaska et al., 1996).

A composição geral de ovos tipo grande, relatada há décadas atrás, consiste de 58% de albúmen, 31% de gema e 11% de casca (Leeson & Summers, 2001). Quando calculada sobre a base do conteúdo interior, 65% do conteúdo interno é composto de albúmen e 35%, de gema, sendo a água o maior constituinte do albúmen, correspondendo cerca de 88% de seu peso total. O conteúdo de sólidos totais do albúmen é de aproximadamente 12%, sendo a proteína o maior constituinte, correspondendo a 11%. O conteúdo de sólidos totais da gema é geralmente 50%, sendo os maiores constituintes a proteína (16%) e os lípídeos (32%). Por esta razão, ovos com maiores gemas apresentam maiores conteúdos de sólidos totais do que aqueles com menores gemas.

O conteúdo de sólidos no ovo inteiro é afetado por fatores como a proporção de gema:albúmen e o conteúdo sólido na gema e no albúmen (Washburn, 1979 citado por Ahn et al., 1997).

Na Tabela 1 são apresentados os principais nutrientes presentes na gema e albúmen.

TABELA 1. Composição do albúmen e gema de ovos.

CONTEÚDO POR 100 gramas		
Nutriente	Albúmen	Gema
Água	87,3 g	50,0 g
Lípidos	0,2 g	31,9 g
Arginina	680 mg	1280 mg
Histidina	280 mg	440 mg
Isoleucina	740 mg	1090 mg
Leucina	1080 mg	1630 mg
Lisina	740 mg	1300 mg
Metionina	470 mg	470 mg
Fenilalanina	760 mg	790 mg
Treonina	580 mg	1010 mg
Triptofano	200 mg	290 mg
Tirosina	460 mg	780 mg
Valina	980 mg	1240 mg

Referência: Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Garching bei München (ed), **Der kleine "Souci-Fachmann-Kraut" Lebensmitteltabelle für die Praxis**, WVG, Stuttgart 1991 citado por Food allergens (site).

A qualidade interna dos ovos depende da solidez ou da estrutura em gel do albúmen. A proteína do albúmen mais associada à estrutura em gel é a ovomucina. Esta fração protéica dos ovos é aparentemente heterogênea, composta de duas ou mais frações e pode variar marcadamente na composição em carboidratos (Leeson & Summers, 2001). Estes autores verificaram correlação positiva entre unidade Haugh e conteúdo de ovomucina em ovos frescos, sendo que ovos com altos valores de unidade Haugh têm maiores concentrações de ovomucina.

Existem vários fatores que afetam o tamanho e o peso dos ovos ao longo do ciclo de postura, entre os quais se destacam o peso da ave no início de postura, a linhagem utilizada, a fotoestimulação, o consumo de energia e os níveis nutricionais de proteína, metionina, lisina e ácido linoléico presentes na ração.

Segundo Leeson & Summers (2001), os fatores nutricionais mais importantes, conhecidos por afetar o tamanho do ovo, são as proteínas e a adequação em aminoácidos na ração, além do ácido linoléico. De acordo com os mesmos autores, cerca de 50% da matéria seca de um ovo é proteína, sendo, por isso, o suprimento de aminoácidos para a síntese desta proteína crítico para o processo de produção de ovos.

2.2 Efeitos de níveis de proteína e aminoácidos essenciais na dieta de poedeiras comerciais sobre o desempenho das aves, composição e rendimento dos ovos

Outros estudos têm apresentado que poedeiras alimentadas com rações formuladas com base em proteína bruta produziram mais ovos e com maior peso em relação às aves que receberam ração balanceada em relação à lisina (Lis). Este efeito benéfico pode ser devido a mais altos níveis de Lis ou de outros aminoácidos do que somente proteína em si (Roland et al., 1998; Sohail & Roland, 1997 e Sohail et al., 1999).

Aves alimentadas com ração contendo 16% de proteína bruta (PB) e 0,86% de Lis total, e com 13% PB suplementadas com Lis para atender aos níveis de 0,65%, 0,68% e 0,78%, não apresentaram diferenças na produção de ovos e no consumo de ração (Penz & Jensen, 1991). Já a conversão alimentar foi

pior em todos os níveis de Lis das rações com 13% de PB, se comparada à ração com 16% de PB.

Maior peso dos ovos, porcentagem, peso e PB no albúmen foram observados por Prochaska & Carey (1993) em aves consumindo rações com níveis de Lis total de 0,71; 1,38 e 2,04%. A produção de ovos, consumo, mortalidade, sólidos totais, porcentagem e PB da gema, sólidos totais no albúmen e peso da casca não apresentaram respostas ao nível de Lis consumida na ração.

Prochaska et al. (1996) observaram que aves consumindo 1,165 mg de Lis/dia no período de 23 a 38 semanas de idade apresentaram menor consumo de ração e produção de ovos. Já para rendimento no processamento o consumo de 1.062 mg, comparado com 638 mg de Lis/dia, resultou em aumento na produção de ovos, nos sólidos totais e na proteína do albúmen, não ocorrendo efeito da quantidade de Lis consumida sobre a concentração de sólidos na gema e peso dos ovos.

Poedeiras da linhagem Hisex, alimentadas no período de 19 a 40 semanas de idade com ração contendo níveis de Lis variando de 500 a 1000 mg/kg, apresentaram aumento linear na produção e no peso de ovos, na porcentagem de gema e no peso corporal, segundo Scheideler et al. (1996). O consumo de ração foi menor no nível mais baixo de Lis, não ocorrendo mudanças significativas na porcentagem de albúmen.

Pesquisa realizada por Yamamoto & Ishibashi (1997), conduzida para avaliar o NRC (1994) através da formulação de rações com exigências 10 e 25% acima da recomendação do referido manual, para poedeiras com 78 semanas de idade, mostraram que os níveis de Lis digestível variaram de 0,36 a 0,67% e de 0,39 a 0,67% em rações formuladas 10 e 25% acima da recomendação, respectivamente. Rações formuladas 10% acima da recomendação do NRC (1994) foram insuficientes para máximo desempenho das poedeiras e a

exigência em Lis aumentou com a elevação dos níveis de aminoácidos presentes na ração. Sohail & Roland (1997) estudaram a inclusão de farinha de peixe em rações formuladas com base em Lis, mantendo constantes os níveis de aminoácidos sulfurados totais e de proteína. A inclusão de farinha de peixe preveniu a queda na produção de ovos, mas não preveniu a queda no peso dos ovos. Estes resultados indicaram que a diferença no desempenho das aves alimentadas com ração à base de proteína *versus* Lis não foi completamente devida à proteína em si, mas ao menos parcialmente aos aminoácidos.

O fornecimento de rações com 16,4% de PB e níveis de Lis digestível variando de 0,49 a 0,77% para poedeiras Lohmann LSL, no período de 24 a 36 semanas, não proporcionou efeitos sobre a produção de ovos, consumo de ração e ganho de peso, observando-se que os maiores níveis resultaram em maior massa e peso de ovos (Schutte & Smink, 1998). Com base na conversão alimentar e na produção de massa de ovos, a exigência em Lis total determinada pelos autores foi de 900 mg/ave/dia e 720 mg/ave/dia para Lis digestível.

Poedeiras Lohmann LSL alimentadas com ração contendo 0,54 a 0,84% de Lis apresentaram efeito quadrático para produção, peso de ovo, massa de ovos e conversão alimentar (Goulart et al., 2002), sendo as exigências em Lis de 0,836; 0,827; 0,838 e 0,812%, respectivamente, não havendo diferenças no consumo de ração.

Novak et al. (2004), estudando aves consumindo 860 e 959 mg de Lis/dia, não observaram efeito significativo para características de desempenho, sólidos totais, qualidade interna e externa de ovos. Aves consumindo 959 mg de Lis/dia apresentaram menor porcentagem de gema.

O arraçamento de poedeiras Lohmann com ração contendo 15% de PB e níveis de Lis digestível de 0,584; 0,634; 0,684; 0,734 e 0,784% (rações balanceadas para proteína ideal) no período de 34 a 50 semanas de idade não proporcionou diferenças no consumo de ração, na qualidade interna dos ovos e

na mudança do peso corporal (Sá et al., 2004). As variáveis conversão alimentar, produção e massa de ovos apresentaram resposta aos níveis de Lis. Aves consumindo ração contendo maiores níveis de Lis apresentaram melhor peso dos ovos. O nível ideal de Lis digestível determinado para um ótimo desempenho foi de 823 mg/ave/dia.

Rações com baixos níveis de PB (13,5 e 14,5 % PB), suplementadas com lisina variando de 0,63 a 0,76% e relação Met+Cis/Lis de 0,75, afetaram os sólidos totais e a porcentagem de albúmen, com melhor resultado observado em rações com 14,5% de PB (Liu et al., 2005).

Os resultados de pesquisas anteriores indicaram que em adição a Lis, outros aminoácidos foram também limitantes em rações com baixa proteína.

Summers et al. (1991) relataram que ração com baixa proteína e suplementada com Lis e metionina proporcionou aumento no tamanho dos ovos. Os resultados também indicaram que a suplementação de triptofano aumentou a eficiência alimentar de rações com baixa proteína igual aos controles positivos. Por causa da deficiência em valina em suas dietas testes, os autores assumiram que a valina foi responsável pela menor massa de ovos das aves alimentadas com ração teste, comparadas a aves alimentadas com dieta controle.

Morris & Gous (1988) também sugeriram que a Lis, a metionina e a isoleucina foram, provavelmente, os primeiros aminoácidos limitantes em rações de poedeiras.

Resultados experimentais obtidos por Sohail et al. (2002) comprovaram o efeito da suplementação de aminoácidos em dietas formuladas à base de Lis em poedeiras com 21 semanas de idade. A suplementação de Lis, isoleucina, treonina e triptofano (LITT) nos níveis de 0,07; 0,055, 0,022 e 0,022%, respectivamente, em rações com níveis de 0,65; 0,72 e 0,81% de aminoácidos sulfurados totais, proporcionou aumento no peso dos ovos em duas semanas, ocorrendo também aumento no consumo médio de ração pelas aves. Nenhum

efeito dos aminoácidos LITT foi observado sobre a produção de ovos, peso específico ou peso corporal das aves. O peso dos ovos, a produção e a eficiência alimentar aumentaram linearmente com o aumento nos níveis de aminoácidos sulfurados totais (0,65; 0,72 e 0,81% na ração), mantendo-se sempre a relação Met+Cis/Lis em 0,83. Observou-se que as aves respondem à inclusão ou remoção dos suplementos de LITT e aminoácidos sulfurados totais dentro de 1 a 2 semanas.

Os níveis de metionina (Met) na ração também são um dos fatores que afetam o tamanho, a composição e o peso dos ovos, havendo ainda controvérsias em alguns resultados.

Liu et al. (2005) estudaram níveis de 0,75; 0,80; 0,85 e 0,90% de aminoácidos sulfurados totais em rações com 15,4% de PB e 0,82% de Lis. Não foram observadas diferenças no consumo, na produção, na massa e no peso dos ovos e na conversão alimentar. Para as variáveis peso corporal, peso específico e composição dos ovos (sólidos totais e porcentagens de gema e albúmen) também não foram observados efeitos significativos.

Ao avaliarem o consumo por ave da linhagem Dekalb Delta, de aminoácidos sulfurados totais variando de 635 a 877 mg/dia, no período de 20 a 43 semanas de idade, Novak et al. (2004) não encontraram diferenças na produção e na porcentagem de albúmen, de gema, PB na base de matéria natural e sólidos totais do albúmen, peso de ovos, consumo de ração, unidade Haugh e peso específico, mas observaram melhora na conversão alimentar com o aumento na quantidade de aminoácido ingerido. O ganho de peso das aves apresentou efeito quadrático de acordo com o consumo do aminoácido. Aves consumindo 811 e 877 mg de Met+Cis/dia apresentaram menor porcentagem de sólidos totais na gema.

No trabalho realizado por Rizzo et al. (2004) foi estudado o efeito do fornecimento de diferentes níveis de Met (0,225; 0,318; 0,411 e 0,505%) e Lis

(0,482; 0,682; 0,882 e 1,082%) para poedeiras com 76 semanas de idade. Houve interação entre os fatores sobre as características de sólidos totais na gema e no albúmen. Os sólidos totais da gema apresentaram efeito linear para o nível de 0,682% (para cada aumento de 1% de Lis na ração houve aumento do peso dos sólidos totais de 3,43%); para os demais níveis de Lis na dieta, o efeito teve comportamento quadrático. Os níveis de 0,318 e 0,411% de Met mostraram efeito linear, indicando que para cada aumento de 1% de Met na ração ocorre diminuição de 2,60 e 1,40% de sólidos totais na gema, respectivamente. A porcentagem de sólidos totais no albúmen teve efeito linear para o maior nível de Lis; para cada 1% de aumento de Lis na ração houve aumento de 2,13%.

Novak & Scheideler (2003) estudaram a alimentação de poedeiras com diferentes níveis de PB (14,4; 16,3 e 18,9% PB) e relações Met+Cis/Lis digestíveis (0,82; 0,85 e 0,97%) no período de 20 a 43 semanas de idade. Os níveis de Met+Cis digestível calculada utilizada nas rações foram de 0,64%, 0,73% e 0,82%, e o nível de Lis digestível foi de 0,90%. Não foram encontradas diferenças dos tratamentos proteína e relação de aminoácidos para produção de ovos, ganho de peso, peso e massa de ovos, porcentagem e sólidos totais na gema, porcentagem de albúmen e unidade Haugh. Ocorreu efeito linear crescente dos níveis de PB sobre o consumo e a eficiência alimentar com o aumento nos níveis protéicos da ração, não havendo efeito da relação de aminoácidos sobre esta variável. O teor de PB no albúmen e na gema, na base de matéria natural, foi menor em aves recebendo o menor nível protéico. Aves recebendo as relações dos aminoácidos na ração de 0,82 e 0,85 apresentaram ovos com menor teor de PB na gema (expresso em matéria natural), pior porcentagem de casca e peso específico dos ovos.

Em estudo realizado com poedeiras Hy Line W-36, no período de 21 a 34 semanas de idade, Roland et al. (2000) avaliaram o fornecimento de três níveis de Lis (0,92; 0,83 e 0,75%) e duas relações Met+Cis/Lis (0,83 e 0,77),

observando efeito dos níveis de Lis sobre o peso dos ovos, não havendo efeito da relação Met+Cis/Lis. Ocorreu interação entre Lis e Met+Cis/Lis sobre a produção de ovos, indicando que a relação não influenciou a produção de ovos em aves alimentadas com os dois níveis mais altos de Lis; porém, ao reduzirem a relação, os autores verificaram queda na produção em aves alimentadas com ração contendo 0,75% de Lis.

Baião et al. (1999) forneceram a poedeiras Lohmann rações contendo 17% PB com níveis de Met+Cis de 0,58, 0,61, 0,63 e 0,65%, e observaram elevação no consumo de ração com o aumento nos níveis dos aminoácidos. As aves que receberam 0,65% de Met+Cis produziram mais ovos. O menor nível de Met+Cis proporcionou menor peso dos ovos, não diferindo o peso nos demais tratamentos. Com relação à massa de ovo, os tratamentos com suplementação de Met apresentaram valores maiores em relação ao tratamento sem suplementação, não sendo observada diferença significativa entre os tratamentos com 0 e 0,03% de suplementação, sendo o aumento na massa atribuído ao aumento no consumo de Met e de Met+Cis.

Shafer et al. (1998) avaliaram a influência da suplementação de Met de 413 a 556 mg/ave/dia sobre o rendimento no processamento de ovos para produção de ovos líquidos. O rendimento de componentes do albúmen na base de massa aumentou nos níveis de consumo de 507 e 556 mg/ave/dia se comparado ao nível de consumo de 413 mg/ave/dia. O rendimento de massa da gema foi maior no consumo de 556 mg/ave/dia. O consumo acima de 413 mg/ave/dia proporcionou aumento significativo no teor de sólidos totais e proteína no albúmen, não sendo observados efeitos sobre o teor de sólidos na gema. O teor de proteína da gema foi menor na gema proveniente de aves que consumiram 413 mg/ave/dia.

Diferença na produção de ovos, consumo de ração e peso específico não foi observada por Roland et al. (1998) em aves recebendo ração com os níveis

de 0,81; 0,76; 0,72; 0,69 ou 0,65% de aminoácidos sulfurados totais, quando se manteve a relação Met+Cis e Lis constantes em 0,82. Houve efeito linear crescente no peso dos ovos de aves com o aumento dos níveis de Met+Cis na ração.

Harms et al. (1998) observaram que aves recebendo ração com níveis crescentes de Met de 0,25, 0,275 e 0,300% em rações com 15 e 12,7% de PB apresentaram aumento na produção e no conteúdo interno dos ovos. Maior consumo de ração e pesos dos ovos foram observados em aves consumindo ração com 0,30% de Met.

O consumo de ração, a porcentagem de gema e de albúmen não foram afetados em poedeiras consumindo 520 a 800 mg de Met+Cis/dia, sendo a produção e o peso de ovos menores somente em aves que consumiram 520 mg de Met+Cis/dia. A massa de ovos e a porcentagem de sólidos na gema apresentaram efeitos lineares crescentes com o aumento na ingestão de Met+Cis (Scheideler & Elliot, 1998).

A área de albúmen dos ovos de aves recebendo rações com 16 e 18% de PB, contendo 0,28 e 0,41% de Met, apresentou melhores valores, segundo resultados encontrados por Leeson & Caston (1997).

Aves consumindo 512 mg/ave/dia de Met em rações balanceadas para PB apresentaram maior peso dos ovos, massa e sólidos totais na gema e albúmen em relação a aves consumindo 326 mg/ave/dia (Shafer et al., 1996). No entanto, com suplementação de 328, 354, 392 e 423 mg Met/ave observa-se que os níveis de 392 e 423 mg resultaram em um aumento significativo na PB da gema, albúmen e sólidos totais do albúmen, sem alterar o tamanho do ovo. Estes últimos resultados indicam, segundo Shafer et al. (1996), que o consumo de 392 e 423 mg de Met/ave/dia pode alterar a composição dos componentes líquidos, enquanto o tamanho do ovo permanece inalterado.

Penz & Jensen (1991) não observaram diferenças na produção e no consumo de ração em poedeiras recebendo rações contendo 16% de PB, com consumo diário de 0,788 mg de Met+Cis/ave, comparadas a ração de 13% de PB e consumo diário de 670 mg Met+Cis/ave. Não foi observado efeito dos níveis de Met+Cis sobre a conversão alimentar das aves, sendo observadas maior porcentagem de gema e menor porcentagem de albúmen nos ovos de aves alimentadas com ração contendo 13% de PB, se comparadas às que receberam ração com 16% de PB.

Poedeiras consumindo 330 mg de Met/dia produziram ovos mais leves se comparadas às que consumiram 450mg/dia, segundo Carey et al. (1991), sem ocorrerem diferenças nas demais características produtivas e porcentagem de casca, albúmen e gema dos ovos. Contudo, a porcentagem de sólidos na gema e no albúmen foram maiores nos ovos das poedeiras que se alimentaram com ração formulada com níveis mais altos de Met.

Summers et al. (1991) relataram que aves recebendo ração contendo 10% de proteína, com suplementação de Lis, Met, arginina e triptofano, produziram 11% menos massa de ovos do que aves alimentadas com ração contendo 17% de proteína.

Calderon & Jensen (1990), estudando diferentes níveis de Met+Cis (0,51; 0,56; 0,61 e 0,67%) em rações com diferentes teores de proteína (13, 16 e 19% PB) fornecidas para poedeiras com 32 semanas de idade, não encontraram efeito dos níveis de Met + Cis sobre a produção de ovos, sendo observado efeito linear crescente da suplementação sobre o peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar e peso corporal. O nível de 13% de PB proporcionou os piores resultados em relação aos demais.

Diferenças no consumo de ração, na produção e no peso de ovos em poedeiras alimentadas com ração contendo 17% PB e níveis de Met de 0,34 e 0,44% não foram encontrados por Summers & Leeson (1983).

Fletcher et al. (1981), estudando a influência da idade de poedeiras Shaver (26 a 62 semanas) sobre o rendimento no processamento de ovos e sólidos totais, determinaram que com o avanço da idade, ocorreu também aumento no peso dos ovos e na porcentagem de gema. Já as variáveis porcentagem de casca, albúmen e sólidos totais no albúmen diminuíram com a idade e a porcentagem de sólidos totais na gema não exibiu um padrão consistente.

Trabalhando também com níveis de PB, Harms & Russel (1993) relataram que suplementando aminoácidos essenciais (Lis, Met, triptofano, treonina, arginina, isoleucina e valina) em dietas com baixa proteína (14,89; 13,00 e 12,70%), houve restabelecimento do desempenho e peso dos ovos em poedeiras da linhagem Hy Line W36.

Rombola et al. (2004) estudaram o fornecimento de rações com diferentes níveis de PB (12, 14, 16 e 18%) e Lis (0,85 e 1,00%) sobre o desempenho e qualidade dos ovos em poedeiras no período de 49 a 56 semanas de idade. O fator PB influenciou as características de porcentagem de albúmen, concentração de sólidos totais na gema e no albúmen, sendo que o nível de 14% de PB proporcionou valores melhores ou iguais em relação aos níveis mais elevados para a concentração de sólidos na gema e albúmen. A porcentagem de albúmen apresentou maiores valores em ovos de aves alimentadas com os dois maiores níveis de PB. O fator Lis influenciou a característica sólidos totais na gema, respondendo melhor ao nível de 0,85%. Em outro trabalho, Rizzo et al. (2004a) utilizaram os mesmos níveis empregados por Rombola et al. (2004) para avaliação da excreção de nitrogênio pelas aves. O consumo de PB aumentou de acordo com o incremento do nível de PB da dieta, sem compensar a ingestão de PB em dietas com baixo nível protéico. As variáveis ingestão e excreção de nitrogênio tiveram seus valores aumentados à medida que os níveis de PB na dieta foram aumentados.

Poedeiras alimentadas no período de 24 a 48 semanas de idade, com ração contendo 16% de PB e diferentes níveis de Lis digestível (0,6; 0,7; 0,8 e 0,9%), não apresentaram diferenças nas características internas dos ovos (peso dos ovos, percentuais de albúmen e gema, sólidos totais, índice de gema e unidade Haugh) e nos índices de produção (CA, porcentagem de postura e consumo de ração) segundo Filho et al. (2004a, b).

A proteína da dieta e as taxas de consumo de aminoácidos por ave influenciam diretamente a constituição protéica da gema e albúmen. Calvery & Titus (1934), citados por Prochaska et al. (1996), observaram diferenças no peso do ovo, no tamanho, no rendimento de albúmen e gema, no conteúdo de sólidos e na composição protéica de ovos produzidos por aves recebendo rações diferindo em quantidades de trigo, milho ou farelo de soja. Os autores também relataram diferenças na composição em aminoácidos e em conteúdo de nitrogênio total dos ovos.

Shafer et al. (1998) estudaram a influência de níveis suplementares de Met variando de 413 a 556 mg/ave/dia sobre o rendimento líquido e a composição de ovos em aves com 29 semanas de idade. O rendimento de componentes do albúmen aumentou sobre a base de massa para os consumos de 507 e 556 mg de Met/ave/dia, comparado com o consumo de 413 mg de Met/ave/dia. O rendimento de massa aumentou para 556 mg/ave/dia de Met, comparado ao valor de 413 mg/ave/dia. O consumo acima de 413 mg aumentou o teor de sólidos e de proteína no albúmen. O teor de proteína da gema foi menor em aves que consumiram 413 mg de Met/ave/dia.

A formulação com base na proteína ideal é fator essencial para a redução da poluição ambiental por nitrogênio. Summers (1993) avaliou os efeitos do fornecimento de ração com 13 e 17% de PB sobre a excreção de nitrogênio e observou que as aves que receberam o menor nível excretaram aproximadamente 34% a menos de N do que aquelas que receberam dieta com

17% de PB. A massa de ovos das aves alimentadas com 13% de PB apresentou redução de 3,2%, indicando maior aumento na utilização da proteína ou do nitrogênio da dieta. Em países de clima quente, a redução da ingestão protéica pelas aves, com melhoria no equilíbrio de aminoácidos, pode ser uma alternativa em virtude do alto incremento calórico proporcionado pelos altos níveis de proteína (Colnago, 1992).

Alguns estudos determinando a exigência em treonina (Tre) para melhor desempenho das poedeiras foram realizados por diversos autores, havendo ainda controvérsias quanto ao melhor nível a ser fornecido.

Rostagno et al. (1983) recomendam, para poedeiras leves, 497 mg de Tre/ave/dia, com base em um consumo de 100 g de ração/ave/dia, enquanto o NRC (1994) tem como exigências 470 mg de Tre/ave/dia com base no consumo de 100 g de ração/ave/dia. Atualmente, Rostagno et al. (2005) recomendam um consumo de 556 mg de Tre/ave/dia, havendo um aumento nas recomendações das aves no período de 1983 a 2005.

Adkins et al. (1958) verificaram melhor produção de ovos em aves recebendo ração com 0,42% de Tre, quando comparada à ração contendo baixos níveis de Tre (0,27% de Tre). Um maior consumo também foi verificado em aves que receberam rações contendo níveis crescentes de Tre (0,42%; 0,47%; 0,52%; 0,57%; 0,62%). Poedeiras recebendo ração contendo 0,42% de Tre apresentaram peso constante dos ovos durante a pesquisa, não sendo observado o mesmo comportamento em poedeiras recebendo ração com 0,27; 0,32 e 0,37% de Tre.

Huyghebaert & Butler (1991) relataram respostas na taxa de postura e no peso de ovos, segundo os quais aves que receberam rações contendo 5,4 g de Tre/kg de ração apresentaram taxa de postura de 86,8% e peso dos ovos de 59,4 g, enquanto as poedeiras alimentadas com 3,7 g de Tre/kg de ração obtiveram taxa de postura de 70,7% e peso dos ovos de 55,0 g.

Valério et al. (2002) determinaram a exigência em Tre para poedeiras Lohmann LSL em 559,30 mg/ave/dia. Segundo os autores este nível proporcionou melhor peso dos ovos. Os níveis de Tre na ração de 0,510 a 0,635% não influenciaram a produção de ovos.

A maioria dos trabalhos de pesquisa sobre níveis de PB indicam que ao baixar este nutriente, existe comprometimento dos teores de massa de ovos e de qualidade interna dos ovos. No entanto, tais respostas ocorrem em função dos problemas de adequação dos aminoácidos. Porém, estudos específicos de aminoácido indicam a importância de Lis, Met e Tre nos parâmetros de qualidade interna dos ovos sem, contudo, definir padrões para melhor adequação nutricional. Outros fatores a serem considerados nos trabalhos de pesquisa são que a grande maioria destes utiliza os aminoácidos na forma total e que, ao se expressarem as exigências na base digestível, pode-se encontrar respostas mais confiáveis.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADKINS, J. S.; MILLER, E. C.; BIRD, H. R. et al. An estimate of the threonine requirement of laying hen. **Poultry Science**, Champaign, v. 37, n. 6, p. 1362-1367, Nov. 1958.

AHN, D. U.; KIM, S. M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 914-919, June 1997

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1.

BAIÃO, N. C.; FERREIRA, M. O. O.; BORGES, F. M. O.; MONTI, A. E. M. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 3, p. 271-274, jun. 1999.

CALDERON, V. M.; JENSEN, L. S. The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 6, p. 934-944, June 1990.

CAREY, J. B. , ASHER, R. K. , ANGEL, J. F; Lowder, L. S. The influence of methionine intake on egg composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 70 p. 151, Abstract. 1991. (Supplement, 1).

COLNAGO, G. A. G. L Fatores nutricionais que afetam a produção e o tamanho do ovo. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS – APA, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1992. s. p.

FILHO, R. M.; SANTOS, G. P.; STRINGHINI, J. H.; NASCIMENTO, A. H.; SILVA, T. R.; SOARES, S. F. Características internas de ovos de poedeiras comerciais – Lohmann alimentadas com níveis crescentes de lisina digestível. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, 2004a. p. 104. Suplemento 6.

FILHO, R. M.; STRINGHINI, J. H.; NASCIMENTO, A. H.; LEANDRO, N. S. M.; SILVA, T. R.; SANTOS, G. P. Influência dos níveis de lisina sobre o desempenho de poedeiras comerciais Hy-Line W36. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, 2004. p. 103. Suplemento 6.

- FLETCHER, D. L.; BRITTON, W. M.; RAHN, A. P.; SAVAGE, S. I. The influence of layer flock age on egg component yields and solids content. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, n. 5, p. 983-987, May 1981.
- GOULART, C. C.; VALÉRIO, S. R.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Efeito dos níveis de lisina na performance de poedeiras comerciais leves e semi-pesadas In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. , 2002, Piracicaba. **Anais. . .** Piracicaba, SBZ, 2002. p. 62-64.
- HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Optimizing egg mass with amino acid supplementation of low protein diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 1892-1896, Oct. 1993.
- HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B.; HARLOW, H.; IVEY, F. J. The influence of methionine on commercial laying hens. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 7, n. 1, p. 45-52, 1998.
- HUYGHEBAERT, G.; BUTLER, E. A. Optimum threonine requirement of laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 32, n. 3, p. 575-582, July 1991.
- LEESON, S.; CASTON, L. J. A problem with characteristics of the thin albumen in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 1332-1336, Oct. 1997.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 591 p.
- LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0,75. **Journal Applied Poultry Research**, Avoy v. 14, n. 2, p. 174-182, 2005.
- MORRIS, T. R.; GOUS, R. M. Partitioning of the response to protein between egg number and egg weight. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 29, n. 1, p. 93-99, Mar. 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155 p.

NOVAK, C.; SCHEIDELER, S. The effect of dietary protein levels and TSAA: Lysine ratio on egg production parameters, egg yield and molecular components in tissues. In: MARYLAND CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 50.; MID-ATLANTIC NUTRITION CONFERENCE, 1., 2003, College Park. **Proceedings...** College Park: University of Maryland. Department of Animal & Avian Science, 2003. p. 39-51.

NOVAK, 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**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 977-984, June 2004.

PENZ, 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**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2460-2466, Dec. 1991.

PROCHASKA, J. F.; CAREY, J. B. Influence of dietary lysine on egg production and liquid egg composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, p. 186, 1993. Supplement 1, (Abstr).

PROCHASKA, J. F.; CAREY, J. B.; SHAFER, D. J. The effect of L-Lysine intake on egg composition in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 10, p. 1268-1277, Oct. 1996.

RIZZO, M. F.; FARIA, D. E.; DEPONTI, B. J.; SILVA, F. H. A.; ROMBOLA, L. G.; JUNQUEIRA, O. M. Alimentação de poedeiras com diferentes níveis de proteína e lisina: 2. Utilização e excreção de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, 2004a. p. 27. Suplemento 6.

RIZZO, M. F.; FARIA, D. E.; SILVA, F. H. A.; ROMBOLA, L. G.; DEPONTI, B. J.; ARAÚJO, L. F. Avaliação das propriedades funcionais de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, 2004. p. 26. Suplemento 6.

ROLAND, D. A.; BRYANT, M. M.; ZHANG, J. X.; JR., D. A. R.; RAO, S. K.; SELF, J. Econometric feeding and management 1. Maximizing profits in Hy-Line W-36 hens by optimizing total sulfur amino acid intake and environmental temperature. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 7, n. 4, p. 403-411, Winner 1998.

ROLAND, D. A.; YADALAM, S.; BRYANT, M. Why the NRC and commonly recommended M+C/lysine ratio for commercial Leghorns is incorrect: nº 1. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 92, 2000. (Supplement). (Abstract)

ROMBOLA, L. G.; RIZZO, M. F.; FARIA, D. E.; DEPONTI, B. J.; SILVA, F. H. A. ARAÚJO, L. F. Alimentação de poedeiras com diferentes níveis de proteína e lisina: 1. Desempenho e qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, 2004. p. 23. Suplemento 6.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A. et al. **Composição dos alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos: (tabelas brasileiras)**. Viçosa: UFV, 1983. 61 p.

SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; D'AGOSTINI, P.; NASCIMENTO, C. C. C.; CAMPOS, A. M. A. Exigência de lisina para poedeiras leves no período de 34 a 50 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2003, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2003. 1CD-ROOM

SCHEIDELER, S. E.; ELLIOT, M. A. Total sulfur amino acid (TSAA) intake to maximize egg mass and feed efficiency in young layers (19-45 weeks of age). **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 130, 1998. Supplement 1, (Abstr).

SCHEIDELER, S. E.; NOVAK, C.; SELL, J. L.; DOUGLAS, J. Hisex White Leghorn lysine requirement for optimum body weight and egg production during early lay. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p. 86, 1996. Supplement 1, (Abstr).

SCHUTTE, J. B.; SMINK, W. Requirement of the laying hen for apparent fecal digestible lysine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 5, p. 697-701, 1998.

SHAFER, D. J.; CAREY, J. B.; PROCHASKA, J. F. Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 1080-1085, Sept. 1996.

SHAFER, D. J.; CAREY, J. B.; PROCHASKA, J. F.; SAMS, A. R. Dietary methionine intake effects on egg component yield, composition, functionality,

and texture profile analysis. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 1056-1062, July 1998.

SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of supplemental lysine, isoleucine, treonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy Line W36 hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 7, p. 1038-1044, July 2002.

SOHAIL, S. S.; ROLAND, D. A. Partial explanation for differences in response of hens fed diets formulated based on protein versus lysine. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, 1997. Supplement 1. (Abstr)

SUMMERS, J. D. Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 1473-1478, Aug. 1993.

SUMMERS, J. D.; ATKINSON, J. L.; SPRATT, D. Supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 71, n. 1, p. 211-220, Mar. 1991.

SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Factors influencing early egg size. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, n. 7, p. 1155-1159, July 1983.

VALÉRIO, S. R.; GOULART, C. C.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; KIL, J. L. Níveis de suplementação de treonina para poedeiras comerciais leves e semi-pesadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 202. p. 68-70.

YAMAMOTO, A.; ISHIBASHI, T. Lysine requirements of laying hen in a practical farm. **Animal Science Technology**, Tokyo, v. 68, n. 8, p. 735-740, Aug. 1997.

MUNCHEN, G. bei. (Ed.). **Derklene "Souci-Fachmann-kraut" lebensmitteltabelle für die praxis**. Stuttgart: WVG, 1991. Disponível em: <[http://www.food-allergens.de/symposium-voll\(1\)/data/egg-white/egg-composition.Htm](http://www.food-allergens.de/symposium-voll(1)/data/egg-white/egg-composition.Htm)>. Acesso em: 2005.

CAPÍTULO II

NÍVEIS DE AMINO ÁCIDOS SULFURADOS DIGESTÍVEIS EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES EM PICO DE PRODUÇÃO

RESUMO

GERALDO, Adriano. **Níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis em dietas para poedeiras comerciais leves em pico de produção.** 2006. p. 26-79. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG²

Realizou-se um experimento com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis nutricionais de metionina + cistina digestível sobre desempenho, qualidade interna e externa e rendimento no processamento de ovos de poedeiras leves no pico de produção. Utilizaram-se 360 poedeiras da linhagem Hy Line - W36, as quais receberam, no período de 25 a 37 semanas de idade, cinco dietas experimentais, formuladas de acordo com o NRC (1994), com níveis de 0,578; 0,636; 0,694; 0,752 e 0,810% de metionina + cistina (Met+Cis) digestível (isocalóricas, isofosfóricas e isocálcicas), e uma dieta controle, formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), com níveis de Met+Cis digestível de 0,771%. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 aves por unidade experimental, e 4 períodos de avaliação com 21 dias cada. Houve efeito quadrático ($P < 0,01$) dos níveis de Met+Cis digestíveis sobre a produção de ovos (%/ave/dia), conversão alimentar (g/g), massa de ovos (g/ave/dia) e ovos viáveis (%/ave/dia), com melhores resultados em aves consumindo 729; 751; 801 e 730 mg Met+Cis digestível/dia, respectivamente. O consumo de ração e o ganho de peso das aves apresentaram efeitos linear crescente ($P < 0,01$) com o aumento nos níveis do aminoácido. Houve efeito dos períodos experimentais ($P < 0,01$) sobre as variáveis produção e ovos viáveis, com diminuição nos valores com o decorrer dos períodos experimentais. Para consumo, conversão e massa de ovos houve aumento nos valores com o decorrer dos períodos experimentais. Houve interação ($P < 0,01$) dos níveis de Met+Cis e períodos experimentais, indicando aumento linear no

²Comitê de orientação: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (orientador), Édison José Fassani – UNIFENAS, Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

peso dos ovos com o aumento dos níveis de Met+Cis digestíveis na ração em todos os períodos experimentais avaliados. Não houve efeito dos tratamentos ($P>0,05$) sobre o teor de sólidos totais na gema e no albúmen, concentração de PB no albúmen e unidade Haugh. Para porcentagem de gema e extrato etéreo, houve efeito linear crescente dos níveis ($P<0,01$), ocorrendo efeito linear decrescente sobre a porcentagem de casca ($P<0,01$). Houve interação entre níveis e períodos sobre a porcentagem de gema. Em ovos armazenados por 7 dias, houve efeito linear crescente dos níveis sobre a porcentagem de gema e efeito linear decrescente sobre porcentagens de casca, unidade Haugh e peso específico dos ovos frescos. Recomenda-se, para melhor produção, qualidade interna e externa e rendimento no processamento de ovos, o consumo de 752 mg de Met+Cis digestível/ave/dia ou 864 mg de Met+Cis total/ave/dia.

ABSTRACT

GERALDO, Adriano. **Levels of digestible sulfur aminoacids in diets for light commercial layers at peak production.** LAVRAS:UFLA, 2006. p. 26-79. (Thesis – Doctorate in Animal Science)¹.

An experiment was accomplished aiming to evaluate the effects of the nutritional levels of digestible methionine + cystine upon the performance, internal and external quality and yield in the processing of eggs of light layers at peak production. 360 layers of the Hy Line –W36 strain were utilized, which were given, in the period of 25 to 37 weeks of age, five experimental diets, formulated according to the NRC (1994), with levels of 0.578; 0.636; 0.694; 0.752 and 0.810% of digestible methionine + cystine (Meth + Cys) (isocaloric, isophosphoric and isocalcic) and a control diet formulated according to the recommendations by Rostagno et al (2005), with levels of digestible Meth + Cys of 0.771%. A completely randomized design with five replicates and 12 birds per experimental unit and four evaluation periods of 21 days each was utilized. There was quadratic effect ($P < 0.01$) of the levels of digestible Meth + Cys on egg yield (%/bird/day), feed conversion (g/g), egg mass (g/bird/day) and viable eggs (%/bird/day) with better results in birds consuming 729, 751, 801 and 730 mg of digestible Meth + Cys/day, respectively. The birds' feed consumption and weight gain presented growing linear effects ($P < 0.01$) with increase in the levels of the aminoacid. There was effect of the experimental periods ($P < 0.01$) on the variables yield and viable eggs with a decrease in the values as the experimental periods proceeded. For consumption, conversion and egg mass, there was an increase in the values in the course of the experimental periods. There was an interaction ($P < 0.01$) of the levels of Meth + Cys and

¹Guidance Committee: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Édison José Fassani – UNIFENAS, Paulo Borges Rodrigues –UFLA.

experimental periods, indicating a linear increase in egg weight with increasing levels of digestible Meth + Cys in the diet with all the experimental periods evaluated. There was no effect of the treatments ($P < 0.05$) upon the total solids content in the yolk and albumen, concentration of CP in the albumen and Haugh unit. For yolk percentage and ether extract, there was a growing linear increase of the levels ($P < 0.01$) and a decreasing linear effect upon the percentage of shell ($P < 0.01$). There was an interaction between levels and periods on the percentage of yolk. In eggs stored for 7 days, there was a growing linear effect ($P < 0.05$) of the levels on the percentage of yolk and decreasing linear effect on the percentage of shell, Haugh unit and specific weight of the fresh eggs. The consumption of either 752 mg of digestible Meth + Cys/bird/day or 864 mg of total Meth + Cys/bird/day is recommended for better production, internal and external quality and yield in egg processing.

1 INTRODUÇÃO

O aumento na utilização de ovos líquidos por empresas alimentícias tem despertado o interesse em pesquisas ligadas à nutrição de poedeiras visando melhorar o rendimento no processamento dos ovos e adequar os níveis nutricionais, proporcionando ao produtor um resultado efetivo e a obtenção de maiores lucros.

A obtenção do produto ovo líquido ocorre por meio da separação mecânica do albúmen e gema da casca; o produto final é pasteurizado e comercializado na forma líquida resfriada ou congelada antes da venda ao varejo. Existem diversos produtos de ovos líquidos, os quais podem ser vendidos como ovo inteiro, albúmen, gema ou uma mistura especificada das porções de gema e de albúmen, de acordo com o interesse do consumidor. Nos Estados Unidos, o consumo *per capita* de ovos de mesa inteiros vem decrescendo, apresentando crescimento o consumo de ovos processados líquidos. De acordo com o USDA (1997), de 1980 a 1996 o consumo de ovos líquidos atingiu a quantia de 62,1 ovos *per capita*, estando os setores hoteleiros, restaurantes e empresariais dentre os maiores consumidores destes produtos.

Os padrões pelos quais os ovos líquidos são avaliados e comercializados incluem a porcentagem de gema e de albúmen e a porcentagem de sólidos corresponde à fração não aquosa da amostra de albúmen ou gema, devendo ser especificado, por uma agência reguladora, o mínimo de conteúdo sólido presente no produto ovo líquido. Um segundo parâmetro de maior importância para a produção de ovos líquidos é o rendimento de componentes, incluindo o albúmen, a gema e a casca, sendo o albúmen e a gema considerados produtos de valor e a casca, descarte.

Entre os fatores que afetam o rendimento no processamento, a metionina (Met), um aminoácido dieteticamente essencial, se destaca por ser usada na

síntese de proteínas e de outros aminoácidos, os quais podem ser suplementados nas formas cristalina ou hidróxido análoga em rações formuladas à base de milho e farelo de soja.

Diversos estudos vêm sendo realizados para avaliar os efeitos dos níveis de aminoácidos sulfurados (metionina + cistina = Met+Cis) e proteína na ração sobre o desempenho das aves e o rendimento dos ovos no processamento, havendo ainda controvérsias em alguns resultados.

Diferenças no consumo de ração, produção e peso de ovos em poedeiras alimentadas com ração contendo 17% PB e níveis de Met de 0,34 e 0,44% não foram encontradas por Summers & Leeson (1983).

Morris & Gous (1988) sugeriram que a lisina, a Met e a isoleucina são, provavelmente, os primeiros aminoácidos limitantes em rações de poedeiras.

Estudando diferentes níveis de Met+Cis (0,51; 0,56; 0,61 e 0,67%) em rações com diferentes teores de proteína (13, 16 e 19% PB) em poedeiras com 32 semanas de idade, Calderon & Jensen (1990) não encontraram efeito dos níveis de Met+Cis sobre a produção de ovos. Um efeito linear crescente da suplementação de Met+Cis foi observado sobre peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar e peso corporal. O nível de 13% de PB proporcionou os piores resultados em relação aos demais.

Diferenças na produção e no consumo de ração não foram observadas por Penz & Jensen (1991) em poedeiras recebendo rações com 16% PB (consumo de 788 mg Met+Cis/ave/dia) e 13% de PB (consumo de 670 mg Met+Cis/ave/dia). Os níveis de Met+Cis não interferiram na conversão alimentar das aves, observando-se que aves recebendo ração com 13% de PB apresentaram maior porcentagem de gema e menor porcentagem de albúmen.

Segundo Carey et al. (1991), aves consumindo 330 mg de Met/dia produziram ovos mais leves se comparadas às que consumiram 450mg/dia, sem ocorrerem diferenças nas demais características produtivas e na porcentagem de

casca, albúmen e gema dos ovos. No entanto, a porcentagem de sólidos na gema e no albúmen apresentou maiores valores nos ovos de aves consumindo 450 mg de Met/dia.

Estudando a suplementação de Met+Cis em rações contendo 10% de PB, Summers et al. (1991) observaram aumento na produção e na massa de ovos, estando estes valores de massa 11% abaixo dos encontrados em aves recebendo ração com 17% PB.

Trabalhando também com níveis de PB, Harms & Russel (1993) relataram que a suplementação de aminoácidos essenciais (lisina, Met, triptofano, treonina, arginina, isoleucina e valina) em dietas com baixa proteína (14,89; 13,00 e 12,70% de PB) proporciona restabelecimento do desempenho e peso dos ovos em poedeiras da linhagem Hy Line W36.

Aves consumindo 512 mg de Met/dia em rações balanceadas para PB apresentaram maior peso e massa dos ovos e total de sólidos na gema e no albúmen se comparadas às que consumiram 326 mg de Met/dia, segundo Shafer et al. (1996). Ao se avaliar o consumo diário de 328, 354, 392 e 423 mg de Met/ave, observou-se que o consumo de 392 e 423 mg resultou em aumento significativo na PB da gema e do albúmen e no teor de sólidos totais do albúmen, sem alterar o tamanho do ovo. Estes últimos resultados indicaram, segundo Shafer et al. (1996), que o consumo de 392 e 423 mg de Met/ave/dia pode alterar a composição dos componentes líquidos, enquanto o tamanho do ovo permanece inalterado.

Além de influenciar as características de desempenho, os níveis de proteína e aminoácidos essenciais na dieta são de grande importância para obtenção de melhor qualidade interna dos ovos. Trabalho realizado por Leeson & Caston (1997) provou que poedeiras recebendo rações com 16 e 18% de PB, contendo 0,28 e 0,41% de Met, apresentaram melhores valores de área de albúmen.

Outro estudo, conduzido por Shafer et al. (1998) com aves consumindo de 413 a 556 mg de Met/ave/dia, encontrou que o rendimento de componentes do albúmen na base de massa e o teor de sólidos totais e proteína aumentaram nos níveis de consumo de 507 e 556 mg/ave/dia. O rendimento de massa da gema foi maior no consumo de 556 mg/ave/dia e o teor de proteína da gema foi menor em aves que consumiram 413 mg/ave/dia.

Aves consumindo de 520 a 800 mg de aminoácidos sulfurados não apresentaram diferenças no consumo de ração, na porcentagem de gema e de albúmen. A produção e o peso de ovos foram menores somente no consumo de 520 mg de Met+Cis/dia, apresentando as variáveis massa de ovos e porcentagem de sólidos na gema efeitos lineares crescentes com o aumento na ingestão de Met+Cis (Scheideler & Elliot, 1998).

Diferenças na produção de ovos, no consumo de ração e no peso específico não foram observadas por Roland et al. (1998) em aves recebendo ração com 0,81; 0,76; 0,72; 0,69 ou 0,65% de aminoácidos sulfurados totais (relação Met+Cis /Lis constante em 0,82). Houve efeito linear crescente dos níveis sobre o peso dos ovos.

Ao contrário, Harms et al. (1998) observaram aumento na produção e no conteúdo interno dos ovos de aves recebendo ração com níveis crescentes de Met de 0,250; 0,275 e 0,300% em rações com 15 e 12,7% de PB. O consumo da ração com 0,30% de Met proporcionou maior consumo e peso dos ovos.

Poedeiras da linhagem Lohmann apresentaram aumento no consumo de ração, na produção de ovos e na massa de ovos com a elevação dos níveis de aminoácidos sulfurados de 0,58 a 0,65% nas rações (Baião et al., 1999).

Roland et al. (2000) observaram efeito dos níveis de lisina sobre o peso dos ovos de poedeiras Hy Line W-36 no período de 21 a 34 semanas de idade, que receberam rações com três níveis de lisina (0,92; 0,83 e 0,75%) e duas relações Met+Cis /Lis (0,83 e 0,77). A relação Met+Cis /Lis não proporcionou

efeito sobre o peso dos ovos. Ocorreu uma interação entre lisina e Met+Cis /Lis sobre a produção de ovos, indicando que a relação não tem efeito sobre a produção de ovos em aves alimentadas com os dois níveis mais altos de lisina; todavia, reduzindo a relação, reduz significativamente a produção em aves alimentadas com ração contendo 0,75% de lisina.

Resultados experimentais obtidos por Sohail et al. (2002) comprovaram o efeito da suplementação de aminoácidos em dietas formuladas à base de Lis. Rações com níveis de 0,65; 0,72 e 0,81% de aminoácidos sulfurosos totais proporcionaram um aumento linear no peso dos ovos em duas semanas, ocorrendo também aumento no consumo, na produção e na eficiência alimentar.

Novak & Scheideler (2003) não encontraram diferenças dos tratamentos de PB (14,4; 16,3 e 18,9%) e nas relações dos aminoácidos Met:Lis (0,82; 0,85 e 0,97) para produção de ovos, ganho de peso, peso e massa de ovos, porcentagem e sólidos totais na gema, porcentagem de albúmen e unidade Haugh. Ocorreu efeito linear crescente dos níveis de PB sobre o consumo e eficiência alimentar. O teor de PB no albúmen e na gema, na base de matéria natural, foi menor em aves recebendo o menor nível protéico.

Ao avaliarm o consumo de ração por ave em poedeiras da linhagem Dekalb Delta, alimentadas com rações com aminoácidos sulfurados variando de 635 a 877 mg/dia, no período de 20 a 43 semanas de idade, Novak et al. (2004) não encontraram diferenças na produção, na porcentagem de albúmen, gema e PB na base de matéria natural e sólidos totais do albúmen, peso de ovos, consumo de ração, unidade Haugh e peso específico, sendo observada melhora na conversão alimentar com o aumento na quantidade de aminoácido ingerido. O ganho de peso das aves apresentou efeito quadrático de acordo com o consumo do aminoácido. Aves consumindo 811 e 877 mg de Met+Cis/dia apresentaram menor porcentagem de sólidos totais na gema.

Rizzo et al. (2004) avaliaram o efeito do fornecimento de diferentes níveis de Met (0,225; 0,318; 0,411 e 0,505%) para poedeiras com 76 semanas de idade. Houve interação entre os fatores sobre as características de sólidos totais na gema e no albúmen. Os níveis de 0,318 e 0,411% de Met mostraram efeito linear, sendo que, para cada aumento de 1% de Met na ração, houve diminuição de 2,60 e 1,40% de sólidos totais na gema, respectivamente.

Liu et al. (2005) não observaram diferenças no consumo, na produção, na massa e no peso dos ovos e na conversão alimentar em aves recebendo níveis de 0,75; 0,80; 0,85 e 0,90% de aminoácidos sulfurados totais em rações com 15,4% de PB e 0,82% de lisina. As variáveis peso corporal, peso específico e composição dos ovos (sólidos totais e porcentagens de gema e albúmen) também não apresentaram efeito significativo.

Apesar de a literatura trazer muitas informações, não existe ainda uma definição clara dos efeitos da suplementação de aminoácidos sulfurados na dieta sobre a qualidade interna e o rendimento no processamento dos ovos. Logo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de níveis de aminoácidos sulfurados (AAS) digestíveis em rações sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais brancas na fase de pico de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e época de realização

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de maio a agosto de 2005.

O município de Lavras localiza-se na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21° 14' de latitude sul e 45° de longitude oeste de Greenwich (Brasil, 1992).

2.2 Aves, instalações e manejo

Foram utilizadas 360 frangas da linhagem comercial Hy Line – W36 com 16 semanas de idade, criadas nos períodos de cria e recria com o mesmo programa nutricional, as quais foram, posteriormente, sendo transferidas para gaiolas de postura e alojadas 3 aves por gaiola, em galpão convencional de postura, onde iniciaram o recebimento dos tratamentos no início da 25ª semana de idade. Antes do início do experimento as aves foram pesadas individualmente e selecionadas, sendo utilizadas somente as que apresentavam peso corporal dentro da faixa de 80% de uniformidade (peso médio das aves de 1440 g).

As rações experimentais foram preparadas a cada duas semanas e estocadas em local seco e arejado. Os tratamentos foram sorteados para cada unidade experimental e as rações, fornecidas à vontade duas vezes ao dia. A água foi fornecida à vontade em bebedouros tipo *nipple* durante todo o período.

No decorrer da pesquisa anotou-se diariamente, em fichas apropriadas, por parcela, o número de ovos íntegros, quebrados, trincados, sem casca e com casca mole, sendo a coleta realizada duas vezes ao dia, às 9:30 e 15:30 horas. Ao final de cada semana, determinou-se o peso dos ovos íntegros de cada parcela,

sendo os parâmetros de qualidade medidos nos ovos coletados nos três últimos dias de cada período de 21 dias.

O programa de iluminação utilizado para as aves foi de 16 horas diárias no período de postura.

As temperaturas máxima e mínima do galpão foram registradas durante todo o período experimental, à tarde, através de um termômetro de máxima e mínima localizado no centro do galpão.

2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística

O experimento constou da utilização de cinco tratamentos com níveis crescentes de Met+Cis digestível na ração, que foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (1994), e uma ração controle testemunha formulada de acordo com Rostagno et al. (2005), totalizando seis tratamentos, com cinco repetições cada. Cada parcela experimental foi representada por uma gaiola contendo 12 aves, sendo composta de 4 compartimentos com 3 aves cada.

O fornecimento das rações experimentais ocorreu no início da 25^a semana de idade das poedeiras, as quais foram submetidas aos tratamentos por 4 períodos de 21 dias cada, quando, no final, completaram 37 semanas de idade.

Nas tabelas 1 e 2 são apresentadas a composição química e em aminoácidos digestíveis dos alimentos.

TABELA 1. Composição química e valores energéticos dos alimentos usados nas rações experimentais¹.

Alimentos	EM (kcal/kg)	PB ³ (%)	Met ² (%)	Met+Cis ² (%)	Lis ² (%)	Ca (%)	P disp (%)	Na (%)
Milho	3381	8,8	0,17	0,36	0,24	0,03	0,08	0,02
Farelo de soja	2256	45,35	0,64	1,27	2,77	0,24	0,18	0,02
Farelo de glúten	3696	59,9	1,39	2,46	1,00	0,03	0,15	0,01
Calcário calcítico	-	-	-	-	-	38,4	-	-
Cloreto de sódio	-	-	-	-	-	-	-	39,70
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	-	24,8	18,50	-
Óleo de soja	8790	-	-	-	-	-	-	-

¹ Fonte: Rostagno et al. (2005)

² Valor total no alimento

³ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal – UFLA

TABELA 2. Composição porcentual (%) em aminoácidos digestíveis dos alimentos usados nas rações experimentais segundo Rostagno et al. (2005).

Alimentos	Met	M+C	LIS	TRP	TRE	ILE	VAL	LEU	FEN+ TIR
Milho	0,16	0,33	0,21	0,06	0,27	0,26	0,35	0,97	0,63
Farelo de soja	0,58	1,11	2,55	0,56	1,57	1,92	1,93	3,22	3,58
Farelo Glúten 60	1,39	2,30	0,90	0,27	1,93	2,43	2,73	10,18	6,96
L-Triptofano, 98% ¹	-	-	-	99,0	-	-	-	-	-
Lisina HCl, 99% ¹	-	-	77,10	-	-	-	-	-	-
DL – Metionina, 98% ¹	97,91	97,91	-	-	-	-	-	-	-
L – Treonina, 99% ¹	-	-	-	-	98,0	-	-	-	-

¹ Produto comercial da Ajinomoto Biolatina

As rações experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1994), à base de milho, farelo de soja e farelo de glúten, e suplementadas com minerais e vitaminas. Todas as rações foram isoprotéicas (16,2%PB) e isocalóricas (2900 kcal EM) e suplementadas para obter os níveis de aminoácidos digestíveis de 0,578; 0,636; 0,694; 0,752 e 0,810%, respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 (Tabelas 3, 4 e 5). Não foi utilizada a suplementação de colina nas rações experimentais e na ração controle para não interferir nos efeitos da metionina.

TABELA 3. Composição das rações experimentais balanceadas para aminoácidos digestíveis e suplementadas com metionina, na matéria natural, segundo as recomendações do NRC (1994).

Ingredientes	Ração experimental ¹				
	0,578	0,636	0,694	0,752	0,810
Milho	62,91	62,91	62,91	62,91	62,91
Farelo de Soja	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60
Farelo de Glúten (60%)	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76
Óleo de soja	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
DL – Metionina, 98%	0,080	0,139	0,198	0,257	0,316
Calcário calcítico	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20
Fosfato bicálcico	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Caulim	0,500	0,441	0,382	0,323	0,264
Suplemento vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460
TOTAL (kg)	100	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína bruta (%) ⁴	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
Metionina digestível (%)	0,335	0,393	0,451	0,509	0,567
Met+Cis digestível (%)	0,578	0,636	0,694	0,752	0,810
Treonina digestível (%)	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767
Lisina digestível (%)	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683
Ácido linoleico (%)	2,605	2,605	2,605	2,605	2,605
Cálcio (%)	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,317	0,317	0,317	0,317	0,317
Potássio (%)	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557

¹ Ração formulada para um consumo de 90g/ave/dia de acordo com as recomendações do NRC (1994).

² Composição do suplemento vitamínico por kg de ração: Vitamina A: 8.000 UI; Vitamina D3: 2.000 UI; Vitamina E: 15 UI; Vitamina K₃: 2 mg; Vitamina B₂: 4 mg; Vitamina B₆: 1 mg; Vitamina B₁₂: 10 µg; niacina: 19,9 mg; Ácido Pantotínico: 5,350 mg; Ácido Fólico: 0,200 mg; Selênio: 0,250 mg; Antioxidante: 100 mg e véculo q.s.p.: 1g.

³ Composição do suplemento mineral por kg de ração: manganês: 75 mg; zinco: 70 mg; ferro: 50 mg; cobre: 8 mg; iodo: 1,5 mg; cobalto: 0,200 mg e véculo q.s.p.: 1g.

⁴ Valor de PB calculado sem a contribuição dos aminoácidos sintéticos.

TABELA 4. Composição calculada em aminoácidos digestíveis e totais das rações experimentais suplementadas com metionina.

Aminoácido	Ração experimental ¹				
	0,578	0,636	0,694	0,752	0,810
Metionina digestível (%)	0,335	0,393	0,451	0,509	0,567
Metionina total (%)	0,356	0,441	0,526	0,611	0,696
Metionina + cistina digestível (%)	0,578	0,636	0,694	0,752	0,810
Metionina + cistina total (%)	0,635	0,720	0,779	0,864	0,949
Relação Met+Cis:Lis (total)	0,848	0,961	1,040	1,154	1,267
Relação Met+Cis:Lis digestível	0,846	0,931	1,016	1,101	1,186

¹Ração formulada para um consumo de 90g/ave/dia de acordo com as recomendações do NRC (1994).

TABELA 5. Composição calculada em aminoácidos (AA) digestíveis e totais das rações experimentais.

Aminoácido	AA digestíveis (%)	AA totais (%)
Lisina (%)	0,683	0,749
Treonina (%)	0,547	0,626
Isoleucina (%)	0,625	0,685
Valina (%)	0,692	0,775
Histidina (%)	0,413	0,440
Fenilalanina (%)	0,775	0,841
Fenilalanina + tirosina (%)	1,329	1,432
Leucina (%)	1,556	1,657
Triptofano (%)	0,161	0,180
Arginina (%)	0,938	0,985

A ração controle foi formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), suplementada com metionina, lisina e triptofano sintéticos para obter a relação dos aminoácidos com a lisina próxima ao exigido por estes autores, obtendo-se, então, o nível de Met+Cis digestível de 0,771%, 2900 kg de EM e 17,81% de PB (Tabela 6 e 7).

TABELA 6. Composição da ração controle, formulada na matéria natural, segundo as recomendações de Rostagno et al. (2005)¹.

INGREDIENTE	kg
Milho	59,653
Farelo de Soja	21,900
Farelo de Glúten (60%)	4,900
Óleo de soja	2,360
L – Lisina HCl, 99%	0,150
L- Triptofano, 98%	0,024
DL – Metionina, 98%	0,223
Calcário calcí tico	8,210
Fosfato bicálcico	1,920
Suplemento vitamín ico ²	0,100
Suplemento mineral ³	0,100
Sal comum	0,460
TOTAL	100,000
COMPOSIÇÃO CALCULADA	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2900
Proté na bruta (%) ⁴	17,81
Metionina digestí vel (%)	0,507
Metionina+cistina digestí vel (%)	0,771
Lisina digestí vel (%)	0,847
Treonina digestí vel (%)	0,600
Ácido linoléico (%)	2,597
Cálcio (%)	3,7
Fósforo disponí vel (%)	0,45
Sódio (%)	0,20
Cloro (%)	0,317
Potássio (%)	0,574

¹ Ração formulada para um consumo de 90g/ave/dia.

² Composição do suplemento vitamín ico por kg de ração: Vitamina A: 8.000 UI; Vitamina D3: 2.000 UI; Vitamina E: 15 UI; Vitamina K₃: 2 mg; Vitamina B₂: 4 mg; Vitamina B₆: 1 mg; Vitamina B₁₂: 10 µg; niacina: 19,9 mg; Ácido Pantoté ico: 5,350 mg; Ácido Fó lico: 0,200 mg; SeÉ nio: 0,250 mg; Antioxidante: 100 mg e vé culo q.s.p.: 1g.

³ Composição do suplemento mineral por kg de ração: mangarê s: 75 mg; zinco: 70 mg; ferro: 50 mg; cobre: 8 mg; iodo: 1,5 mg; cobalto: 0,200 mg e vé culo q.s.p.: 1g.

⁴ Valor de PB calculado sem a contribuição dos aminoác idos sinté ticos.

TABELA 7. Composição calculada em aminoácidos (AA) totais, digestíveis e relação dos aminoácidos/Lis da ração controle formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

Aminoácidos	AA totais (%)	AA digestíveis (%)	Relação aa/Lis
Metionina (%)	0,530	0,507	0,599
Metionina+cistina(%)	0,834	0,771	0,910
Lisina (%)	0,917	0,847	1,000
Treonina (%)	0,684	0,600	0,708
Isoleucina (%)	0,758	0,693	0,818
Valina (%)	0,851	0,763	0,901
Histidina (%)	0,475	0,446	0,526
Fenilalanina (%)	0,942	0,871	1,030
Fenilalanina + tirosina (%)	1,615	1,507	1,780
Leucina (%)	1,894	1,785	2,110
Triptofano (%)	0,216	0,195	0,230
Arginina (%)	1,058	1,008	1,190

As análises dos teores de PB dos ingredientes básicos da ração (milho, farelo de soja e farelo de glúten) e das rações experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFLA, pelo método Kjeldahl, conforme metodologia proposta por AOAC (1990), sendo apresentadas na Tabela 1. Os teores de EM e demais nutrientes foram os descritos por Rostagno et al. (2005).

Ao final de cada período experimental, as variáveis consumo de ração, conversão alimentar, peso de ovos, produção de ovos, massa de ovos, ovos viáveis, unidade Haugh, porcentagem de casca, albúmen e gema, matéria seca e proteína do albúmen e gema e extrato etéreo da gema foram analisadas considerando os períodos. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida com tratamento adicional, descrito pelo seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_j + e_{(j)k} + P_j + (DP)_{ij} + e_{jki}$$

Y_{ijk} : valores observados das aves no período j, quando foram submetidas ao nível i de Met+Cis digestível na repetição k.

μ : média geral do experimento;

D_j : efeito do nível i de Met+Cis, sendo i= 1, 2, 3, 4, 5 e 6;

$e_{(j)k}$: erro experimental associado a cada observação da parcela, que por hipótese tem distribuição normal de média zero e variância σ_a^2 , sendo as repetições k = 1, 2, 3, 4 e 5.

P_j : efeito do período j, sendo j = 1, 2, 3 e 4.

$(DP)_{ij}$: efeito da interação do nível i de Met+Cis e do período j;

e_{ijk} : erro experimental associado a cada observação da subparcela, que por hipótese tem distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o *software* Sistema de análises de variância para dados balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000), procedendo-se às análises de regressão (linear, quadrática ou cúbica) para níveis de Met+Cis digestível, teste de Dunnett a 5% de probabilidade para comparar cada nível de suplementação de Met+Cis digestível com o tratamento controle e teste de Tukey para as avaliações de períodos.

2.4 Avaliação do desempenho e de outras características das aves durante os períodos experimentais

Foram analisados produção média de ovos, consumo de ração, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar, ovos viáveis, qualidade externa (espessura da casca através do peso específico) e interna (unidade Haugh de ovos frescos e armazenados por 7 dias) dos ovos e variáveis relativas ao rendimento no processamento, como porcentagem de gema, albúmen e casca de ovos frescos e armazenados em temperatura ambiente por sete dias, matéria seca e PB da gema e albúmen e teor de extrato etéreo da gema a cada final de período.

2.4.1 Produção de ovos

A produção média de ovos no período de 21 dias, em porcentagem por ave/dia, foi obtida registrando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os trincados, quebrados e anormais, e o número de aves da parcela que os produziu.

2.4.2 Consumo de ração

A ração destinada a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa. Ao final de cada semana, as sobras do comedouro e do balde foram pesadas e o consumo de ração, determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave por dia. Ao final de cada período foi calculada a média do consumo nas semanas correspondentes a cada período. Em caso de mortalidade de alguma ave, a ração e as sobras do comedouro eram pesadas e anotadas em planilha para ser feita a correção.

2.4.3 Peso dos ovos

No final de cada semana experimental todos os ovos íntegros produzidos durante o dia em cada parcela foram coletados, pesados no fim da tarde e obtido o peso médio por parcela experimental. Para o cálculo do peso médio dos ovos no período, utilizou-se a média das pesagens realizadas em 3 semanas.

2.4.4 Massa de ovos

A massa de ovos foi obtida através do produto do número de ovos viáveis produzidos em cada período pelo peso médio dos ovos em gramas.

2.4.5 Conversão alimentar

Foi calculada através da divisão do consumo médio de ração (g) pela massa média de ovos produzidos (g), sendo expressa em gramas de ração consumida por grama de ovo produzido.

2.4.6 Ovos viáveis

Diariamente foi anotada a quantidade de ovos perdidos, correspondendo aos ovos trincados, quebrados, de casca mole ou sem casca, e os resultados foram expressos em porcentagem através da relação com o total de ovos produzidos. Após 3 semanas de cada período, foram calculadas as porcentagens médias de perdas/ave/dia e este resultado foi multiplicado pela produção média de ovos/ave/dia neste mesmo período, obtendo-se, então, o valor de ovos viáveis produzidos/ave/dia.

2.4.7 Qualidade do ovo

Foram coletados, durante os três dias finais consecutivos do período, três ovos por parcela, que foram pesados individualmente, e tomadas as medidas para determinar a qualidade externa e interna do ovo, com exceção do peso específico, para o qual foram utilizados todos os ovos íntegros produzidos nos dois dias que antecederam a quebra de ovos.

2.4.7.1 Qualidade interna dos ovos (unidade Haugh)

Ao final de cada período, procedeu-se à análise dos três ovos amostrados por parcela durante três dias consecutivos, sendo estes pesados em balança de precisão de 0,1g e quebrados sobre uma superfície plana de vidro para a obtenção da altura do albúmem, medida pelo aparelho Technical Services and Supplies – QCM+, digital, com precisão de 0,1mm. Os valores de unidade Haugh foram calculados segundo a fórmula apresentada por Card & Nesheim (1966):

$$UH=100 \log (H + 7,57 - 1,7 \times PO^{0,37})$$

Em que:

H=altura do albúmem;

PO=peso do ovo.

No mesmo dia em que foram coletados três ovos para a quebra, amostraram-se mais três ovos para serem armazenados à temperatura ambiente e à sombra durante 7 dias, para a realização da quebra para determinação da unidade Haugh.

2.4.7.2 Qualidade externa dos ovos (Peso específico)

Todos os ovos íntegros produzidos nos últimos dois dias anteriores ao início da coleta de ovos para determinação da qualidade interna de cada período foram imersos e avaliados em 10 soluções de NaCl com densidade variando de

1.066 a 1.102g/cm³ e gradiente de 0,004 entre si. Estes valores foram determinados com o auxílio de um densímetro. Obteve-se a média da densidade dos ovos para cada parcela, em cada período, a partir das medições realizadas durante os dois dias amostrados.

2.4.8 Porcentagem de casca

Os três ovos amostrados de cada parcela ao final de cada período, após quebrados para avaliação da unidade Haugh, tiveram suas cascas com as membranas lavadas em água e secas em estufa a 65°C por 72 horas. As cascas secas foram pesadas e, então, obteve-se a porcentagem dividindo o peso da casca pelo peso do ovo, sendo o mesmo procedimento adotado para o cálculo da porcentagem de gema e albúmen. Por período obteve-se a média de porcentagem de casca por parcela a partir dos resultados dos três dias de análise.

2.4.9 Porcentagem de gema

Para a determinação da porcentagem de gema dos ovos frescos e armazenados por 7 dias foram utilizados os mesmos ovos quebrados para a determinação da unidade Haugh. Foi realizada a separação da gema do albúmen e a pesagem da gema foi feita após a sua limpeza em papel sulfite para a remoção do restante de albúmen e chalaza. Para a retirada de resquícios da chalaza utilizou-se um estilete (Ahn et al., 1997). A porcentagem de gema foi determinada pelo peso da gema dividido pelo peso do ovo.

2.4.10 Porcentagem de albúmen

O peso do albúmen foi calculado pela subtração do peso total do ovo dos pesos da gema e casca (Ahn et al., 1997), sendo então calculado a porcentagem de albúmen pela divisão do peso do albúmen pelo peso do ovo.

2.4.11 Determinação de sólidos totais no albúmen e gema

O conteúdo de sólidos totais foi determinado através do método da AOAC (1990). A gema e o albúmen dos três ovos quebrados no último dia foram separados e armazenados em potes plásticos e acondicionados no freezer. No dia seguinte foi realizada a pesagem destas amostras em pratos de alumínio, a qual foi anotada em planilha adequada, e as amostras foram levadas para estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, sendo revolvidas a cada 24 horas. No final, foi realizada a pesagem das amostras e calculado o teor de umidade na matéria pré-seca. As amostras de albúmen foram moídas em moinho e as de gema, maceradas em *Graal* e acondicionadas em potes plásticos no freezer para a realização das demais análises de matéria seca a 105°C, PB e extrato etéreo da gema. Dois gramas de albúmen e gema foram pesados e transferidos para placas de petri com peso conhecido (peso das placas secas a 105°C) e levados para secagem em estufa a 105°C por 20 horas. Depois de retiradas da estufa, as placas foram colocadas em dessecador para o resfriamento da amostra e pesadas após 20 minutos. A porcentagem de sólidos totais foi calculada através da multiplicação do valor de matéria seca da amostra seca a 55°C pelo valor de matéria seca da amostra seca a 105°C.

2.4.12 Determinação da PB da gema e albúmen

A digestão e destilação pelo método de Kjeldahl foram realizadas usando duas alíquotas de albúmen e gema por parcela no final de cada período experimental. A PB foi calculada pela determinação do nitrogênio total pelo método padrão Kjeldahl para amostras livres de nitrato (AOAC, 1990). A determinação de nitrogênio obtida por titulação foi corrigida contra 2 padrões brancos acompanhando cada digestão. Os valores de proteína foram calculados pela multiplicação do conteúdo de N por um fator de 6,25 e expressos no valor de matéria seca da amostra.

2.4.13 Extrato etéreo da gema

Foi realizada a determinação do teor de extrato etéreo através do método por diferença de peso. Aproximadamente um grama de amostra de gema pré-seca foi pesado em balança de precisão e armazenado em cartuchos confeccionados com papel filtro com peso seco (105°C) conhecido. Os cartuchos foram identificados com o respectivo tratamento e mergulhados em vasilha com éter por 3 dias para fazer o pré-desengorduramento. Após este período, os cartuchos foram colocados no aparelho de extração de gorduras por 8 horas, onde o éter aquecido foi volatizado e, em seguida, condensado e circulado através da amostra, carregando consigo o material solúvel em éter. Posteriormente os cartuchos foram levados à estufa 105°C por 20 horas e, então, colocados em dessecador para a posterior pesagem. O cálculo do teor de extrato etéreo foi feito através da diferença entre o peso do cartucho + amostra engordurada e o peso do cartucho + peso da amostra desengordurada dividido pelo peso da amostra. Os resultados foram expressos em relação à matéria seca da amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desempenho

Houve interação significativa entre os níveis de Met+Cis digestível na ração e períodos experimentais para peso de ovos ($P<0,01$) e os resultados estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8. Peso médio dos ovos (g) de acordo com o período experimental e níveis de metionina + cistina (Met+Cis) digestível na ração

Período	Controle	Níveis de Met+Cis digestível (%)					Média
	<u>0,771¹</u>	0,578 ¹	0,636 ¹	0,694 ¹	0,752 ¹	0,810 ¹	
I (25-28 sem) ²	54,76 c	52,08 c	53,16 c	54,32*d	54,26*c	55,80*c	54,06
II (29-31 sem) ³	56,52 b	53,30 b	54,38 b	55,38 c	56,38*b	56,84*c	55,47
III (32-34 sem) ⁴	57,56 b	54,54 a	55,18 b	56,98*b	57,72*a	59,52 b	56,92
IV (35-37 sem) ⁵	59,34 a	55,40 a	56,38 a	58,46*a	58,52*a	61,04 a	58,19
Média	57,05	53,83	54,78	56,29	56,72	58,30	

* Média estatisticamente igual a do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,01$)

² Efeito linear: $Y = 43,7054 + 14,7241x$ ($P<0,01$).

³ Efeito linear: $Y = 44,3913 + 15,6552x$ ($P<0,01$).

⁴ Efeito linear: $Y = 41,8311 + 21,5517x$, ($P<0,01$).

⁵ Efeito linear: $Y = 41,9023 + 23,1379x$, ($P<0,01$).

Analisando os níveis de Met+Cis digestível na ração dentro de períodos, observa-se que houve um aumento linear ($P<0,01$) no peso dos ovos com o aumento nos níveis de Met+Cis digestível na ração em todos os períodos. Shafer et al. (1996) observaram que aves consumindo 512 mg de Met/dia apresentaram maior peso dos ovos em relação a aves consumindo 326 mg. Harms et al. (1998) observaram um aumento no peso dos ovos de aves recebendo maiores níveis de Met total na ração (0,30% de Met total) se comparados aos níveis de 0,25 e

0,275% de Met total. Shafer et al. (1998), em seus estudos, observaram maior peso nos ovos de aves consumindo 815 e 849 mg de Met+Cis/ave/dia se comparado ao nível de 718 mg. Penz & Jensen (1991), avaliando rações com diferentes teores de PB (13 e 16%PB) e aminoácidos sulfurados totais (0,62% e 0,71% na ração com 13%PB e 0,73% na ração com 16%PB), encontraram menor peso de ovos em aves recebendo ração com 13% de PB independentemente do nível de Met+Cis, não ocorrendo diferença no peso dos ovos em aves que receberam diferentes níveis de aminoácidos na ração formulada com 13% PB.

Carey et al. (1991) observaram que aves consumindo 330 mg de Met/dia produziram ovos mais leves se comparadas às que consumiram 450 mg/dia.

Roland et al. (1998) observaram efeito linear crescente no peso dos ovos de aves recebendo os níveis de 0,65; 0,72; 0,76 e 0,81% de aminoácidos sulfurados totais na ração, mantendo-se a relação Met+Cis e Lis constante em 82%. Sohail et al. (2002) observaram maior peso dos ovos em aves consumindo ração com maiores níveis de Met+Cis (0,65; 0,72 e 0,81%).

Resultados contrários foram obtidos por Liu et al. (2005), Novak & Scheideler (2003), Novak et al. (2004), Roland et al. (2000), os quais não observaram diferenças no peso dos ovos em aves recebendo diferentes níveis de aminoácidos sulfurados totais.

Os períodos analisados dentro de cada nível dos aminoácidos em estudo apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$), verificando-se aumento no peso dos ovos à medida que decorriam os períodos experimentais. Os resultados estão de acordo com Card & Nesheim (1966) e North & Bell (1990), que explicam ser este aumento do peso devido ao incremento no tamanho da gema e à deposição de albúmen no ovo com o avanço da idade das aves.

Analisando o tratamento controle com os demais dentro de cada período, observa-se que o peso médio dos ovos foi igual ao do tratamento controle para

os níveis de 0,694 e 0,752% de Met+Cis digestível na ração nos períodos I, III e IV. Dentro dos períodos I e II, o nível de 0,810% de Met+Cis na ração apresentou valores iguais de peso de ovos se comparado ao tratamento controle, sendo que, nos períodos III e IV, o peso médio dos ovos neste mesmo nível foi superior ao do tratamento controle.

Na Tabela 9 estão apresentados os resultados de produção de ovos, consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, massa de ovos e ovos viáveis de acordo com os níveis de Met+Cis digestível fornecidos na ração.

TABELA 9. Produção de ovos (PO), consumo de ração (CR), ganho de peso no período experimental (GP), conversão alimentar (CA), massa de ovos (MO) e ovos viáveis (OV) de acordo com níveis de metionina + cistina digestível (Met+Cis digestível) na ração.

Característica	Controle	Níveis de Met+Cis digestível (%)					CV (%)
	0,771	0,578	0,636	0,694	0,752	0,810	
PO (%/ave/dia) ¹	93,27	86,43	90,18*	92,14*	93,10*	91,15*	4,39
CR (g/ave/dia) ²	97,95	95,25*	96,85*	98,55*	99,25*	101,10*	5,35
GP (g) ³	123,5	63,7	66,8	88,9	117,9*	126,1*	10,4
CA(g/g) ¹	1,85	2,06	1,97	1,91	1,88*	1,91	3,58
MO (g/ave/dia) ⁴	53,18	46,50	49,36	51,83*	52,79*	53,1*	6,23
OV (%/ave/dia) ¹	92,30	85,72	89,22*	91,29*	92,22*	90,32*	4,14

* Média estatisticamente igual a do controle, pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

¹Efeito quadrático (P<0,01).

²Efeito linear (P<0,05).

³Efeito linear (P<0,01).

⁴Efeito quadrático (P<0,05).

Para as variáveis produção de ovos, consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, massa de ovos e ovos viáveis, não houve interação significativa (P>0,05) entre níveis de Met+Cis digestível e períodos experimentais.

Os níveis de Met+Cis digestível na ração influenciaram a produção de ovos ($P < 0,01$), sendo observado efeito quadrático dos níveis, com maior produção de ovos no nível de 0,735% de Met+Cis digestível na ração (Tabela 9 e Figura 1), que corresponde ao consumo de 729 mg de Met+Cis digestível/ave/dia ou 838 mg de Met+Cis total/ave/dia. Esta melhor produção de ovos em aves recebendo ração com maiores níveis de Met+Cis digestível é justificada pela maior exigência por estes aminoácidos para sustentar suas funções fisiológicas e produtivas (Ishibashi & Yonemochi, 2003).

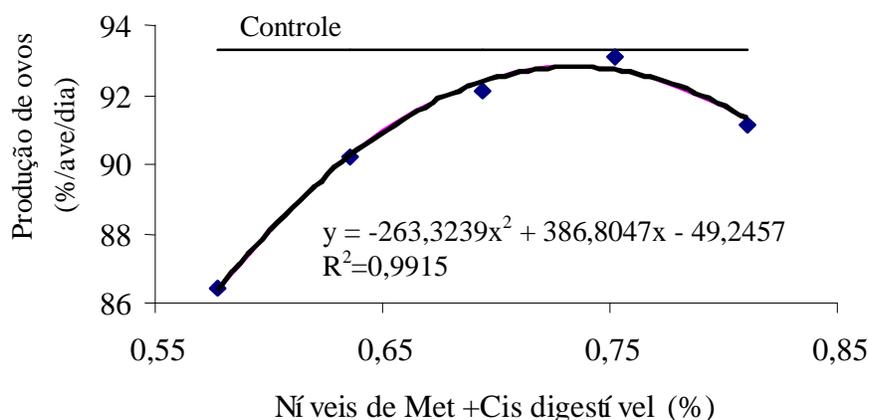


FIGURA 1. Representação gráfica da regressão níveis de Met+Cis digestível sobre a produção de ovos de poedeiras comerciais.

O comportamento produtivo das aves indica que as recomendações do NRC (1994) estão defasadas e de Rostagno et al. (2005), mais adequadas para as medidas de desempenho das aves, confirmando as indicações.

Os resultados encontrados estão de acordo com Harms et al. (1998), que observaram aumento na produção de ovos com o aumento no consumo de Met. Shafer et al. (1998) também encontraram uma maior produção de ovos em aves consumindo 815 mg de Met+Cis total/ave/dia, estando o valor próximo ao

encontrado neste trabalho. Avaliando o consumo diário de aminoácidos sulfurados de 520 a 800 mg/ave/dia, Scheideler & Elliot (1998) observaram que a produção ovos foi menor somente em aves consumindo 520 mg de Met+Cis/dia. Sohail et al. (2002) observaram maior produção de ovos em poedeiras recebendo ração contendo níveis de 0,81 e 0,72% de Met+Cis, formuladas mantendo a relação Met+Cis /Lis em 0,83.

Os resultados obtidos contrastam com os de Calderon & Jensen (1990), Carey et al. (1991), Liu et al. (2005), Novak & Scheideler (2003), Novak et al. (2004), Penz & Jensen (1991), Roland et al. (1998), Shafer et al. (1996), Summers & Leeson (1983) que também não encontraram diferenças na produção de ovos em aves alimentadas com diferentes níveis de Met.

Apenas a ração com 0,578% de Met+Cis digestível diferiu ($P < 0,05$) do tratamento controle. Convém ressaltar que, apesar do efeito quadrático dentro dos níveis de Met+Cis digestível, não houve diferenças ($P > 0,05$) entre o tratamento controle e demais tratamentos com níveis superiores a 0,578% de Met+Cis digestível para produção de ovos.

Os resultados encontrados levam a crer que as exigências de aminoácidos sulfurados totais recomendadas pelo NRC (1994) encontram-se subestimadas (551 mg Met+Cis digestível/ave/dia), levando as aves a não manifestarem todo seu potencial genético devido à falta da Met+Cis.

Houve diferença significativa ($P < 0,01$) dos períodos experimentais sobre a produção de ovos (Tabela 10), sendo a melhor produção obtida no período I, e produções iguais obtidas nos períodos II e IV. No período III ocorreu uma queda na produção de ovos decorrente da queda brusca na temperatura ambiente (Tabela 1 dos anexos). Este comportamento de diminuição na produção de ovos ao longo dos períodos experimentais ocorre devido às aves se tornarem mais velhas, diminuindo, assim, a taxa de postura.

TABELA 10. Produção de ovos (PO), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), massa de ovos (MO) e ovos viáveis (OV) em função dos períodos experimentais.

Período	PO (%/ave/dia) ¹	CR (g/ave/dia) ¹	CA (g/g) ¹	MO (g/ave/dia) ¹	OV (%/ave/dia) ¹
I (25-28 sem)	94,18 a	93,47 c	1,84 c	50,93 bc	93,17 a
II (29-31 sem)	92,08 b	96,77 b	1,91 b	51,11 b	91,26 ab
III (32-34 sem)	87,61 c	100,80 a	2,03 a	49,86 c	89,51 b
IV (35-37 sem)	90,32 b	101,60 a	1,94 b	52,60 a	86,77 c
CV2 (%)	3,25	1,71	3,92	3,31	3,38

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01)

Houve efeito significativo (P<0,05) dos níveis de Met+Cis digestível sobre o consumo de ração, apresentando efeito linear crescente com o aumento nos níveis na ração, não sendo observada diferença (P>0,05) entre o tratamento controle e os demais níveis utilizados (Tabela 9 e Figura 2).

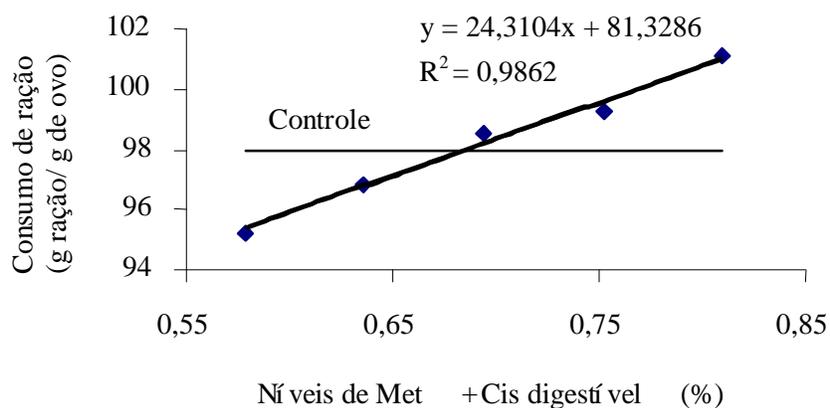


FIGURA 2. Representação gráfica da regressão de níveis de Met+Cis digestível sobre o consumo de ração.

Shafer et al. (1998), em seus estudos, observaram que aves consumindo 849 mg de Met+Cis total/dia apresentaram menor consumo de ração se comparadas às aves que consumiram 718 e 815 mg de Met+Cis total/dia, contrariando os resultados encontrados neste trabalho, em que as aves apresentaram um aumento linear nos consumos, variando de 603 a 958mg de Met+Cis total/ave/dia.

Harms et al. (1998) observaram um aumento no consumo de ração em aves recebendo ração com 0,300% de Met se comparado a rações com 0,250 e 0,275% de Met.

O mesmo comportamento foi descrito por Sohail et al. (2002), os quais obtiveram maiores consumos de ração nas aves recebendo ração com maiores níveis de Met+Cis.

Resultados contrários foram obtidos por Carey et al. (1991), Liu et al. (2005), Novak & Scheideler (2003), Novak et al. (2004), Penz & Jensen (1991), Roland et al. (1998), Shafer et al. (1996), Scheideler & Elliot (1998), Summers & Leeson (1983), os quais não observaram diferenças no consumo de ração de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis total nas rações.

Esta diferença no consumo de ração com o aumento nos níveis de aminoácidos sulfurados pode ser causada pelo desequilíbrio da relação Met+Cis/Lis, resultando em aumento no consumo para suprir a possível necessidade em lisina causada pela maior quantidade de Met+Cis digestível. Comparando o tratamento controle com cada um dos demais tratamentos, não se observaram diferenças no consumo ($P>0,05$).

Os resultados obtidos para consumo médio de ração indicaram diferenças significativas ($P<0,01$) para período (Tabela 10), ocorrendo um aumento com o avanço da idade das aves.

Foi observado efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Met+Cis digestíveis sobre o ganho de peso das aves, apresentando efeito linear crescente

(Tabela 9 e Figura 3). Esta variável mostra que o nível de Met+Cis digestível de 0,578% na ração recomendada pelo NRC (1994) encontra-se muito baixo, causando um menor ganho de peso das aves e menor produção de ovos. Resultados semelhantes foram observados por Calderon & Jensen (1990), que observaram aumento no peso corporal com a suplementação em aminoácidos sulfurados totais. Novak et al. (2004) observaram efeito quadrático dos níveis de Met+Cis, variando de 635 a 877 mg/dia sobre o ganho de peso. Porém, Liu et al. (2005) não observaram diferenças no peso corporal de aves recebendo ração contendo 0,75; 0,80; 0,85 e 0,90% de Met+Cis.

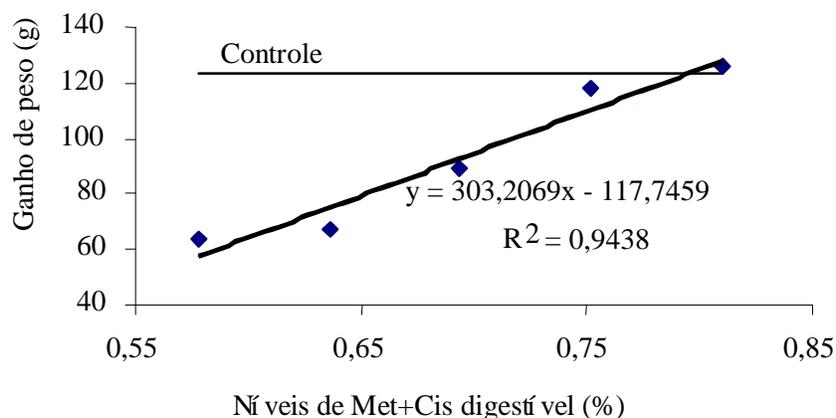


FIGURA 3. Representação gráfica dos níveis de Met+Cis digestíveis sobre o ganho de peso.

Somente nos níveis de 0,752 e 0,810% de Met+Cis digestível na ração apresentaram ganho de peso semelhante ao do tratamento controle, proporcionando, os demais níveis utilizados, menor ganho ($P < 0,05$).

Foi observado efeito quadrático ($P < 0,01$) dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a conversão alimentar, sendo a melhor conversão obtida no nível de 0,754% de Met+Cis digestível na ração ou consumo de 751 mg de Met+Cis digestível/ave/dia (Figura 4). Calderon & Jensen (1990) também

observaram melhora na conversão alimentar em aves recebendo rações suplementadas com Met, contendo 13, 16 e 19% PB. Os resultados no nível de 13% PB na ração foram piores em relação aos demais. Aves com maior consumo de aminoácido ingerido (811 e 877 mg de Met+Cis/ave/dia) apresentaram melhor conversão alimentar segundo Novak et al. (2004). Resultados contrários foram encontrados por Scheideler & Elliot (1998), que observaram piora na conversão alimentar em aves consumindo de 520 a 800 mg de aminoácidos sulfurados/dia. Liu et al. (2005) e Penz & Jensen (1991) não observaram efeito dos níveis de Met+Cis sobre a conversão alimentar das aves.

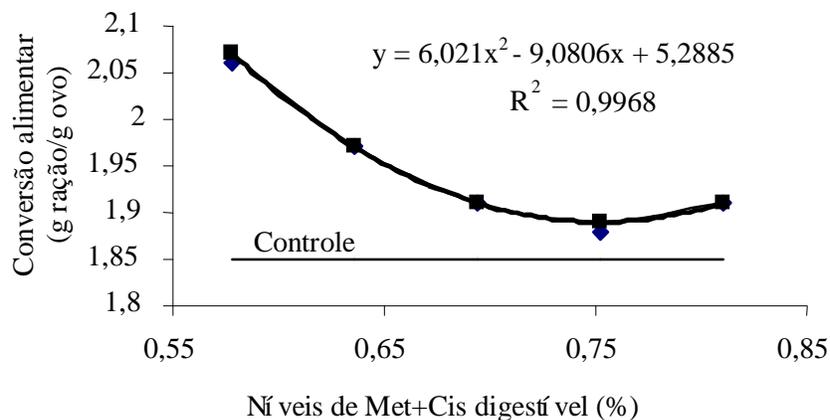


FIGURA 4. Representação gráfica dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a conversão alimentar em poedeiras comerciais.

Ao se comparar o tratamento controle com os demais tratamentos, observou-se que somente o nível de 0,752% de Met+Cis na ração apresentou conversão alimentar igual ao controle ($P < 0,05$), sendo os demais tratamentos piores (Tabela 9). A melhor conversão alimentar observada no nível de 0,752% de Met+Cis digestível na ração é devido à melhor produção e peso dos ovos e ao menor consumo de ração, se comparada aos demais níveis.

Houve diferença significativa ($P < 0,01$) dos períodos experimentais sobre a conversão alimentar, apresentando os valores uma relação com a produção de ovos, com pior conversão alimentar no período III devido à queda na produção de ovos decorrente da queda brusca na temperatura ambiente (Tabela 10).

A produção de massa de ovos/ave/dia apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$), com melhor produção de massa no nível de 0,796% de Met+Cis digestível na ração e consumo de 801 mg de Met+Cis digestível ou 920 mg Met+Cis total/ave/dia (Tabela 9 e Figura 5). Esta melhor produção de massa de ovos está relacionada à melhor produção de ovos, juntamente com seu elevado peso, tendo em vista os efeitos dos níveis dos aminoácidos sulfurados sobre estas variáveis. Resultados semelhantes foram obtidos por Calderon & Jensen (1990) e Scheideler & Elliot (1998), que observaram melhor massa de ovos em aves que consumiram maiores quantidades diárias de Met+Cis.

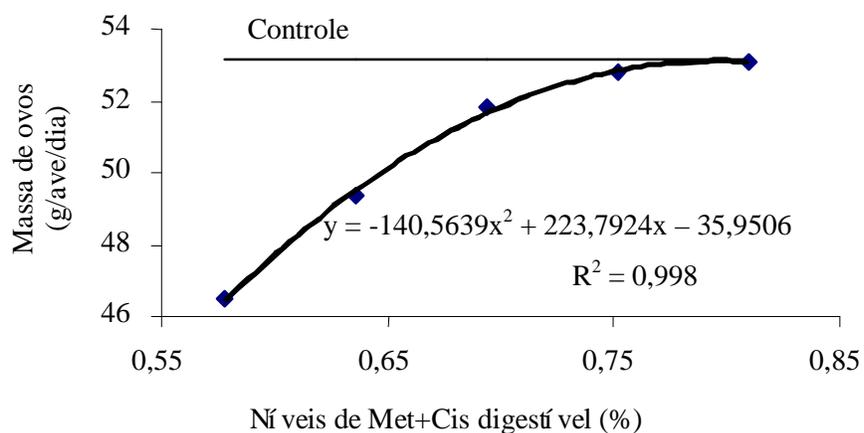


FIGURA 5. Representação gráfica dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a produção de massa de ovos de poedeiras comerciais.

Comparando o tratamento controle com os demais tratamentos (Tabela 9), observou-se que somente os níveis de 0,578 e 0,636% de Met+Cis digestível na ração apresentaram menor produção de massa. Resultados obtidos por Harms et al. (1998) indicaram que o conteúdo interno dos ovos aumentou em aves recebendo ração com 0,25% e 0,30% de Met total. Já Sohail et al.(2002) não observaram efeito do consumo de níveis de 0,65; 0,72 e 0,81% de Met+Cis na ração sobre a produção de massa de ovos em rações com relação Met+Cis/Lis de 0,83. Liu et al. (2005) também não observaram diferenças na produção de massa de ovos em aves recebendo níveis de 0,75; 0,80; 0,85 e 0,90% de aminoácidos sulfurados totais em rações com 15,4% de PB e 0,82% de Lisina.

Os períodos experimentais influenciaram a massa de ovos ($P<0,01$), resultando em melhor índice no período IV, sendo a menor massa observada no período III decorrente da queda de produção de ovos (Tabela 10). Esta maior massa de ovos no decorrer dos períodos experimentais ocorre devido às aves aumentarem a deposição de gema e albúmen, proporcionando, assim, melhor aproveitamento do ovo para posterior processamento.

A produção de ovos viáveis foi influenciada pelos níveis de Met+Cis digestível na ração ($P<0,01$), apresentando comportamento quadrático com melhor produção de ovos viáveis no nível de 0,736% de Met+Cis digestível na ração, que corresponde ao consumo por ave de 730 mg de Met+Cis digestível/dia ou 839 mg Met+Cis total/dia (Tabela 9 e Figura 6).

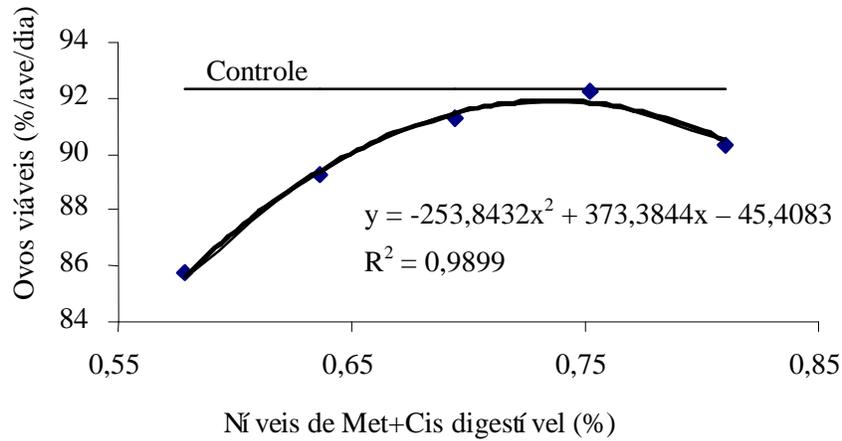


FIGURA 6. Representação gráfica dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a porcentagem de ovos viáveis em poedeiras comerciais.

Comparando o tratamento controle com os demais tratamentos, observa-se que somente o nível de 0,578% de Met+Cis digestível na ração proporcionou menor ($P < 0,05$) produção de ovos viáveis/ave/dia.

Os períodos experimentais influenciaram a produção de ovos viáveis ($P < 0,01$), apresentando um decréscimo em ovos viáveis com o avançar da idade das aves devido à redução na produção de ovos (Tabela 10).

3.2 Rendimento no processamento e avaliação da qualidade interna e externa dos ovos

Os dados de porcentagem de gema, albúmen e casca e unidade Haugh (UH) de ovos frescos, PB do albúmen e extrato etéreo (EE) na base de matéria seca e sólidos totais do albúmen e gema dos ovos estão apresentados na Tabela

11. Nenhuma das variáveis avaliadas apresentou interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de Met+Cis e períodos experimentais.

TABELA 11. Porcentagens de gema, albúmen e casca e unidade Haugh (UH) de ovos frescos, proteína bruta do albúmen (PB Albúmen) e extrato etéreo (EE) do ovo na base de matéria seca e sólidos totais do albúmen (ST albúmen) e gema (ST Gema) e peso específico (PE) dos ovos.

Característica	Controle	Níveis de Met+Cis digestível (%)					CV (%)
	0,771	0,578	0,636	0,694	0,752	0,810	
Gema (%) ¹	24,23	23,99*	24,27*	24,04*	24,75*	24,91*	3,47
Albúmen (%)	66,72	66,58*	66,44*	66,74*	66,22*	66,02*	1,31
Casca (%) ¹	9,04	9,57	9,28*	9,22*	9,03*	9,08*	4,09
UH ²	96,53	99,88	99,51	98,58*	98,26*	98,82	2,57
PB Albúmen (%)	88,85	88,77*	89,15*	89,24*	88,87*	89,14*	2,57
EE (%) ¹	59,05	57,089	58,37*	58,85*	59,54*	60,34	1,78
ST Albúmen (%)	12,16	11,99*	12,11*	12,07*	12,16*	12,17*	3,19
ST Gema (%)	50,86	50,54*	51,00*	50,99*	51,23*	51,21*	1,51
PE (g/cm ³) ³	1,088	1,092	1,090*	1,089*	1,088*	1,088*	0,22

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

¹Efeito linear ($P<0,01$).

²Efeito significativo dos níveis de Met+Cis digestível ($P<0,01$).

³Regressão para níveis de 0,578 a 0,810% Met+Cis digestível: efeito linear: $Y = 1,1015 - 0,0173 x$; $R^2 = 92,94\%$ ($P<0,01$).

Houve efeito linear crescente ($P<0,01$) dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a porcentagem de gema em ovos frescos (Tabela 11 e Figura 7). Esta maior porcentagem de gema nos ovos em aves consumindo maiores quantidades de Met+Cis é devida à maior deposição de extrato etéreo na mesma, o que provavelmente foi causado pela relação de Met+Cis e Lisina. Os resultados encontrados contrastam com os de Carey et al. (1991), Liu et al. (2005), Novak et al. (2004), Novak & Scheideler (2003), Shafer et al. (1996),

Shafer et al. (1998), Scheideler & Elliot (1998), que não observaram efeito dos níveis de Met+Cis sobre esta variável. Analisando cada tratamento com o tratamento controle, observa-se que não houve diferença significativa ($P>0,05$) para a porcentagem de gema nos ovos.

Penz & Jensen (1991) observaram maior porcentagem de gema em aves recebendo ração com 13% de PB se comparadas às que receberam ração com 16% de PB.

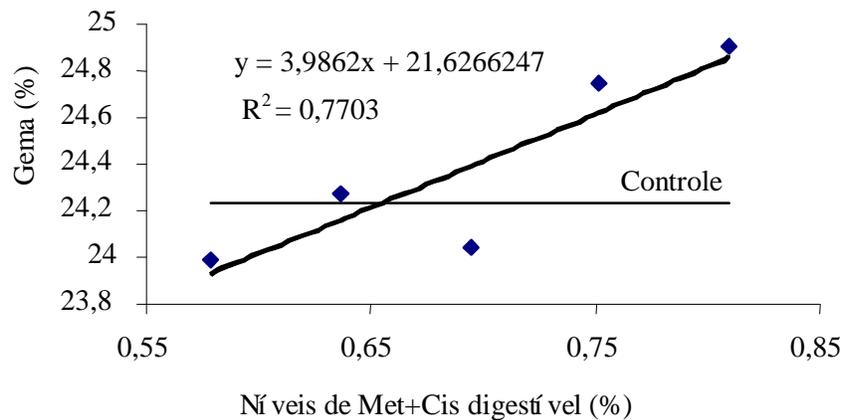


FIGURA 7. Representação gráfica dos níveis de Met+Cis digestível sobre a porcentagem de gema de ovos de poedeiras comerciais.

Analisando os períodos experimentais, observa-se que a porcentagem de gema aumenta com o avançar dos períodos experimentais (Tabela 12), estando os resultados de acordo com os encontrados por Fletcher et al. (1981), que observam uma maior deposição de gema em relação ao albúmen à medida que as aves se tornam mais velhas.

TABELA 12. Porcentagem de gema, albúmen e casca e unidade Haugh de ovos frescos, de acordo com os níveis Met+Cis digestível.

Período	Gema (%) ¹	Albúmen (%) ¹	Casca (%) ¹	UH ¹
I (25-28 sem)	23,57 c	67,09 a	9,34 a	103,14 a
II (29-31 sem)	24,29 b	66,45 b	9,35 a	100,89 b
III (32-34 sem)	24,48 b	66,46 b	9,06 b	97,44 c
IV (35-37 sem)	25,13 a	65,82 c	9,05 b	92,91 d
CV2 (%)	2,39	1,03	2,10	1,74

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01)

Não houve efeito significativo (P>0,05) dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a porcentagem de albúmen em ovos frescos (Tabela 11). Carey et al. (1991), Liu et al. (2005), Novak & Scheideler (2003), Novak et al. (2004), Shafer et al. (1998), Scheideler & Elliot (1998) também não encontraram diferenças na porcentagem de albúmen em aves que receberam diferentes níveis de Met+Cis total na ração. Shafer et al. (1996) observaram maior porcentagem de albúmen em poedeiras consumindo 512 mg Met/dia em relação a aves que consumiram 326 mg. Penz & Jensen (1991) observaram menor porcentagem de albúmen nos ovos de aves recebendo ração com 13% de PB, se comparadas às que receberam ração com 16% de PB.

Comparando o tratamento controle com os demais níveis de Met+Cis digestível, também não se observam diferenças significativas (P>0,05).

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo (P<0,01), com maior porcentagem de albúmen (Tabela 12) no período I e menor porcentagem no período IV, relação esta inversa à observada com a porcentagem de gema, estando os resultados de acordo com Fletcher et al. (1981).

Houve efeito significativo dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a porcentagem de casca em ovos frescos (P<0,01), com efeito linear decrescente dos níveis sobre a porcentagem de casca (Tabela 11 e Figura 8).

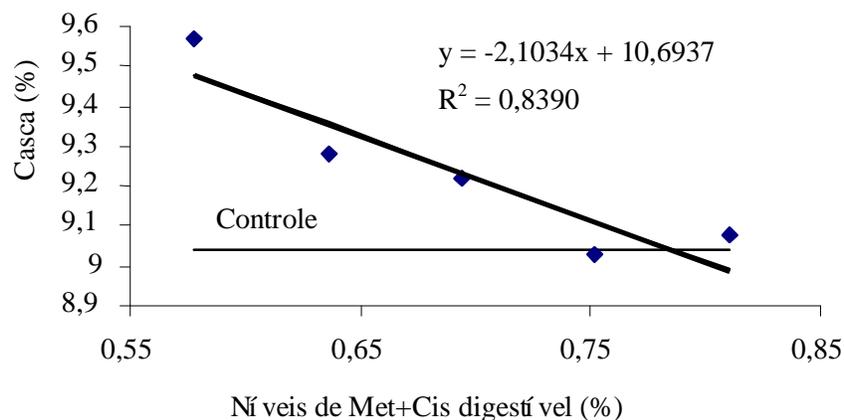


FIGURA 8. Representação gráfica dos níveis de Met+Cis sobre a porcentagem de casca em ovos frescos de poedeiras comerciais.

Comparando o tratamento controle com os demais níveis utilizados, observa-se que somente o nível de 0,578% de Met+Cis digestível na ração apresentou maior porcentagem de casca ($P < 0,05$), não diferindo os demais tratamentos do controle ($P > 0,05$). Novak & Scheideler (2003) observaram que aves recebendo relações de Met+Cis total/Lis na ração de 0,82 e 0,85 apresentaram ovos com menor porcentagem de casca e menor peso específico dos ovos em relação às aves que receberam a relação de 0,97.

Carey et al. (1991), Liu et al. (2005), Novak et al. (2004), Scheideler & Elliot (1998) também não encontraram efeito dos níveis de Met+Cis suplementadas na ração sobre a porcentagem de casca.

Os períodos experimentais influenciaram a porcentagem de casca ($P < 0,01$), ocorrendo uma diminuição nesta porcentagem nos períodos III e IV (Tabela 12), demonstrando que a porcentagem de casca diminuiu com o aumento da idade das aves devido ao aumento no tamanho da gema e deposição de

albúmen (Card & Nesheim, 1966; Fletcher et al., 1981 e North & Bell, 1990), não havendo um incremento proporcional na deposição de casca.

Avaliando a qualidade interna dos ovos frescos através da unidade Haugh (UH), observa-se que houve efeito significativo ($P < 0,01$) dos níveis de Met+Cis sobre esta variável (Tabela 11). O tratamento controle apresentou valores estatisticamente semelhantes aos encontrados nos níveis de 0,694% e 0,752% de Met+Cis digestível na ração, sendo que os demais tratamentos apresentaram melhores valores de UH se comparados ao controle. Resultados encontrados por Leeson & Caston (1997), os quais forneceram rações com níveis de PB variando de 14 a 20% e níveis de metionina total de 0,28 a 0,41, mostraram que a área de albúmen dos ovos de aves recebendo rações com 16 e 18% PB apresentaram melhores valores se comparados com o menor e o maior nível de PB. Novak & Scheideler (2003) e Novak et al. (2004) não encontraram diferenças na unidade Haugh dos ovos produzidos.

Na análise das variáveis relacionadas ao rendimento no processamento, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a porcentagem de PB no albúmen, apresentando o tratamento controle valor semelhante aos demais tratamentos. Novak et al. (2004) também não encontraram diferenças na porcentagem e na PB do albúmen na base de matéria natural em aves recebendo diferentes níveis de aminoácidos sulfurados totais. Já Shafer et al. (1998) observaram um maior teor de porcentagem de PB no albúmen em aves consumindo 815 mg de Met+Cis total/dia em relação às que consumiram 718 e 849 mg.

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo ($P < 0,01$) sobre a porcentagem de PB no albúmen, para a qual se observou maior teor no período IV (Tabela 13).

TABELA 13. Porcentagem de proteína bruta do albúmen (PB Alb.), extrato etéreo (EE) e teor de sólidos totais do albúmen (ST Alb.) e gema (ST Gema) e peso específico (PE) dos ovos de acordo com os níveis de Met+Cis digestível.

Período	PB Alb. (%) ¹	EE (%) ¹	ST Alb. (%) ¹	ST Gema (%) ¹	PE (g/cm ³) ¹
I (25-28 sem)	88,40 b	60,61 a	12,39 a	51,83 a	1,090 a
II (29-31 sem)	88,22 b	60,16 a	12,24 ab	51,04 b	1,090 a
III (32-34 sem)	88,71 b	57,24 b	12,20 b	50,32 c	1,089 b
IV (35-37 sem)	90,69 a	57,47 b	11,61 c	50,69 bc	1,088 b
CV2 (%)	2,66	2,38	1,19	2,02	0,10

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01)

Houve efeito significativo dos níveis de Met+Cis utilizados nas rações sobre o teor de extrato etéreo na gema, apresentando efeito linear crescente (P<0,01) com o aumento nos níveis do aminoácido em estudo (Tabela 11 e Figura 9).

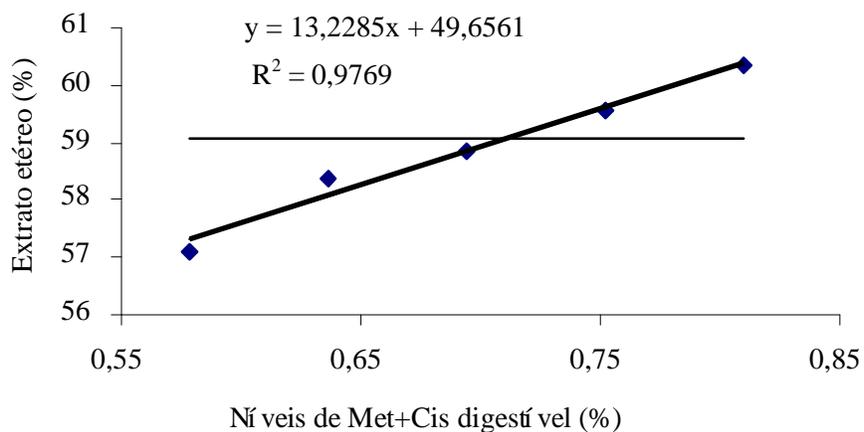


FIGURA 9. Representação gráfica da porcentagem de extrato etéreo na gema de acordo com os níveis de Met+Cis digestível na ração.

Analisando o efeito dos períodos experimentais pode-se observar que o teor de extrato etéreo na matéria seca da gema foi maior nos períodos I e II, permanecendo mais baixo nos períodos III e IV (Tabela 13).

As variáveis sólidos totais na gema e no albúmen, que são de grande importância no processamento de ovos, não sofreram influência dos níveis de Met+Cis fornecidos na ração ($P>0,05$), apresentado o tratamento controle valores estatisticamente iguais aos demais tratamentos utilizados (Tabela 11); os resultados encontrados corroboram os de Liu et al. (2005) e Novak & Scheideler (2003), que também não observaram diferenças no teor de sólidos totais na gema e albúmen.

Resultados contrários foram obtidos por Carey et al. (1991), que observaram maior porcentagem de sólidos na gema e albúmen em ovos de aves que se alimentaram com níveis mais altos de Met na ração. Também Shafer et al. (1998) observaram que aves consumindo 849 mg de Met+Cis total/dia apresentaram maior porcentagem de sólidos no albúmen se comparadas às aves consumindo 718 e 815 mg. Shafer et al. (1996) observaram que aves consumindo 328, 354, 392 e 423 mg de Met/ave/dia apresentaram um aumento significativo nos sólidos totais da gema e albúmen nos consumos de 392 e 423 mg/dia. Scheideler & Elliot (1998) observaram efeito linear crescente do consumo de Met+Cis/ave/dia de 520 a 800 mg sobre a porcentagem de sólidos na gema. Aves consumindo níveis de 811 e 877 mg de Met+Cis/dia apresentaram menor porcentagem de sólidos totais na gema de acordo com os resultados obtidos por Novak et al. (2004).

Os períodos experimentais influenciaram nos teores de sólidos totais da gema e do albúmen ($P<0,01$), apresentando diminuição nos teores com o avanço da idade das aves (Tabela 13). O resultado de sólidos totais no albúmen exibiu um mesmo comportamento em relação aos resultados encontrados por Fletcher et al. (1981), que observaram, juntamente com o aumento da idade do plantel

(26 a 62 semanas), diminuição na porcentagem de sólidos totais no albúmen, não exibindo, os resultados de porcentagem de sólidos totais na gema, um padrão consistente.

A análise da qualidade externa dos ovos foi feita através do peso específico dos ovos, por meio da qual se observou efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Met+Cis digestível sobre esta variável, indicando efeito linear decrescente (Tabela 11). O tratamento controle apresentou menor peso específico somente no nível de 0,578% de Met+Cis digestível na ração. Novak & Scheideler (2003) observaram que aves recebendo as relações de aminoácidos Met+Cis/Lis na ração de 0,82 e 0,85 obtiveram ovos com menor peso específico.

Resultados contrários foram obtidos por Roland et al. (1998), que não observaram efeito dos níveis de 0,65; 0,72; 0,76 e 0,81% de aminoácidos sulfurados totais na ração sobre o peso específico dos ovos. Novak et al. (2004) também não observaram diferenças no peso específico em aves com consumo de aminoácidos sulfurados totais variando de 635 a 877 mg/dia no período de 20 a 43 semanas de idade.

Os períodos experimentais influenciaram esta variável ($P<0,01$) e os períodos I e II apresentaram valores maiores e semelhantes estatisticamente de peso específico se comparados aos períodos III e IV (Tabela 13). Estes resultados demonstram claramente que a qualidade da casca do ovo é influenciada pela idade das aves, fato comumente verificado em outras pesquisas.

Houve interação significativa ($P<0,05$) entre os níveis de Met+Cis digestível fornecidos na ração e os períodos experimentais para a variável PB na gema. Analisando o efeito dos níveis dentro dos períodos, foi encontrada diferença significativa somente nos períodos III e IV ($P<0,01$), os quais apresentaram diminuição no teor de proteína com o aumento no fornecimento de Met+Cis digestível na ração (Tabela 14). As aves que receberam relações dos

aminoácidos na ração de 0,82 e 0,85 produziram ovos com menor teor de PB na gema (expresso em matéria natural) em relação de 0,97 (Novak & Scheideler, 2003).

TABELA 14. Porcentagem de proteína bruta da gema (PB Gema) na base de matéria seca de acordo com o período experimental e níveis de metionina + cistina (Met+Cis) digestível.

Período	PB Gema (%)						Média
	Controle	Níveis de Met+Cis digestível (%)					
	0,771	0,578 ¹	0,636	0,694 ¹	0,752 ²	0,810	
I (25-28 sem)	36,81	36,17*b	35,74*	35,23*b	35,69*ab	34,12*	35,63
II (29-31 sem) ³	35,98	38,8 ab	37,50*	36,86*ab	35,82*ab	35,10*	36,68
III (32-34 sem)	35,81	37,29*ab	36,50*	37,59*a	37,01*a	35,97*	36,70
IV (35-37 sem) ⁴	34,85	37,92 a	35,80*	36,24*ab	34,12*b	33,93*	35,48
Média	35,86	37,55	36,39	36,48	35,66	34,78	

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade
¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).
²Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01).
³Regressão para níveis: efeito linear: $Y = 47,6938 - 15,6759x$, $R^2 = 98,83\%$ (P<0,01).
⁴Regressão para níveis: efeito linear: $Y = 47,1376 - 16,6207x$, $R^2 = 86,31\%$ (P<0,01).

Resultados contrários foram obtidos por Shafer et al. (1998), segundo os quais o teor de PB na gema, na base de matéria natural, foi maior em aves consumindo 815 e 849 mg de Met+Cis total/dia em relação ao consumo de 718 mg. Novak et al. (2004) não encontraram diferenças no teor de PB da gema na base de matéria natural em aves consumindo diferentes níveis de aminoácidos sulfurados totais. Em outro experimento, Shafer et al. (1996) observaram que aves consumindo 328, 354, 392 e 423 mg de Met/ave/dia apresentaram um aumento significativo na PB da gema e albumen no consumo de 392 e 423 mg

de Met/ave/dia. Estes resultados indicam que o consumo de 392 e 423 de mg Met/ave/dia pode alterar a composição dos componentes líquidos, enquanto o tamanho do ovo permanece inalterado.

Analisando os tratamentos nos períodos I e III com o tratamento controle, não se observou diferença estatística do teor de PB na gema. Nos períodos II e IV foi observado maior teor de PB na gema em ovos apenas em aves que consumiram ração com nível de 0,578% de Met+Cis digestível em relação ao tratamento controle, não diferindo dos demais níveis utilizados.

Ocorreu também efeito dos períodos dentro dos níveis de Met+Cis somente dentro dos níveis 0,578% (P<0,01), 0,694% (P<0,01) e 0,752% (P<0,05).

Os dados de porcentagem de gema, albúmen, casca e UH de ovos armazenados em temperatura ambiente por 7 dias e peso específico dos ovos frescos estão apresentados na Tabela 15. Não houve interação significativa (P>0,05) entre níveis de Met+Cis e períodos experimentais.

TABELA 15. Porcentagens de gema, albúmen e casca, unidade Haugh (UH) de ovos armazenados em temperatura ambiente por 7 dias de acordo com níveis de metionina + cistina (Met+Cis) digestível na ração.

Característica	Controle	Níveis de Met+Cis digestível (%)					CV (%)
	0,771	0,578	0,636	0,694	0,752	0,810	
Gema (%) ¹	25,43	25,14*	25,36*	25,33*	25,89*	26,10*	3,52
Albúmen (%) ²	65,30	65,20*	65,18*	65,33*	64,87*	64,74*	1,56
Casca (%) ³	9,27	9,68	9,47*	9,34*	9,24*	9,21*	4,12
UH ⁴	73,08	79,23	76,78	75,91	75,59	73,80*	3,55

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

¹Regressão para níveis de 0,578 a 0,810% Met+Cis digestível: efeito linear: $Y = 22,6317 + 4,2250x$; $R^2 = 89,56\%$ (P<0,05).

²(P>0,05).

³Regressão para níveis de 0,578 a 0,810% Met+Cis digestível: efeito linear: $Y = 10,7783 - 2,0043x$; $R^2 = 92,64\%$ (P<0,01).

⁴Efeito linear (P<0,01).

Como observado em ovos frescos, houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre a porcentagem de gema em ovos armazenados (Tabela 15). Em comparação com o tratamento controle, também se observou que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para a porcentagem de gema nos ovos. Os valores das variáveis porcentagem de albúmen e de casca de ovos armazenados também apresentaram comportamento semelhante aos encontrados com ovos frescos, diferindo somente nos valores absolutos da porcentagem de gema, para os quais os ovos armazenados apresentaram maiores valores se comparados aos valores de ovos frescos. Esta diferença ocorre devido à perda de umidade do albúmen, que apresentou menores valores quando comparada à de ovos frescos; conseqüentemente, houve aumento nos valores de porcentagem de gema e casca dos ovos armazenados.

Para os períodos experimentais observa-se também o aumento na porcentagem de gema e diminuição na porcentagem de albúmen e casca com o avanço dos períodos experimentais (Tabela 16).

TABELA 16. Porcentagens de gema, albúmen, casca de ovos e unidade Haugh de ovos armazenados em temperatura ambiente por 7 dias em função dos períodos experimentais.

Período	Gema (%)	Albúmen (%)	Casca (%) ¹	UH ¹
I (25-28 sem)	24,80 c	65,69 a	9,50 a	82,31 a
II (29-31 sem)	25,05 c	65,44 a	9,51 a	78,00 b
III (32-34 sem)	25,89 b	64,90 b	9,24 b	72,96 c
IV (35-37 sem)	26,42 a	64,38 c	9,23 b	69,65 d
CV2 (%)	2,20	0,87	2,55	2,58

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

Já para a variável unidade Haugh de ovos armazenados por sete dias ocorreu efeito significativo ($P < 0,01$) para os níveis de Met+Cis, apresentando

efeito linear decrescente com o aumento no fornecimento de Met+Cis na ração (Tabela 15 e Figura 10). Esta piora no valor de unidade Haugh dos ovos com o aumento nos níveis de Met+Cis digestível na ração ocorre devido à pior qualidade de casca dos ovos, decorrente da maior deposição de gema e albúmen, fazendo com que aumentem as trocas gasosas e causando maior liquefação do albúmen.

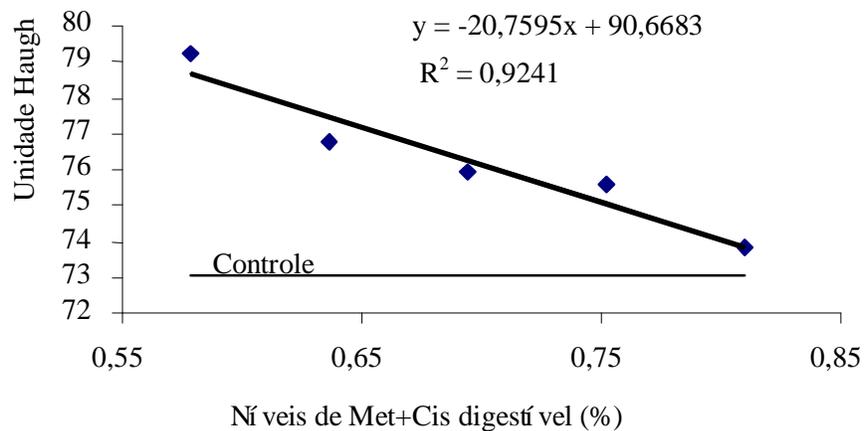


FIGURA 10. Representação gráfica dos níveis de Met+Cis digestível na ração sobre valores de unidade Haugh de ovos armazenados por 7 dias

Comparando o tratamento controle com os demais tratamentos, pode-se observar que somente as aves que receberam níveis de 0,810% de Met+Cis digestível na ração apresentaram valores semelhantes de unidade Haugh, sendo os demais tratamentos superiores ao tratamento controle (Tabela 15).

Os períodos experimentais influenciaram os valores de unidade Haugh de ovos armazenados ($P < 0,01$), resultando em diminuição destes valores com o avançar da idade das aves (Tabela 16).

4 CONCLUSÃO

O consumo de 752 mg de Met+Cis digestível ou 864 mg de Met+Cis total/ave/dia é recomendado para maximizar o desempenho de poedeiras leves em pico de postura, estando os valores recomendados pelo NRC (1994) abaixo das reais necessidades das aves se comparados com as recomendações de Rostagno et al. (2005), confirmadas neste trabalho.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, D. U.; KIM, S. M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 914-919, June 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1.

BAIÃO, N. C.; FERREIRA, M. O. O.; BORGES, F. M. O.; MONTI, A. E. M. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 51, n. 3, p. 271-274, jun. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas Climatológicas: 1961-1990**. Brasília: MA, 1992. 88 p.

CALDERON, V. M.; JENSEN, L. S. The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 6, p. 934-944, June 1990.

CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry production**. 10. ed. Philadelphia: Lea e Febiger, 1966. 400 p.

CAREY, J. B.; ASHER, R. K.; ANGEL, J. F.; LOWDER, L. S. The influence of methionine intake on egg composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 70 p. 151, 1991. (Supplement 1) Abstract.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. – pacote computacional).

FLETCHER, D. L.; BRITTON, W. M.; RAHN, A. P.; SAVAGE, S. I. The influence of layer flock age on egg component yields and solids content. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, n. 5, p. 983-987, May 1981.

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Optimizing egg mass with amino acid supplementation of low protein diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 1892-1896, Oct. 1993.

HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B.; HARLOW, H.; IVEY, F. J. The influence of methionine on commercial laying hens. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 7, n. 1, p. 45-52, 1998.

ISHIBASHI, T.; YONEMOCHI, C. Amino acid nutrition in egg production industry. **Animal Science Journal**, Tokyo, v. 74, n. 6, p. 457-469, Nov. 2003.

LEESON, S.; CASTON, L. J. A problem with characteristics of the thin albumen in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 10, p. 1332-1336, Oct. 1997.

LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0,75. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 14, n. 2, p. 174-182, Winner 2005.

MORRIS, T. R.; GOUS, R. M. Partitioning of the response to protein between egg number and egg weight. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 29, n. 1, p. 93-99, Mar. 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of poultry**. 9. ed. Washington, D. C. National Academy Press, 1994. 155 p.

NORTH, M. O.; BELL, D. D. **Commercial chicken production manual**. 4. ed. New York: Champman & Hall, 1990. 913 p.

NOVAK, C.; SCHEIDELER, S. The effect of dietary protein levels and TSAA: Lysine ratio on egg production parameters, egg yield and molecular components in tissues. In: MARYLAND CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 50.; MID-ATLANTIC NUTRITION CONFERENCE, 1. , 2003, College Park. **Proceedings...** College Park: University of Maryland. Department of Animal & Avian Science, 2003. p. 39-51.

NOVAK, 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**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 977-984, June 2004.

PENZ, 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**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2460-2466, Dec. 1991.

RIZZO, M. F.; FARIA, D. E.; SILVA, F. H. A.; ROMBOLA, L. G.; DEPONTI, B. J.; ARAÚJO, L. F. Avaliação das propriedades funcionais de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p. 26, 2004. Suplemento 6.

ROLAND, D. A.; BRYANT, M. M.; ZHANG, J. X.; JR., D. A. R.; RAO, S. K.; SELF, J. Econometric feeding and management 1. Maximizing profits in Hy-Line W-36 hens by optimizing total sulfur amino acid intake and environmental temperature. **Journal Applied Poultry Research**, Savoy, v. 7, n. 4, p. 403-411, 1998.

ROLAND, D. A.; YADALAM, S.; BRYANT, M. Why the NRC and commonly recommended M+C/lysine ratio for commercial Leghorns is incorrect: nº 1. **Poultry Science**, Champaign, v. 79, p. 92, 2000. (Supplement), (Abstract)

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005, 186 p.

SCHEIDELER, S. E.; ELLIOT, M. A. Total sulfur amino acid (TSAA) intake to maximize egg mass and feed efficiency in young layers (19-45 weeks of age). **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 130, 1998. Supplement 1, (Abstr).

SHAFER, D. J.; CAREY, J. B.; PROCHASKA, J. F. Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 7, p. 1080-1085, July 1996.

SHAFER, D. J.; CAREY, J. B.; PROCHASKA, J. F.; SAMS, A. R. Dietary methionine intake effects on egg component yield, composition, functionality, and texture profile analysis. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 7, p. 1056-1062, July 1998.

SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of supplemental lysine, isoleucine, treonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy Line W36 hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 7, p. 1038-1044, July 2002.

SUMMERS, J. D.; ATKINSON, J. L.; SPRATT, D. Supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 71, n. 1, p. 211-220, Mar. 1991.

SUMMERS, J. D.; LEESON, S. Factors influencing early egg size. **Poultry Science**, Champaign, v. 62, n. 7, p. 1155-1159, July 1983.

UNITED STATE. Department of Agriculture. **Livestock, dairy and poultry monthly, LPD-M. 45**. EERS-USDA, Washington, DC. 1997.

Disponível em: <[http://www.food-allergens.de/symposium-vol1\(1\)/data/egg-white/egg-composition.htm](http://www.food-allergens.de/symposium-vol1(1)/data/egg-white/egg-composition.htm)>. Acesso em: 2005.

Disponível em: <[http://www.food-allergens.de/symposium-vol1\(2\)/data/birds/birds-composition.htm](http://www.food-allergens.de/symposium-vol1(2)/data/birds/birds-composition.htm)>. Acesso em: 2005.

CAPÍTULO III

NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES EM PICO DE PRODUÇÃO

RESUMO

GERALDO, Adriano. **Níveis de lisina digestível em dietas para poedeiras comerciais leves em pico de produção.** 2006. p. 80-119. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Realizou-se um experimento com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis nutricionais de lisina (Lis) digestível sobre o desempenho, qualidade interna e externa e rendimento no processamento de ovos de poedeiras leves no pico de produção. Utilizaram-se 360 poedeiras da linhagem Hy Line - W36, as quais receberam, no período de 25 a 37 semanas de idade, cinco dietas experimentais, formuladas de acordo com o NRC (1994), com níveis de 0,683; 0,751; 0,819; 0,887 e 0,955% de Lis digestível (isocalóricas, isofosfóricas e isocálcicas), e uma dieta controle formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), com níveis de Lis digestível de 0,847%. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 aves por unidade experimental, e 4 períodos de avaliação com 21 dias cada. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de Lis digestível sobre a produção de ovos, consumo de ração, ganho de peso, massa de ovos e ovos viáveis. Comparando o tratamento controle com os demais tratamentos, observa-se que as rações formuladas de acordo com a recomendação do NRC (1994) apresentaram valores inferiores ($P<0,05$) ao tratamento controle para as variáveis produção de ovos, ganho de peso, massa de ovos e ovos viáveis, sendo que aves consumindo ração com níveis de 0,683 a 0,819% de Lis digestível apresentaram valores semelhantes de consumo de ração. Houve efeito dos períodos experimentais ($P<0,01$) sobre a produção de ovos, consumo, massa de ovos e ovos viáveis. Houve interação significativa ($P<0,05$) dos níveis de Lis digestível e períodos experimentais para

¹ Comitê de orientação: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (orientador), Édison José Fassani – UNIFENAS, Paulo Borges Rodrigues - UFLA, Sérgio Luiz de Toledo Barreto – UFV, Rilke Tadeu Fonseca de Freitas – UFLA

peso de ovos e conversão alimentar; observa-se, dentro de cada nível de Lis, aumento no peso dos ovos e piora na conversão alimentar com o avanço do período experimental. Verificou-se que o tratamento controle mostrou-se superior aos demais tratamentos em ambas as variáveis. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de Lis e do tratamento controle ($P>0,05$) sobre porcentagens de gema, albúmen, PB do albúmen, teor de sólidos totais no albúmen e gema. Para porcentagem de casca, unidade Haugh e PB na gema, o tratamento controle apresentou valores inferiores ($P<0,05$) aos demais níveis utilizados devido ao maior peso dos ovos. Para extrato etéreo na gema, o tratamento controle apresentou valor superior aos demais tratamentos ($P<0,05$). Houve efeito significativo ($P<0,01$) dos períodos experimentais sobre a porcentagem de gema, albúmen, casca, unidade Haugh, PB na gema, extrato etéreo, sólidos totais na gema e albúmen. Em ovos armazenados por 7 dias não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de Lis sobre a porcentagem de gema e albúmen, ocorrendo efeito sobre a porcentagem de casca, para a qual o tratamento controle apresentou menores valores. Para peso específico de ovos frescos o tratamento controle apresentou menor valor se comparado aos demais níveis ($P<0,05$). Os níveis de Lis digestível não influenciaram o desempenho, a qualidade interna e externa e o rendimento no processamento de ovos devido ao baixo teor de metionina+cistina na ração formulada de acordo com as recomendações do NRC (1994), sendo os melhores resultados observados em ração formulada de acordo com Rostagno et al. (2005).

ABSTRACT

GERALDO ADRIANO. **Levels of digestible lysine in diets for light commercial layers at peak production.** LAVRAS:UFLA, 2006. p.80-119 (Thesis – Doctorate in Animal Science)¹ ..

An experiment with the objective of evaluating the effect of the nutritional levels of digestible lysine (Lys) on the performance, internal and external quality and yield in the processing of eggs of light layers at peak production was conducted. 360 layers of the Hy Line –W36 strain were utilized, which were given, in the period of 25 to 37 weeks of age, five experimental diets, formulated according to the NRC (1994), with levels of 0.683; 0.751; 0.657; 0.712 and 0.767% of digestible Thre (isocaloric, isophosphoric and isocalcic) and a control diet formulated according to Rostagno et al (2005) with levels of digestible Lys of 0.847%. The completely randomized design with five replicates and 12 birds per experimental unit and four evaluation periods with 21 days each was utilized. There was no significant effect ($P>0.05$) of the levels of digestible Lys on egg production, diet intake, weight gain, egg mass and viable eggs. By comparing the control treatments with the other treatments, it is observed that the diets formulated according to the recommendation of the NRC (1994) presented values inferior ($P<0.05$) to the control treatment for the variables egg production, weight gain, egg mass and viable eggs, the birds consuming diets with levels of 0.683 to 0.819% of digestible lysine presented similar values of feed consumption. There was effect of the experimental periods ($P<0.01$) on egg production, consumption, egg mass and viable eggs. There was a significant interaction ($P<0.05$) of the levels of digestible lysine and experimental periods

¹Guidance Committee: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Édison José Fassani – UNIFENAS, Paulo Borges Rodrigues –UFLA.

for egg weight and feed conversion where an increase in egg weight and worsening in feed conversion in the course of the experimental period are observed. It was found that the control treatment proved superior to the other treatments in both variables. There was no significant effect ($P>0.05$) of the levels of Lys and of the control treatment ($P<0.05$) on percentage of yolk, albumen, albumen CP, total solids content in the albumen and yolk. For percentage of shell, Haugh unit and CP in the yolk, the control treatment presented values inferior ($P<0.05$) to the other levels utilized due to the higher egg weight. For ether extract in the yolk, the control treatment showed value superior to the other treatments ($P<0.05$). There was a significant effect ($P<0.01$) of the experimental periods on the percentage of yolk, albumen, shell, Haugh unit, CP in the yolk, ether extract, total solids in the yolk and albumen. In eggs stored for 7 days, there was no significant effect ($P<0.05$) of the levels of lysine on the percentage of yolk and albumen, effect taking place upon the shell percentage, where the control treatment presented lower values. For specific weight of fresh eggs, the control treatment presented lower value if compared with the other levels ($P<0.05$). The levels of digestible Lys did not influence performance, internal and external quality and yield in egg processing due to the low content of methionine + cystine in the diet formulated according to the NRC recommendations (1994), the best results being observed in diets formulated according to Rostagno et al (2005).

1 INTRODUÇÃO

Os estudos em nutrição de poedeiras constantemente vêm melhorando a compreensão da relação entre a composição da dieta e o desempenho animal. Outros fatores, além da nutrição, também afetam o tamanho e o peso dos ovos, entre os quais se destacam o peso da ave no início da postura, a linhagem utilizada e a fotoestimulação. Quanto à nutrição, têm-se o efeito do consumo de energia e os níveis nutricionais em proteína, metionina (Met), lisina (Lis) e ácido linoléico presentes na ração.

Segundo Leeson & Summers (2001), os fatores nutricionais mais importantes conhecidos por afetar o tamanho do ovo são as proteínas, a adequação em aminoácidos e o ácido linoléico na ração. De acordo com os mesmos autores, cerca de 50% da matéria seca de um ovo é proteína, sendo, por isso, o suprimento de aminoácidos para a síntese destas proteínas crítico no processo de produção de ovos.

As modificações na concentração de aminoácidos essenciais na ração vêm melhorando a produção de ovos pelas aves, bem como o rendimento dos ovos no processamento dos mesmos.

O aumento na utilização de ovos líquidos tem despertado o interesse de empresas alimentícias em mais pesquisas ligadas à nutrição, visando melhorar o rendimento no processamento e a adequação dos níveis nutricionais, proporcionando ao produtor resultado efetivo e obtenção de maiores lucros.

Os parâmetros padrões pelas quais os ovos líquidos são avaliados e comercializados incluem a porcentagem de gema e o teor de sólidos no albúmen. A porcentagem de sólidos corresponde à fração não aquosa da amostra de albúmen ou gema, devendo ser especificado, por uma agência reguladora, o mínimo de conteúdo sólido presente no produto ovo líquido. Um segundo parâmetro de maior importância para a produção de ovos líquidos é o

rendimento de componentes, incluindo albúmen, gema e casca, sendo o albúmen e a gema considerados produtos de valor e a casca, descarte.

Diversos estudos vêm sendo realizados para avaliar os efeitos dos níveis de Lis e proteína na ração sobre o desempenho das aves e o rendimento dos ovos no processamento, existindo ainda controvérsias em alguns resultados.

De acordo com Morris & Gous (1988), Lis, Met e isoleucina são provavelmente os primeiros aminoácidos limitantes em rações de poedeiras.

Estudando a suplementação de Met e Lis em rações com 10% PB, Summers et al. (1991) observaram um aumento na massa e produção de ovos, estando estes valores ainda abaixo dos encontrados em aves recebendo ração com 17% de PB.

Poedeiras recebendo ração com 16% de PB e 0,86% de Lis e ração com 13% de PB suplementadas com Lis para atender aos níveis de 0,65%, 0,68% e 0,783% não apresentaram diferenças na produção de ovos e no consumo de ração (Penz & Jensen, 1991). Porém, a conversão alimentar foi pior em todos os níveis de suplementação das rações com 13% de PB se comparada à da ração com 16%.

Maior peso dos ovos e maior porcentagem, peso e PB no albúmen foram observados por Prochaska & Carey (1993) em aves consumindo rações com níveis de Lis de 0,71; 1,38 e 2,04%. A produção de ovos, o consumo, a mortalidade, o teor de sólidos totais, a porcentagem e PB da gema, os sólidos totais no albúmen e o peso da casca não apresentaram respostas ao nível de Lis consumido na ração.

Em outro trabalho, Prochaska et al. (1996) observaram que aves consumindo 1.165 mg de Lis/dia apresentaram menor consumo de ração e produção de ovos. No entanto, para o rendimento no processamento, o consumo de 1.062 mg, comparado com 638 mg de Lis/dia, resultou em aumento na produção de ovos e no teor de sólidos totais e proteína no albúmen, não

ocorrendo efeito dos níveis de Lis consumida sobre o teor de sólidos na gema e peso dos ovos.

Poedeiras Hisex recebendo, no período de 19 a 40 semanas de idade, ração com níveis de Lis variando de 500 a 1000 mg/kg, apresentaram aumento linear na produção e peso de ovos, porcentagem de gema e peso corporal, segundo Scheideler et al. (1996). O consumo de ração foi menor no nível mais baixo de Lis, não ocorrendo mudanças significativas na porcentagem de albúmen.

Pesquisa realizada por Yamamoto & Ishibashi (1997) foi conduzida para avaliar o NRC (1994) através da formulação de rações com exigências de 10 e 25% acima da recomendação do referido manual para poedeiras com 78 semanas de idade. Os níveis de Lis digestível variaram de 0,36 a 0,67% e 0,39 a 0,67% em rações formuladas 10 e 25% acima da recomendação, respectivamente. Rações formuladas 10% acima da recomendação do NRC (1994) foram insuficientes para um máximo desempenho das poedeiras e a exigência em Lis aumentou com a elevação dos níveis de aminoácidos presentes na ração.

O fornecimento de rações com 16,4% de PB e níveis de Lis digestível variando de 0,49 a 0,77% para poedeiras Lohmann LSL, no período de 24 a 36 semanas, não proporcionou efeitos sobre a produção de ovos, consumo e ganho de peso, sendo observado que os maiores níveis proporcionaram maior massa e peso de ovos (Schutte & Smink, 1998). Com base na eficiência de conversão alimentar e produção de massa de ovos, a exigência em Lis total determinada pelos autores foi de 900 mg/ave/dia e 720 mg/ave/dia para Lis digestível.

Resultados experimentais, obtidos por Sohail et al. (2002), comprovaram o efeito da suplementação de aminoácidos em dietas formuladas na base de Lis em poedeiras com 21 semanas de idade. A suplementação de Lis, isoleucina, treonina e triptofano (LITT) nos níveis de 0,07; 0,055, 0,022 e

0,022%, respectivamente em rações com níveis de 0,65; 0,72 e 0,81% de aminoácidos sulfurosos totais, proporcionou aumento no peso dos ovos em duas semanas, ocorrendo também aumento no consumo médio das aves. Nenhum efeito dos aminoácidos LITT foi observado sobre a produção de ovos, peso específico ou peso corporal das aves. O peso dos ovos, a produção e a eficiência alimentar aumentaram linearmente com o aumento nos níveis de aminoácidos sulfurosos totais (0,65; 0,72 e 0,81% na ração), mantendo-se sempre a relação Met+Cis/Lis em 83%. Observou-se que as aves respondem à inclusão ou remoção dos suplementos de LITT e de aminoácidos sulfurados totais dentro de 1 a 2 semanas.

Poedeiras Lohmann LSL recebendo níveis de 0,54 a 0,84% de Lis na ração apresentaram efeito quadrático para produção, peso e massa de ovos e conversão alimentar (Goulart et al., 2002), sendo as exigências em Lis de 0,836, 0,827, 0,838 e 0,812%, respectivamente, não havendo diferenças no consumo de ração.

Poedeiras alimentadas no período de 24 a 48 semanas de idade com ração contendo 16% de PB e diferentes níveis de Lis digestível (0,6; 0,7; 0,8 e 0,9%) não apresentaram diferenças nas características internas dos ovos (peso dos ovos, percentuais de albúmen e gema, sólidos totais, índice de gema e unidade Haugh) e nos índices de produção (CA, porcentagem de postura e consumo de ração) (Filho et al., 2004a, b).

Novak et al. (2004), estudando aves consumindo 860 e 959 mg de Lis/dia, não observaram efeito significativo para características de desempenho produtivo, sólidos totais, qualidade interna e externa de ovos. Aves consumindo 959 mg Lis/dia apresentaram menor porcentagem de gema.

O arraçamento de poedeiras Lohmann com ração contendo 15% PB e níveis de Lis digestível de 0,584; 0,634; 0,684; 0,734 e 0,784% (rações balanceadas para proteína ideal) no período de 34 a 50 semanas de idade não

proporcionou diferenças no consumo de ração, qualidade interna dos ovos e mudança no peso corporal (Sá et al., 2004). As variáveis conversão alimentar, produção e massa de ovos apresentaram resposta aos níveis de Lis. Aves consumindo maiores níveis de Lis na ração apresentaram melhor peso dos ovos. O nível ideal de Lis digestível determinado para um ótimo desempenho foi de 823 mg/ave/dia.

Suplementando rações com 14,5% de PB para atender aos níveis de 0,69 a 0,76% de Lis e rações com 13,5% de PB e 0,63 a 0,71% de Lis (relação Met+Cis/Lis de 0,75), Liu et al. (2005) avaliaram desempenho, rendimento no processamento e qualidade de ovos em poedeiras com 37 semanas de idade. A adição de Lis suplementar proporcionou efeito benéfico sobre o consumo de ração, produção, massa e peso de ovos no nível de 13,6% de PB e conversão alimentar no nível de 14,3% de PB. Estes resultados indicam que a qualidade de rações com baixa proteína pode ser melhorada com a adição de Lis, não sendo observados efeitos da adição de Lis sintética sobre a qualidade destes ovos. Já as rações com maior teor de PB apresentaram maior teor de sólidos totais e porcentagem de albúmen.

Verifica-se que apesar de a literatura trazer muitas informações, ainda existem controvérsias nas recomendações de níveis de Lis sobre a qualidade interna e o rendimento no processamento dos ovos para poedeiras leves.

Desta forma, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar os efeitos de diversos níveis de Lis digestível sobre o desempenho, a qualidade interna e externa e o rendimento de ovos de poedeiras comerciais leves em pico de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e época de realização

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de maio a agosto de 2005.

O município de Lavras localiza-se na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21° 14' de latitude sul e 45° de longitude oeste de Greenwich (Brasil, 1992).

2.2 Aves, instalações e manejo

Foram utilizadas 360 frangas da linhagem comercial Hy Line – W36 com 16 semanas de idade, criadas nos períodos de cria e recria com o mesmo programa nutricional, as quais foram transferidas para gaiolas de postura e alojadas, 3 aves por gaiola, em galpão convencional de postura, onde se iniciou o recebimento dos tratamentos no princípio da 25ª semana de idade. Antes do início do experimento, as aves foram pesadas individualmente e selecionadas, sendo utilizadas somente as que apresentavam peso corporal dentro da faixa de 80% de uniformidade (peso médio das aves de 1440 g).

As rações experimentais foram preparadas a cada duas semanas e estocadas em local seco e arejado. Os tratamentos foram sorteados para cada unidade experimental e as rações, fornecidas à vontade duas vezes ao dia. A água foi fornecida à vontade, em bebedouros tipo *nipple*, durante todo o período.

No decorrer da pesquisa, anotaram-se diariamente, em fichas apropriadas, por parcela, o número de ovos íntegros, quebrados, trincados, sem casca e com casca mole, sendo a coleta realizada duas vezes ao dia, às 9:30 e às 15:30 horas. Ao final de cada semana, determinou-se o peso dos ovos íntegros

de cada parcela, sendo os parâmetros de qualidade medidos nos ovos coletados nos três últimos dias de cada período de 21 dias.

O programa de iluminação utilizado para as aves foi de 16 horas diárias no período de postura, conforme adotada em granjas comerciais.

As temperaturas máxima e mínima do galpão foram registradas durante todo o período experimental, à tarde, através de um termômetro de máxima e mínima localizado no centro do galpão e posicionado à altura das aves.

2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística

O experimento constou da utilização de cinco tratamentos com níveis crescentes de lisina (Lis) digestível na ração, que foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (1994), e uma ração controle testemunha formulada de acordo com Rostagno et al. (2005), totalizando seis tratamentos, com cinco repetições cada. As parcelas experimentais constituíram-se de 12 aves (4 gaiolas com 3 aves cada).

O fornecimento das rações experimentais ocorreu no início da 25ª semana de idade das poedeiras, as quais foram submetidas aos tratamentos por 4 períodos de 21 dias cada, quando completaram 37 semanas de idade.

Nas Tabelas 1 e 2 do Capítulo II estão apresentadas a composição química e em aminoácidos digestíveis dos alimentos utilizados.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja e farelo de glúten, suplementadas com minerais e vitaminas, isotônicas (16,2%PB) e isocalóricas (2900 kcal EM), e suplementadas com Lis para obter os níveis de aminoácidos digestíveis de 0,683; 0,751; 0,819; 0,887 e 0,955%, respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 (Tabelas 1, 2 e 3), de acordo com as recomendações do NRC (1994). Não foi utilizada a suplementação de colina nas rações experimentais e na ração controle para não interferir nos efeitos da metionina.

TABELA 1. Composição das rações experimentais balanceadas para aminoácidos digestíveis e suplementadas com lisina, na matéria natural, segundo as recomendações do NRC (1994).

Ingredientes	Ração experimental ¹				
	0,683	0,751	0,819	0,887	0,955
Milho	62,91	62,91	62,91	62,91	62,91
Farelo de Soja	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60
Farelo de Glúten, 60%	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76
Óleo de soja	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
L – Lisina HCl, 99%	0	0,086	0,172	0,258	0,344
DL – Metionina, 98%	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Calcário calcítico	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20
Fosfato bicálcico	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Caulim	0,500	0,414	0,328	0,242	0,156
Suplemento vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460
TOTAL (kg)	100	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína bruta (%) ⁴	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
Metionina digestível (%)	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
Met+Cis digestível (%)	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578
Lisina digestível (%)	0,683	0,751	0,819	0,887	0,955
Treonina digestível (%)	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767
Ácido linoleico (%)	2,605	2,605	2,605	2,605	2,605
Cálcio (%)	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,317	0,317	0,317	0,317	0,317
Potássio (%)	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557

¹ Ração formulada para um consumo de 90g/ave/dia de acordo com as recomendações do NRC (1994).

² Composição do suplemento vitamínico por kg de ração: Vitamina A: 8.000 UI; Vitamina D3: 2.000 UI; Vitamina E: 15 UI; Vitamina K₃: 2 mg; Vitamina B₂: 4 mg; Vitamina B₆: 1 mg; Vitamina B₁₂: 10 µg; niacina: 19,9 mg; Ácido Pantotênico: 5,350 mg; Ácido Fólico: 0,200 mg; Selênio: 0,250 mg; Antioxidante: 100 mg.

³ Composição do suplemento mineral por kg de ração: manganês: 75 mg; zinco: 70 mg; ferro: 50 mg; cobre: 8 mg; iodo: 1,5 mg; cobalto: 0,200 mg e vácuo q.s.p.: 1g.

⁴ Valor de PB calculado sem a contribuição dos aminoácidos sintéticos.

TABELA 2. Composição calculada em aminoácidos digestíveis e totais presentes nas rações experimentais suplementadas com lisina.

Aminoácido	Ração experimental ¹				
	0,683	0,751	0,819	0,887	0,955
Lisina digestível (%)	0,683	0,751	0,819	0,887	0,955
Lisina total (%)	0,749	0,817	0,885	0,953	1,021
Relação Met+Cis/Lis (total)	0,848	0,777	0,717	0,666	0,622
Relação Met+Cis/Lis (digestível)	0,846	0,770	0,706	0,652	0,605

¹ Ração formulada para um consumo de 90g/ave/dia.

TABELA 3. Composição calculada em aminoácidos (AA) digestíveis e totais presentes nas rações experimentais suplementadas com Lisina.

Aminoácido	AA digestíveis (%)	AA totais (%)
Metionina + Cistina (%)	0,578	0,635
Metionina (%)	0,335	0,356
Treonina (%)	0,547	0,626
Isoleucina (%)	0,625	0,685
Valina (%)	0,692	0,775
Histidina (%)	0,413	0,440
Fenilalanina (%)	0,775	0,841
Fenilalanina + tirosina (%)	1,329	1,432
Leucina (%)	1,556	1,657
Triptofano (%)	0,161	0,180
Arginina (%)	0,938	0,985

A ração controle foi formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), suplementada com metionina, lisina e triptofano sintéticos para obter a relação dos aminoácidos com a lisina próxima à exigida por estes autores, obtendo-se, então, 0,847% de Lis digestível, 2900 kcal/kg EM e 17,81% de PB (Tabelas 4 e 5).

TABELA 4. Composição da ração controle, formulada na matéria natural, segundo as recomendações de Rostagno et al. (2005)¹

INGREDIENTE	kg
Milho	59,653
Farelo de Soja	21,90
Farelo de Glúten	4,90
Óleo de soja	2,36
L – Lisina HCl, 99%	0,150
L- Triptofano, 98%	0,024
DL – Metionina, 98%	0,223
Calcário calcí tico	8,21
Fosfato bicálcico	1,92
Suplemento vitamínico ²	0,100
Suplemento mineral ³	0,100
Sal comum	0,460
TOTAL	100,00
COMPOSIÇÃO CALCULADA	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2900
Proté na bruta (%) ⁴	17,81
Metionina digestí vel (%)	0,507
Metionina+cistina digestí vel (%)	0,771
Lisina digestí vel (%)	0,847
Ácido linoléico (%)	2,597
Cálcio (%)	3,7
Fósforo disponí vel (%)	0,45
Sódio (%)	0,20
Cloro (%)	0,317
Potássio (%)	0,574

¹ Ração formulada para um consumo de 90g/ave/dia segundo recomendações de Rostagno et al. (2005).

² Composição do suplemento vitamínico por kg de ração: Vitamina A: 8.000 UI; Vitamina D3: 2.000 UI; Vitamina E: 15 UI; Vitamina K₃: 2 mg; Vitamina B₂: 4 mg; Vitamina B₆: 1 mg; Vitamina B₁₂: 10 µg; niacina: 19,9 mg; Ácido Pantoté nico: 5,350 mg; Ácido Fó lico: 0,200 mg; Se&E nio: 0,250 mg; Antioxidante: 100 mg/vé culo q.s.p.: 1g.

³ Composição do suplemento mineral por kg de ração: manganê s: 75 mg; zinco: 70 mg; ferro: 50 mg; cobre: 8 mg; iodo: 1,5 mg; cobalto: 0,200 mg e vé culo q.s.p.: 1g.

⁴ Valor de PB calculado sem a contribuição dos aminoácidos sinté ticos.

TABELA 5. Composição calculada em aminoácidos (AA) totais, digestíveis e relação dos aminoácidos/Lis da ração controle formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

Aminoácidos	AA totais (%)	AA digestíveis (%)	Relação aa/Lis
Metionina (%)	0,530	0,507	0,597
Metionina+cistina (%)	0,834	0,771	0,910
Lisina (%)	0,917	0,847	1,000
Treonina (%)	0,684	0,600	0,708
Isoleucina (%)	0,758	0,693	0,818
Valina (%)	0,851	0,763	0,901
Histidina (%)	0,475	0,446	0,526
Fenilalanina (%)	0,942	0,871	1,03
Fenilalanina + tirosina (%)	1,615	1,507	1,78
Leucina (%)	1,894	1,785	2,11
Triptofano (%)	0,216	0,195	0,23
Arginina (%)	1,058	1,008	1,19

As análises dos teores de PB dos ingredientes básicos da ração (milho, farelo de soja e farelo de glúten) e das rações experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFLA pelo método Kjeldahl, conforme metodologia AOAC (1990). Os teores de EM e demais nutrientes foram os descritos por Rostagno et al. (2005).

Ao final de cada período experimental, as variáveis consumo de ração, conversão alimentar, peso de ovos, produção de ovos, massa de ovos, ovos viáveis, unidade Haugh, porcentagem de casca, albúmen e gema, matéria seca e proteína do albúmen e gema e extrato etéreo da gema foram analisados considerando os períodos. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida com tratamento adicional, descrito pelo seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_j + e_{(j)i} + P_j + (DP)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : valores observados das aves no período j, quando foram submetidas ao nível i de Lis digestível na repetição k.

μ : média geral do experimento;

D_j : efeito do nível i de Lis digestível, sendo i= 1, 2, 3, 4, 5 e 6;

$e_{(j)i}$: erro experimental associado a cada observação da parcela que, por hipótese, tem distribuição normal de média zero e variância σ_a^2 , sendo as repetições k = 1, 2, 3, 4 e 5;

P_j : efeito do período j, sendo j = 1, 2, 3 e 4.

$(DP)_{ij}$: efeito da interação do nível i de Lis digestível e do período j;

e_{ijk} : erro experimental associado a cada observação da subparcela que, por hipótese, tem distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o software Sistema de análises de variância para dados balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000), procedendo-se às análises de regressão (linear, quadrática ou cúbica) para níveis de Lis, ao teste de Dunnett a 5% de probabilidade para comparar cada nível de suplementação de Lis com o tratamento controle e ao teste de Tukey para as avaliações de períodos.

2.4 Avaliação do desempenho e de outras características das aves durante os períodos experimentais

Os dados de desempenho, qualidade dos ovos e variáveis relativas ao rendimento no processamento foram avaliadas conforme descrição no Material e Métodos do Capítulo II.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desempenho

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre os níveis de Lis digestível na ração e os períodos experimentais sobre o peso médio dos ovos. Analisando os períodos dentro do tratamento controle, observa-se um aumento do peso dos ovos com o avanço da idade das aves (Tabela 6). Analisando os níveis de Lis dentro dos períodos, houve diferença significativa ($P < 0,05$) somente do tratamento controle se comparado aos demais tratamentos; o tratamento controle proporcionou maior peso dos ovos devido ao maior conteúdo de Met+Cis se comparado aos demais tratamentos.

TABELA 6. Peso médio dos ovos (g) de acordo com os períodos experimentais e níveis de lisina digestível na ração.

Período	Controle		Níveis de Lis digestível (%)				Média
	0,847 ¹	0,683 ¹	0,751 ¹	0,819 ¹	0,887 ¹	0,955 ¹	
I (25-28 sem)	54,76 c	52,08 b	52,14 c	52,90 b	51,74 b	51,51 b	52,52
II (29-31 sem)	56,51 b	52,57 b	52,47 bc	52,78 b	52,03 b	51,79 b	53,02
III (32-34 sem)	57,57 b	54,56 a	53,48 ab	54,88 a	52,68 b	53,83 a	54,50
IV (35-37 sem)	59,32 a	55,38 a	54,18 a	55,10 a	54,60 a	54,78 a	55,56
Média	57,04	53,65	53,07	53,92	52,76	52,99	

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$)

Os tratamentos com suplementação nos níveis de Lis não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$) sobre o peso dos ovos, estando os resultados de acordo com Liu et al. (2005), Filho et al. (2004b), Novak et al. (2004) e Prochaska et al. (1996), que também não observaram efeito em rações com níveis adequados em aminoácidos sulfurados.

Resultados contrários foram observados por Sá et al. (2004), segundo os quais o fornecimento de níveis de Lis digestível na ração variando de 0,584 a 0,784% proporcionou aumento linear no peso dos ovos.

Goulart et al. (2002) também encontraram melhor peso dos ovos em poedeiras Lohmann LSL consumindo ração com 0,827% de Lis total e nível de 14,4% PB.

Aves Hisex recebendo, no período de 19 a 40 semanas de idade, ração com níveis de Lis variando de 500 a 1000 mg/kg, apresentaram aumento linear no peso dos ovos (Scheideler et al., 1996), sendo o mesmo resultado observado em aves consumindo de 539 a 847 mg de Lis digestível/dia com níveis constantes de 0,60 e 0,72% de Met+Cis digestível e total, respectivamente (Schutte & Smink, 1998). Fornecendo rações com níveis de Lis total de 0,71; 1,38 e 2,04%, Prochaska & Carey (1993) observaram melhor peso dos ovos em aves consumindo maiores níveis de Lis.

Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre níveis de Lis digestíveis na ração e períodos experimentais sobre a conversão alimentar (Tabela 7). Comparando o tratamento controle com os demais tratamentos dentro dos períodos I, II e IV, observa-se que o tratamento controle proporcionou uma melhor conversão alimentar. Dentro do período III, somente a conversão alimentar no nível de 0,683% de Lis digestível foi pior, não diferindo os demais tratamentos do controle.

TABELA 7. Conversão alimentar (g/g) de acordo com os períodos experimentais e níveis de lisina digestível na ração.

Período	Controle		Níveis de Lis digestível (%)				Média ¹
	0,847 ¹	0,683 ¹	0,751 ¹	0,819 ¹	0,887 ¹	0,955 ¹	
I (25-28 sem)	1,76 b	1,92 b	1,88 b	1,87 b	1,86 b	1,87 c	1,86
II (29-31 sem)	1,83 ab	2,10 a	2,13 a	2,11 a	2,10 a	2,16 a	2,07
III (32-34 sem)	1,95 a	2,10 a	2,06*a	2,02*a	2,07*a	2,02*b	2,04
IV (35-37 sem)	1,85 ab	2,13 a	2,15 a	2,13 a	2,05 a	2,15 a	2,08
Média	1,85	2,06	2,05	2,03	2,02	2,05	

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade.
¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01)

Não houve efeito ($p>0,05$) dos níveis crescentes de Lis digestível na ração formulada de acordo com o NRC (1994) sobre a conversão alimentar em aves, estando os resultados de acordo com Filho et al. (2004a) e Novak et al. (2004).

Resultados contraditórios foram encontrados por Liu et al. (2005), que observaram melhores valores de conversão alimentar em aves recebendo níveis mais altos de Lis em ração com 13,6% PB. Já Penz & Jensen (1991) não observaram efeito dos níveis de 0,65%, 0,68% e 0,783% de Lis total em ração com 13% de PB sobre a conversão alimentar.

Melhor conversão alimentar foi obtida em aves consumindo 859 mg/dia de Lis digestível (Sá et al., 2004) e 0,812% de Lis total em ração com 14,4% PB (Goulart et al., 2002).

Penz & Jensen (1991) encontraram piores índices de conversão alimentar em aves recebendo ração com 13% de PB suplementadas com Lis, se comparados aos da ração com 16% de PB e 0,86% de Lis total.

Analisando os períodos experimentais dentro dos níveis de Lis digestível na ração, observa-se uma melhor conversão alimentar no período I, ocorrendo uma piora nos demais períodos devido à queda na produção de ovos.

Os dados de produção de ovos, consumo de ração, ganho de peso e massa de ovos e ovos viáveis de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de Lis digestível no período de 25 a 37 semanas de idade estão apresentados na Tabela 8. Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre níveis de Lis digestível e períodos experimentais, em nenhuma destas características avaliadas.

TABELA 8. Produção de ovos (PO), consumo de ração (CR), massa de ovos (MO) e ovos viáveis (OV) de acordo com os níveis de lisina (Lis) digestível no período de 25 a 37 semanas de idade.

Característica	Controle	Níveis de Lis digestível (%)					CV (%)
	0,847	0,683	0,751	0,819	0,887	0,955	
PO (%/ave/dia) ¹	93,27	86,43	86,90	87,98	87,70	85,64	3,37
CR (g/ave/dia) ²	97,95	95,25*	94,35*	96,25*	92,90	92,30	6,04
GP (g) ¹	123,5	63,7	65,7	65,8	64,6	64,6	13,69
MO (g/ave/dia) ¹	53,18	46,34	46,12	47,44	46,29	45,35	5,85
OV (%) ¹	92,30	85,72	85,99	87,15	86,92	85,01	3,52

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Efeito significativo dos níveis de Lis digestível ($P<0,01$).

² Efeito significativo dos níveis de Lis digestível ($P<0,05$).

Houve efeito significativo ($p<0,01$) dos níveis de Lis digestível utilizados sobre a produção de ovos/ave/dia, observando-se a diferença somente entre o tratamento controle e os demais tratamentos; o tratamento controle proporcionou uma melhor produção de ovos sendo de 7,88% (Tabela 8).

Este resultado se justifica pelo nível de Met+Cis digestível na ração, formulada de acordo com o NRC (1994), encontrar-se abaixo das exigências das poedeiras modernas, de acordo com os resultados obtidos no capítulo II (nível

ótimo de 752 mg Met+Cis digestível/ave/dia), sendo que o aumento na exigência em Lis digestível para um melhor desempenho é dependente do aumento nos níveis dos demais aminoácidos (Yamamoto & Ishibashi, 1997), mostrando haver realmente relação entre os demais aminoácidos essenciais e a lisina.

Filho et al. (2004a), Novak et al. (2004), Penz & Jensen (1991), Prochaska & Carey (1993) e Schutte & Smink (1998) não encontraram diferenças na produção de ovos de aves recebendo ração com diferentes níveis de Lis.

Liu et al. (2005) observaram efeito benéfico da adição de Lis suplementar para atender aos níveis de 0,63; 0,66; 0,69 e 0,71% de Lis em rações com 13,6% de PB (mantendo-se a relação de Met+Cis/Lis em 0,75) para produção de ovos, indicando que a qualidade de rações com baixa proteína pode ser melhorada com a adição de Lis.

Suplementando rações com 15% PB para atingir os níveis de 0,584 a 0,784% de Lis digestível, Sá et al. (2004) observaram efeito quadrático dos níveis sobre a produção de ovos, com melhor produção em aves consumindo 861 mg de Lis digestível/dia. Goulart et al. (2002) também encontraram um nível ótimo para produção de ovos em poedeiras Lohmann LSL próximo ao valor de Sá et al. (2004), sendo de 0,836% de Lis total em ração com 14,4% PB.

Novak & Scheideler (1998) encontraram menor produção de ovos em aves recebendo altos níveis de Lis (1100mg/ave/dia) e baixos níveis de Met+Cis (600mg/ave/dia).

Melhor produção de ovos foi observada em poedeiras Hy Line W-36 consumindo 1062 mg de Lis/dia no período de 23 a 38 semanas de idade, segundo Prochaska et al. (1996). A porcentagem de produção de ovos/ave/dia encontrada por estes autores foi muito baixa (78,2%) e o consumo de Met+Cis total, inferior (554mg/ave/dia) aos valores médios encontrados para produção

(86,9%) e consumo de Met+Cis total/ave/dia (598 mg) em aves alimentadas com ração formulada de acordo com o NRC (1994).

Poedeiras da linhagem Hisex recebendo, no período de 19 a 40 semanas de idade, ração com níveis de Lis variando de 500 a 1000 mg/kg, apresentaram aumento linear na produção (Scheideler et al., 1996).

Suplementando rações com 10% de PB com Met e Lis, Summer et al. (1991) observaram aumento na produção de ovos, encontrando valores inferiores aos de aves recebendo 17% de PB.

De acordo com os resultados, o aumento nos níveis de Lis digestível em rações com baixo nível de Met+Cis não proporciona melhora na produção de ovos devido à Met ser o primeiro limitante em rações de poedeiras.

Os períodos experimentais apresentaram efeito sobre a produção de ovos ($P<0,01$); o período I mostrou-se superior, não havendo diferença de produção entre os períodos II, III e IV (Tabela 9), resultado esperado, visto que ocorre uma ligeira diminuição na produção de ovos com o avanço da idade das aves.

TABELA 9. Produção de ovos (PO), consumo de ração (CR), massa de ovos (MO) e ovos viáveis (OV) em função dos períodos experimentais.

Período	PO (%/ave/dia) ¹	CR (g/ave/dia) ¹	MO (g/ave/dia) ¹	OV (%) ¹
I (25-28 sem)	90,99 a	88,47 d	47,81 a	90,29 a
II (29-31 sem)	86,59 b	97,57 c	45,98 b	85,73 b
III (32-34 sem)	88,07 b	97,30 b	48,00 a	87,21 b
IV (35-37 sem)	86,30 b	99,00 a	48,01 a	85,50 b
CV2 (%)	3,49	2,06	3,73	3,73

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,01$)

O consumo de ração apresentou efeito significativo ($P<0,05$) para os níveis de Lis digestível utilizados nas rações experimentais, apresentando efeito somente na comparação do tratamento controle com os demais tratamentos

(Tabela 8). O tratamento controle apresentou valor de consumo estatisticamente semelhante para os níveis de 0,638%, 0,751% e 0,819% de Lis digestíveis na ração, sendo os valores de consumo dos demais níveis inferiores, aproximadamente 5% menores que o controle.

Analisando o consumo de ração, não se observaram diferenças ($P>0,05$) com o aumento nos níveis de Lis digestível.

Este resultado assemelha-se aos de Goulart et al. (2002), Filho et al. (2004), Novak et al. (2004), Penz & Jensen (1991), Prochaska & Carey (1993), Sá et al. (2004) e Schutte & Smink (1998), que também não observaram diferenças no consumo de ração em aves alimentadas com diferentes níveis de Lis em ração, atendendo às exigências em Met+Cis das aves.

Resultados contrários foram observados por Liu et al. (2005), que observaram efeito benéfico da adição de Lis suplementar sobre o consumo em rações com 13,6% de PB (mantendo-se a relação de Met+Cis/Lis em 0,75). Aves Hisex apresentaram menor consumo somente no nível de 500 mg de Lis/kg de ração, segundo Scheideler et al. (1996). Uma diminuição no consumo com a suplementação de Lis foi observada por Prochaska et al. (1996).

O período influenciou significativamente ($P<0,01$) o consumo de ração, ocorrendo aumento no consumo com o avanço da idade das aves em função do aumento da massa de ovos, das exigências de manutenção e do peso corporal (Tabela 9).

Ocorreu efeito ($P<0,01$) dos níveis de Lis na ração sobre o ganho de peso das aves; o tratamento controle apresentou maior ganho se comparado aos demais tratamentos. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) no ganho de peso entre os tratamentos com níveis crescentes de Lis digestível, estando o resultado de acordo com Schutte & Smink (1998), que também não observaram diferenças no ganho de peso em aves consumindo de 539 a 847 mg de Lis digestível/dia. Já Scheideler et al. (1996) observaram que aves Hisex

apresentaram aumento linear crescente no peso corporal com o aumento no consumo de Lis.

A massa de ovos produzida por ave/dia apresentou efeito significativo ($P < 0,01$); somente o tratamento controle proporcionou maior produção de massa de ovos/ave/dia (aproximadamente 14,77% superior) se comparado aos demais tratamentos (Tabela 8). Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis crescentes de Lis na ração formuladas de acordo com o NRC (1994) sobre a massa de ovos.

Os resultados encontrados discordam dos de Sá et al. (2004), que observaram efeito quadrático dos níveis de Lis digestível sobre a produção de massa de ovos, com nível ótimo em aves consumindo 893 mg/dia. Também Goulart et al. (2002) encontraram maior produção de massa de ovos no nível de 0,838% de Lis total em ração com 14,4% de PB.

Yamamoto & Ishibashi (1997) observaram efeito dos níveis de 0,61 e 0,67% de Lis digestível na ração sobre a massa de ovos somente quando os níveis dos demais aminoácidos foram 25% acima da recomendação do NRC (1994), o que justifica a ausência de efeito dos níveis crescentes de Lis na ração formulada de acordo com a recomendação do NRC (1994) neste experimento.

Os resultados obtidos para massa de ovos indicaram diferenças significativas ($p < 0,01$) para período (Tabela 9), ocorrendo uma menor produção de massa de ovos somente no período II, não havendo diferença entre os demais períodos. Esse comportamento foi devido à produção de ovos ser baixa no período II, associada ao peso baixo dos ovos.

Analisando os níveis de Lis digestíveis, foi constatada diferença significativa ($P < 0,01$) sobre a porcentagem de ovos viáveis (Tabela 8). Esta diferença ocorreu devido à maior produção de ovos em aves recebendo a ração controle, se comparada à dos demais tratamentos. Os níveis crescentes de Lis digestível nas rações formuladas de acordo com o NRC (1994) não

influenciaram a variável ovos viáveis, visto não terem ocorrido diferenças na produção de ovos.

Verificou-se que a porcentagem de ovos viáveis foi influenciada ($p < 0,01$) pelos períodos. Os resultados estão apresentados na Tabela 9, demonstrando que a porcentagem de ovos viáveis foi maior somente no período I devido à maior produção de ovos, não ocorrendo diferenças nos períodos II, III e IV.

3.2 Rendimento no processamento, qualidade interna e externa dos ovos

Os dados de porcentagem de gema, albúmen, casca e unidade Haugh (UH) de ovos frescos, PB do albúmen e gema e extrato etéreo (EE) na base de matéria seca e sólidos totais no albúmen e gema dos ovos estão apresentados na Tabela 10, não sendo observadas interações significativas ($P > 0,05$) entre níveis de Lis e períodos experimentais em nenhuma das características avaliadas.

TABELA 10. Porcentagens de gema, albúmen e casca, peso específico (PE), unidade Haugh (UH) de ovos frescos, proteína bruta do albúmen (PB Albúmen) e gema (PB Gema) e extrato etéreo da gema (EE) expressos na base de matéria seca, e teor de sólidos totais no albúmen (ST Albúmen) e gema (ST Gema) de acordo com os níveis de lisina (Lis) digestível na ração.

Característica	Controle	Níveis de Lis digestível (%)					CV (%)
	0,847	0,683	0,751	0,819	0,887	0,955	
Gema (%)	24,23	23,99*	24,30*	24,15*	24,18*	23,89*	3,77
Albúmen (%)	66,72	66,58*	66,18*	66,34*	66,48*	66,70*	1,36
Casca (%) ¹	9,04	9,57	9,53	9,49	9,34	9,41	2,80
PE (g/cm ³) ¹	1,088	1,092	1,092	1,092	1,091	1,092	0,18
UH ¹	96,53	99,88	99,98	100,64	100,23	100,28	2,55
PB Albúmen (%)	88,85	88,77*	87,13*	89,45*	87,54*	88,95*	7,78
PB Gema (%) ¹	35,86	37,55	37,59	37,45	37,51	37,63	2,86
EE (%) ¹	59,05	57,26	57,14	57,57	56,87	57,03	1,88
ST Albúmen (%)	12,16	11,99*	11,81*	12,01*	11,88*	11,88*	3,28
ST Gema (%)	50,86	50,54*	50,55*	50,61*	50,31*	50,18*	1,83

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

¹Efeito significativo dos níveis de Lis digestível (P<0,01)

Não houve efeito significativo (P>0,05) dos níveis de Lis digestível na ração sobre a porcentagem de gema em ovos frescos (Tabela 10). Analisando o tratamento controle e os demais tratamentos, observa-se que não houve diferença significativa (P>0,05) para a porcentagem de gema nos ovos. Os níveis crescentes de Lis na ração formulada de acordo com as recomendações do NRC (1994) também não apresentaram efeito (P>0,05) para esta variável. Os resultados encontrados estão de acordo com os de Liu et al. (2005), Filho et al. (2004) e Prochaska & Carey (1993), os quais também não observaram efeito da suplementação de Lis sobre a porcentagem de gema.

Resultados contrários foram obtidos por Novak et al. (2004), que observaram menor porcentagem de gema em aves consumindo 959 mg de

Lis/dia. No entanto, Scheideler et al. (1996) observaram maior porcentagem de gema com o aumento de 500 a 1000 mg/kg na concentração de Lis na ração.

Analisando os períodos experimentais, observa-se que a porcentagem de gema aumenta ($P < 0,01$) com o seu avanço (Tabela 11). Os resultados estão de acordo com Card & Nesheim (1966) e North & Bell (1990), que explicam ser este aumento do peso devido ao incremento no tamanho da gema e na deposição de albúmen no ovo com o aumento da idade das aves.

TABELA 11. Porcentagem de gema, albúmen e casca, peso específico e unidade Haugh (UH) de ovos frescos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina (Lis), de acordo com os períodos experimentais.

Período	Gema (%) ¹	Albúmen (%) ¹	Casca (%) ¹	PE (g/cm ³) ¹	UH ¹
I (25-28 sem)	23,07 d	67,39 a	9,54 a	1,091 b	103,99 a
II (29-31 sem)	24,02 c	66,56 b	9,50 a	1,092 a	102,18 b
III (32-34 sem)	24,42 b	66,26 b	9,31 b	1,091 b	98,33 c
IV (35-37 sem)	24,98 a	65,79 c	9,24 b	1,090 c	93,86 d
CV2 (%)	2,31	1,00	2,17	0,12	2,01

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$)

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de Lis digestível na ração sobre a porcentagem de albúmen em ovos frescos (Tabela 10). O tratamento controle, quando comparado aos demais tratamentos, apresenta valores semelhantes estatisticamente ($P > 0,05$). Analisando os tratamentos com níveis crescentes de Lis digestível na ração, também não se observam diferenças ($P > 0,05$).

Os resultados encontrados estão de acordo com os de Liu et al. (2005), Filho et al. (2004), Novak et al. (2004) e Scheideler et al. (1996), os quais também não observaram efeito da suplementação de Lis sobre a porcentagem de albúmen. Ao contrário, Prochaska & Carey (1993), fornecendo rações com

níveis de Lis total de 0,71; 1,38 e 2,04%, observaram maior porcentagem de albúmen em aves consumindo maiores níveis de Lis.

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo ($P<0,01$), com maior porcentagem de albúmen no período I e menor porcentagem no período IV, relação inversa à observada com a porcentagem de gema (Tabela 11). Este resultado comprova a maior deposição de gema com o avanço da idade das aves, se relacionada à deposição de albúmen.

Houve efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Lis digestível na ração sobre a porcentagem de casca em ovos frescos (Tabela 10). Através da comparação dos tratamentos, observa-se que o tratamento controle apresentou menor porcentagem de casca em relação aos demais tratamentos, sendo este menor valor resultado do maior peso dos ovos. Scheideler et al. (1996) observaram menor porcentagem de casca em ovos de aves que consumiram maior quantidade de Lis e de maior peso.

Analisando a porcentagem de casca entre os tratamentos com níveis crescentes de Lis digestível na ração, não se observou efeito destes sobre esta variável, estando os resultados de acordo com Liu et al. (2005), Novak et al. (2004) e Prochaska & Carey (1993), que também não encontraram diferenças na porcentagem de casca em ovos de aves que receberam suplementação de Lis na ração.

Os períodos experimentais influenciaram a porcentagem de casca ($P<0,01$), ocorrendo uma diminuição nesta porcentagem nos períodos III e IV, demonstrando que a porcentagem de casca diminui com o aumento da idade das aves devido ao aumento no tamanho da gema e na deposição de albúmen (Card & Nesheim, 1966; North & Bell, 1990), não havendo um incremento proporcional na deposição de casca.

A análise da qualidade externa dos ovos foi feita através do peso específico dos ovos; observou-se efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Lis

sobre esta variável e somente o tratamento controle apresentou menor peso em relação aos demais tratamentos (Tabela 10).(observar correção)

Analisando os tratamentos com níveis crescentes de Lis digestível, não se observa efeito dos níveis sobre esta variável ($p>0,05$). Novak et al. (2004), estudando aves consumindo 860 e 959 mg de Lis/dia, também não observaram diferenças nesta variável.

Os períodos experimentais influenciaram esta variável ($P<0,01$), apresentando o período II melhor peso específico; os períodos I e III, valores intermediários; e o período IV, a pior qualidade de casca em relação ao menor peso específico encontrado (Tabela 11). Estes resultados demonstram claramente que a qualidade da casca do ovo é influenciada pela idade das aves, fato comumente verificado em outras pesquisas.

Avaliando a qualidade interna dos ovos frescos através da unidade Haugh (UH), observa-se efeito significativo ($P<0,01$) somente na comparação do tratamento controle com os demais tratamentos; o tratamento controle apresentou valor inferior aos encontrados nos demais (Tabela 10). Este pior valor está associado ao maior tamanho dos ovos, visto que esta raça possuía níveis maiores de Met+Cis e de outros aminoácidos se comparada às dos demais tratamentos.

Não houve efeito dos níveis crescentes de Lis nos demais tratamentos sobre a UH, estando os resultados de acordo com Filho et al. (2004), Novak et al. (2004) e Sá et al. (2004), que também não encontraram diferenças nos valores de unidade Haugh dos ovos de aves consumindo diferentes quantidades de Lis/ave/dia.

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo ($P<0,01$) sobre a unidade Haugh de ovos frescos, para a qual houve uma redução nos valores no decorrer do experimento (Tabela 11), confirmando que a qualidade

interna piora com o avanço da idade das aves devido à pior qualidade de casca, em função da redução da eficiência da poedeira.

Analisando as variáveis relacionadas ao rendimento no processamento, observou-se que não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de Lis digestível na ração sobre a porcentagem de PB no albúmen, apresentando também, o tratamento controle, valor semelhante aos demais tratamentos (Tabela 10), estando os resultados de acordo com Novak et al. (2004). Ao contrário, Prochaska & Carey (1993) e Prochaska et al. (1996) observaram maior porcentagem de PB no albúmen em aves consumindo 1062mg de Lis/dia.

Os períodos experimentais não apresentaram efeito significativo ($p>0,05$) sobre a porcentagem de PB no albúmen (Tabela 12), confirmando a incapacidade das aves em aumentar a deposição de proteína no albúmen com o avanço da idade.

TABELA 12. Porcentagens de proteína bruta (PB) e sólidos totais na gema (ST Gema) e albúmen (ST Albúmen) e extrato etéreo da gema de ovos frescos de acordo com os níveis de lisina (Lis) digestível.

Período	PB Gema (%) ¹	ST Gema (%) ²	PB Albúmen (%)	ST Albúmen (%) ²	EE (%) ²
I (25-28 sem)	37,00 ab	51,26 a	88,91	12,30 a	58,57 a
II (29-31 sem)	37,50 ab	50,56 b	87,36	12,08 b	58,87 a
III (32-34 sem)	37,75 a	49,98 c	89,11	12,00 b	55,88 b
IV (35-37 sem)	36,82 b	50,24 bc	88,42	11,44 c	56,63 b
CV2 (%)	3,48	1,51	6,99	2,06	2,02

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

²Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,01$).

Houve efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Lis digestível na ração sobre o teor de PB na gema; o tratamento controle apresentou menor valor em

relação aos demais tratamentos (Tabela 10). Este comportamento pode ser devido ao menor conteúdo de Met+Cis digestível nas rações formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1994), tendo em vista os resultados encontrados no capítulo anterior, em que rações suplementadas com Met apresentam menor porcentagem de PB e maior teor de extrato etéreo na gema.

Novak et al. (2004) e Prochaska & Carey (1993) não observaram diferenças no teor de PB da gema.

Em outro trabalho, Prochaska et al. (1996) observaram maior teor de PB na gema (na base de matéria natural) em aves consumindo 1165 mg de Lis/dia.

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo ($P<0,05$) para o teor de PB na gema; observa-se um menor valor no período IV em relação aos demais (Tabela 12).

Houve efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Lis utilizados nas rações sobre o teor de extrato etéreo na gema, apresentando o tratamento controle maiores valores se comparado aos demais tratamentos (Tabela 10). Este maior valor de extrato etéreo no controle tem relação direta com o teor de PB na gema, para o qual tratamento controle apresentou menores valores. Resultado inverso foi encontrado para os tratamentos com suplementação de Lis.

Analisando o efeito dos períodos experimentais, pode-se observar que o teor de extrato etéreo na matéria seca da gema foi maior nos períodos I e II, permanecendo mais baixo nos períodos III e IV (Tabela 12).

As variáveis teores de sólidos totais na gema e no albúmen, que são de grande importância no processamento de ovos, não sofreram influência dos níveis de Lis fornecidos na ração ($P>0,05$), apresentando o tratamento controle valores estatisticamente iguais aos dos demais tratamentos utilizados (Tabela 10). Liu et al. (2005) e Novak et al. (2004) também não encontraram efeito da suplementação de Lis sobre o teor de sólidos na gema e no albúmen, apresentando efeito somente do nível de PB na ração; o nível mais alto

apresentou maior teor de sólidos totais na gema. Filho et al. (2004) e Prochaska & Carey (1993) também não encontraram efeito dos níveis de Lis sobre o teor de sólidos totais na gema e albúmen. Rombola et al. (2004) observaram maior porcentagem de sólidos na gema de aves recebendo 0,85% de Lis na ração, se comparado ao nível de 1,00%. Prochaska et al. (1996) observaram maior teor de sólidos no albúmen de aves consumindo 1062 mg de Lis/dia, sem ocorrer efeito sobre sólidos totais da gema.

Para os períodos experimentais, verificaram-se diferenças nos teores de sólidos totais da gema e albúmen ($P < 0,01$), apresentando diminuição nos teores com o aumento da idade das aves (Tabela 12).

Os dados de porcentagem de gema, albúmen e casca de ovos armazenados em temperatura ambiente por 7 dias estão apresentados na Tabela 13, não apresentando, tais variáveis, interação significativa ($P > 0,05$) entre níveis de Lis e períodos experimentais.

TABELA 13. Porcentagens de gema, albúmen e casca de ovos armazenados por 7 dias de acordo com os níveis de lisina (Lis) digestível.

Característica	Controle	Níveis de Lis digestível (%)					CV (%)
	0,847	0,683	0,751	0,819	0,887	0,955	
Gema (%)	25,43	25,14*	25,13*	25,55*	25,09*	25,09*	3,08
Albúmen (%)	65,30	65,20*	65,15*	64,84*	65,30*	65,22*	1,45
Casca (%) ¹	9,27	9,68	9,72	9,61	9,62	9,69	3,88

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade.

¹Efeito significativo dos níveis de Lis digestível ($P < 0,01$)

Como observado para os ovos frescos, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de Lis digestível na ração sobre a porcentagem de gema e albúmen de ovos armazenados (Tabela 13). Analisando cada tratamento com o tratamento controle, também não se observa diferença significativa ($P > 0,05$). Os valores de porcentagem de casca de ovos armazenados também apresentaram

comportamento semelhante aos encontrados com ovos frescos; o tratamento controle apresentou menor valor se comparado aos demais tratamentos ($P < 0,01$). É importante frisar que os valores absolutos da porcentagem de gema dos ovos armazenados foram maiores se comparados aos valores de ovos frescos. Esta diferença se deve à perda de umidade do albúmen que apresentou menores valores nos ovos armazenados, se comparado aos de ovos frescos, ocorrendo, conseqüentemente, aumento nos valores de porcentagem de gema e casca dos ovos armazenados.

Com a progressão dos períodos experimentais, observa-se também o aumento ($P < 0,01$) na porcentagem de gema e a diminuição na porcentagem de albúmen e casca (Tabela 14), comportamento semelhante ao observado com ovos frescos.

TABELA 14. Porcentagem de gema, albúmen e casca de ovos armazenados em temperatura ambiente por 7 dias.

Período	Gema (%) ¹	Albúmen (%) ¹	Casca (%) ¹
I (25-28 sem)	24,35 d	65,95 a	9,78 a
II (29-31 sem)	24,83 c	65,39 b	9,70 a
III (32-34 sem)	25,55 b	64,98 c	9,47 b
IV (35-37 sem)	26,22 a	64,35 d	9,45 b
CV2 (%)	2,33	0,92	2,59

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,01$)

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre os níveis de Lis digestível na ração e os períodos experimentais para a variável unidade Haugh de ovos armazenados por 7 dias; observa-se, dentro de cada tratamento, uma diminuição nos valores à medida que as aves se tornam mais velhas (Tabela 15).

TABELA 15. Unidade Haugh dos ovos armazenados em temperatura ambiente por 7 dias de acordo com os períodos experimentais e níveis de lisina digestível na ração.

Período	Níveis de Lis digestível (%)						Média
	Controle	0,847 ¹	0,683 ¹	0,751 ¹	0,819 ¹	0,887 ¹	
I (25-28 sem)	81,71 a	84,47*a	81,60*a	80,06*a	82,39*a	83,87*a	82,35
II (29-31 sem)²	73,97 b	80,63 ab	80,16 a	80,62 a	80,15 a	79,47 b	79,17
III (32-34 sem)²	70,95 b	77,18 bc	75,62 b	75,16 b	75,32 b	73,17*c	74,57
IV (35-37 sem)²	65,68 c	74,62 c	72,49 b	71,53 b	73,69 b	71,58 c	71,60
Média	73,08	79,23	77,47	76,84	77,89	77,02	

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade.
¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01)
²Efeito significativo (P<0,05)

Analisando os tratamentos dentro dos períodos experimentais, observa-se que dentro do período I os valores de UH não diferiram (P>0,05) do tratamento controle. Nos demais períodos, o tratamento controle apresentou pior valor de UH se comparado aos demais tratamentos. Dentro do período III, o valor de UH no nível de 0,955% de Lis digestível na ração teve valor semelhante de UH em relação ao tratamento controle. Os valores de UH dos ovos armazenados mantiveram um comportamento semelhante aos valores com ovos frescos, sendo o pior valor obtido de ovos provenientes do tratamento controle devido ao maior peso dos mesmos, pois existe uma correlação negativa entre tamanho de ovos e qualidade interna dos mesmos (UH).

Os valores de UH nos tratamentos com níveis crescentes de Lis também não apresentaram efeito significativo (P>0,05).

4 CONCLUSÃO

Os níveis de Lis digestível não influenciaram o desempenho, a qualidade interna e o rendimento no processamento de ovos em aves recebendo rações formuladas de acordo com a recomendação do NRC (1994). Em função do nível baixo de Met+Cis (NRC, 1994), não foi possível indicar um nível de lisina adequado.

As rações formuladas com as recomendações de Rostagno et al. (2005) proporcionaram melhor desempenho e maior rendimento no processamento de ovos de poedeiras leves no pico de produção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, D. U.; KIM, S. M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 914-919, June 1997

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília: MA, 1992. 88 p.

CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry production**. 10. ed. Philadelphia: Lea e Febiger, 1966. 400 p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. – pacote computacional).

FILHO, R. M.; SANTOS, G. P.; STRINGHINI, J. H.; NASCIMENTO, A. H.; SILVA, T. R.; SOARES, S. F. Características internas de ovos de poedeiras comerciais – Lohmann alimentadas com níveis crescentes de lisina digestível. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p. 104, 2004a. Suplemento 6.

FILHO, R. M.; STRINGHINI, J. H.; NASCIMENTO, A. H.; LEANDRO, N. S. M.; SILVA, T. R.; SANTOS, G. P. Influência dos níveis de lisina sobre o desempenho de poedeiras comerciais Hy-Line W36. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, 2004. Supl. 6, p. 103.

GOULART, C. C.; VALÉRIO, S. R.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A. Efeito dos níveis de lisina na performance de poedeiras comerciais leves e semi-pesadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2002. p. 62-64.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 591 p.

LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0,75. **Journal Applied of Poultry Research**, Savoy, v. 14, n. 2, p. 174-182, 2005.

MORRIS, T. R.; GOUS, R. M. Partitioning of the response to protein between egg number and egg weight. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 29, n. 1, p. 93-99, Mar. 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of poultry**. 9. ed. Washington, D. C: National Academy Press, 1994. 155 p.

NORTH, M. O.; BELL, D. D. **Commercial chicken production manual**. 4. ed. New York: Chapman & Hall, 1990. 913 p.

NOVAK, C.; SCHEIDELER, S. The combined effects of lysine and TSAA in two strains of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 8, p. 102, Aug. 1998. Supplement, 1.

NOVAK, 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**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 977-984, June 2004.

PENZ, 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**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 2460-2466, Dec. 1991.

PROCHASKA, J. F.; CAREY, J. B. Influence of dietary lysine on egg production and liquid egg composition. **Poultry Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 186, Oct. 1993. Supplement 1. (Abstract).

PROCHASKA, J. F.; CAREY, J. B.; SHAFER, D. J. The effect of L-Lysine intake on egg composition in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 10, p. 1268-1277, Oct. 1996.

ROMBOLA, L. G.; RIZZO, M. F.; FARIA, D. E.; DEPONTI, B. J.; SILVA, F. H. A. ARA ÚJO, L. F. Alimentação de poedeiras com diferentes níveis de proteína e lisina: 1. Desempenho e qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, p. 23, 2004. Suplemento. 6.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV, 2005. 186 p.

SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; D'AGOSTINI, P.; NASCIF, C. C. C.; CAMPOS, A. M. A. Exigência de lisina para poedeiras leves no período de 34 a 50 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1CD-ROOM

SCHEIDELER, S. E.; NOVAK, C.; SELL, J. L.; DOUGLAS, J. Hisex White Leghorn lysine requirement for optimum body weight and egg production during early lay. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p. 86, 1996. Supplement 1, (Abstr).

SCHUTTE, J. B.; SMINK, W. Requirement of the laying hen for apparent fecal digestible lysine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 5, p. 697-701, May 1998.

SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of supplemental lysine, isoleucine, treonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy Line W36 hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 7, p. 1038-1044, July 2002.

SUMMERS, J. D.; ATKINSON, J. L.; SPRATT, D. Supplementation of a low protein diet in an attempt to optimize egg mass output. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 71, n. 1, p. 211-220, Mar. 1991.

VALÉRIO, S. R.; GOULART, C. C.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; KIL, J. L. Níveis de suplementação de treonina para poedeiras comerciais leves e semi-pesadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2002. p. 68-70.

YAMAMOTO, A.; ISHIBASHI, T. Lysine requirements of laying hen in a practical farm. **Animal Science Technology**, Tokyo, v. 68, n. 8, p. 735-740, Aug. 1997.

Disponível em: <[http://www.food-allergens.de/symposium-vol1\(1\)/data/egg-white/egg-composition.htm](http://www.food-allergens.de/symposium-vol1(1)/data/egg-white/egg-composition.htm)>. Acesso em: 2005.

Disponível em: <[http://www.food-allergens.de/symposium-vol1\(2\)/data/birds/birds-composition.htm](http://www.food-allergens.de/symposium-vol1(2)/data/birds/birds-composition.htm)>. Acesso em: 2005.

CAPÍTULO IV

NÍVEIS DE TREONINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES EM PICO DE PRODUÇÃO

RESUMO

GERALDO, Adriano. **Níveis de treonina digestível em dietas para poedeiras comerciais leves em pico de produção.** 2006. p. 120-151. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Realizou-se um experimento com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis nutricionais de treonina (Tre) digestível sobre o desempenho, qualidade interna e externa e rendimento no processamento de ovos de poedeiras leves no pico de produção. Utilizaram-se 360 poedeiras da linhagem Hy Line - W36, as quais receberam, no período de 25 a 37 semanas de idade, cinco dietas experimentais, formuladas de acordo com o NRC (1994), com níveis de 0,547; 0,602; 0,657; 0,712 e 0,767 % de Tre digestível (isocalóricas, isofosfóricas e isocálcicas), e uma dieta controle, formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), com níveis de Tre digestível de 0,600%. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 aves por unidade experimental, e 4 períodos de avaliação com 21 dias cada. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de Tre digestível sobre a produção de ovos, peso dos ovos, consumo de ração, ganho de peso, massa de ovos, conversão alimentar, ovos viáveis e sólidos totais na gema. Comparando o tratamento controle com os demais tratamentos, observa-se que as rações formuladas de acordo com a recomendação do NRC (1994) apresentaram valores inferiores ($P<0,05$) ao tratamento controle para as variáveis produção de ovos, peso dos ovos, consumo de ração, ganho de peso, massa de ovos e ovos viáveis e pior conversão alimentar. Houve efeito dos períodos ($P<0,01$) experimentais sobre a produção, peso dos ovos, consumo, conversão alimentar, massa de ovos e ovos viáveis. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de Tre e do tratamento controle sobre porcentagens de gema, albúmen, PB do albúmen e sólidos totais

¹ Comitê de orientação: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (orientador), Édison José Fassani – UNIFENAS, Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

na gema. Para porcentagem de casca, unidade Haugh e PB na gema, o tratamento controle apresentou valores inferiores ($P < 0,05$) aos demais níveis utilizados. Para extrato etéreo na gema, o tratamento controle apresentou valor superior aos demais tratamentos ($P < 0,05$). O tratamento controle apresentou valor semelhante de sólidos totais no albúmen em aves recebendo ração com níveis de 0,547, 0,602 e 0,767% de Tre. Houve efeito significativo ($P < 0,01$) dos períodos experimentais sobre a porcentagem de gema, albúmen, casca, unidade Haugh, PB e teor de sólidos totais na gema e albúmen e extrato etéreo. Em ovos armazenados por 7 dias não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de Tre sobre a porcentagem de gema e albúmen, ocorrendo efeito sobre a porcentagem de casca e unidade Haugh, para as quais o tratamento controle apresentou menores valores. Para peso específico de ovos frescos, o tratamento controle apresentou menor valor ($P < 0,05$) se comparado aos demais níveis. Os níveis de Tre digestível em rações formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1994) não influenciaram o desempenho, a qualidade interna e externa e o rendimento no processamento de ovos, proporcionando pior desempenho e rendimento no processamento de ovos devido ao baixo teor de Met+Cis digestível nestas. Aves recebendo ração formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005) obtiveram melhor desempenho e rendimento de ovos para processamento.

ABSTRACT

GERALDO, ADRIANO. **Levels of digestible threonine in diets for light commercial layers at peak production.** LAVRAS:UFLA, 2006. p. 125-151. (Thesis – Doctorate in Animal Science)¹.

An experiment was undertaken with the objective of evaluating the effects of the nutritional levels of digestible threonine (Thre) on performance, internal and external quality and yield in the processing of eggs of light white layers at peak production. 360 layers of the Hy Line –W36 strain were utilized, which were given, in the period of 25 to 37 weeks of age, five experimental diets, formulated according to the NRC (1994), with levels of 0.547; 0.602; 0.657; 0.712 and 0.767% of digestible Thre (isocaloric, isophosphoric and isocalcic) and a control diet formulated according to Rostagno et al (2005) with levels of digestible Thre of 0.600%. A completely randomized design with five replicates and 12 birds per experimental unit and four evaluation periods of 21 days each was utilized. There was no significant effect ($P < 0.05$) of the levels of digestible Thre on egg production, egg weight, feed consumption, weight gain, egg mass, feed conversion, viable eggs and total solids in the yolk. By comparing the control treatment with the other treatment, it is found that the diets formulated according to the recommendation of the NRC (1994) presented values inferior ($P < 0.05$) to the control treatment for the variables egg production, egg weight, feed consumption, weight gain, egg mass and viable eggs and poorer feed conversion. There was an effect of the experimental periods ($P < 0.01$) on yield, weight of eggs, consumption, feed conversion, egg mass and viable eggs. There was no significant effect ($P < 0.05$) of the levels of Thre and of the control treatment on the percentage of yolk, albumen, albumen CP and total solids in the

¹Guidance Committee: Antonio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser), Édison José Fassani – UNIFENAS, Paulo Borges Rodrigues –UFLA.

yolk. For shell percentage, Haugh unit and yolk CP, the control treatment presented values inferior to the other levels utilized. For extract ether in the yolk, the control treatment showed values superior to the other treatments ($P < 0.05$). The control treatment presented similar value of total solids in the albumen in birds on diets with levels of 0.547, 0.602 and 0.767 of Thre. There was a significant effect ($P < 0.01$) of the experimental periods on the percentage of yolk, albumen, shell, Haugh unit, CP and total solids content in the yolk and albumen and ether extract. In eggs stored for 7 days, there was no significant effect ($P > 0.05$) of the levels of Thre on the percentage of yolk and albumen, effect occurring on the percentage of shell and Haugh unit where the control treatment presented lower values. For specific weight of fresh eggs, the control treatment presented lower value ($P < 0.05$) if compared with the other levels. The levels of digestible Thre in diets formulated according to the recommendations of the NRC (1994) did not influence performance, the internal and external quality and yield in egg processing, providing poorer performance and yield in egg processing due to the low content of digestible Meth + Cys in these. Birds which were given diets formulated according to the recommendations by Rostagno et al (2005) achieved better performance and yield of eggs for processing.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos em nutrição de poedeiras constantemente proporcionam melhorias na compreensão da relação entre a composição da dieta e o desempenho das aves. Outros fatores como o peso da ave no início de postura, a linhagem utilizada e a fotoestimulação se destacam, influenciando o tamanho e o peso dos ovos. Relacionados à nutrição, tem-se o efeito do consumo de energia e os níveis nutricionais de proteína, metionina, lisina, treonina (Tre) e ácido linoléico presentes na ração.

Segundo Leeson & Summers (2001), os fatores nutricionais mais importantes conhecidos por afetar o tamanho do ovo são as proteínas e a adequação em aminoácidos, além do ácido linoléico na ração. De acordo com os mesmos autores, aproximadamente 50% da matéria seca de um ovo é proteína, sendo, por isso, o suprimento de aminoácidos para a síntese desta proteína crítico no processo de produção de ovos.

Modificações na concentração de aminoácidos essenciais na ração vêm melhorando a produção de ovos pelas aves, bem como o rendimento dos ovos no processamento.

O aumento na utilização de ovos líquidos por empresas alimentícias tem despertado o interesse em mais pesquisas ligadas à nutrição, visando melhorar o rendimento no processamento e a adequação dos níveis nutricionais, proporcionando ao produtor um resultado efetivo e obtenção de maiores lucros.

Os parâmetros padrões pelos quais os ovos líquidos são avaliados e comercializados incluem a porcentagem de gema e a de sólidos no albúmen e na gema. A porcentagem de sólidos corresponde à fração não aquosa da amostra de albúmen ou gema, devendo o mínimo de conteúdo sólido presente no produto ovo líquido ser especificado por uma agência reguladora. Um segundo parâmetro de maior importância para a produção de ovos líquidos é o

rendimento de componentes, incluindo o albúmen, a gema e a casca, sendo o albúmen e gema considerados produtos de valor e a casca, descarte.

A suplementação de aminoácidos sobre a produção de ovos e seus componentes tem uma resposta não somente em termos de desempenho, como também em nível econômico, dependendo da extensão da modificação dos componentes dos ovos. Quando ocorre um aumento do conteúdo de sólidos totais dos ovos, ou de seus componentes, a indústria conta com a possibilidade de produzir um maior volume de produtos, reduzindo, assim, o custo do processamento.

Alguns estudos determinando a exigência em Tre para melhor desempenho das poedeiras foram realizados por diversos autores, havendo ainda controvérsias quanto ao melhor nível a ser fornecido.

Rostagno et al. (1983) recomendavam, para poedeiras leves 497 mg de Tre/ave/dia, um consumo de 100 g de ração/ave/dia, enquanto o NRC (1994) tem como exigências 470 mg de Tre/ave/dia, com base num consumo de 100 g de ração/ave/dia. Atualmente, Rostagno et al. (2005) sugerem um consumo de 556 mg de Tre/ave/dia, havendo um aumento considerável nas recomendações das aves no período de 1983 a 2005, chegando a 11,87%.

Adkins et al. (1958) verificaram melhor produção de ovos em aves recebendo ração com 0,42% de Tre quando comparada à ração contendo baixo nível de Tre (0,27%). Um maior consumo também foi verificado em aves que receberam rações contendo níveis crescentes de Tre (0,42%; 0,47%; 0,52%; 0,57% e 0,62%). Aves recebendo ração contendo 0,42% de Tre apresentaram peso constante dos ovos durante a pesquisa, não sendo observado o mesmo comportamento em aves recebendo ração com 0,27; 0,32 e 0,37% de Tre.

Huyghebaert & Butler (1991) relataram significantes respostas na taxa de postura e no peso de ovos; aves que receberam rações contendo 0,54% de Tre apresentaram taxa de postura de 86,8% e peso dos ovos de 59,4 g, enquanto as

poedeiras alimentadas com 0,37% de Tre de ração obtiveram uma taxa de postura de 70,7% e peso dos ovos de 55,0 g.

Valério et al. (2002) determinaram a exigência em Tre para poedeiras Lohmann LSL em 559,30 mg/ave/dia; este nível proporcionou melhor peso dos ovos. Os níveis de 0,510 a 0,635% de Tre na ração não influenciaram a produção de ovos.

Nenhum trabalho com poedeiras avaliando a influência da Tre sobre o rendimento dos ovos no processamento e na qualidade interna dos mesmos foi encontrado, havendo então a necessidade de pesquisas que permitam sugerir níveis ideais para esta condição.

Assim, objetivou-se, com este trabalho, estudar níveis de treonina digestível sobre o desempenho, rendimento no processamento e qualidade de ovos de poedeiras comerciais leves na fase de pico de produção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e época de realização

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de maio a agosto de 2005.

O município de Lavras localiza-se na região sul do estado de Minas Gerais, a uma altitude de 910 metros, tendo como coordenadas geográficas 21° 14' de latitude sul e 45° de longitude oeste de Greenwich (Brasil, 1992).

2.2 Aves, instalações e manejo

Foram utilizadas 360 frangas da linhagem comercial Hy Line – W36 com 16 semanas de idade, as quais foram criadas nos períodos de cria e recria, com o mesmo programa nutricional, e posteriormente transferidas para gaiolas de postura e alojadas, 3 aves por gaiola, em galpão convencional de postura, onde se iniciou o recebimento dos tratamentos no princípio da 25ª semana de idade. Antes do início do experimento as aves foram pesadas individualmente e selecionadas, sendo utilizado somente as que apresentavam peso corporal dentro da faixa de 80% de uniformidade (peso médio das aves de 1440 g).

As rações experimentais foram preparadas a cada duas semanas e estocadas em local seco e arejado. Os tratamentos foram sorteados para cada unidade experimental e as rações, fornecidas à vontade duas vezes ao dia. A água foi fornecida à vontade, em bebedouros tipo *nipple*, durante todo o período.

No decorrer da pesquisa anotaram-se diariamente, em fichas apropriadas, por parcela, o número de ovos íntegros, quebrados, trincados, sem casca e com casca mole, sendo a coleta realizada duas vezes ao dia, às 9:30 e às 15:30 horas. Ao final de cada semana, determinou-se o peso dos ovos íntegros

de cada parcela, sendo os parâmetros de qualidade medidos nos ovos coletados nos três últimos dias de cada período de 21 dias.

O programa de iluminação utilizado para as aves foi de 16 horas diárias no período de postura, conforme prática adotada nas granjas comerciais.

As temperaturas máxima e mínima do galpão foram registradas durante todo o período experimental, à tarde, através de um termômetro de máxima e mínima localizado no centro do galpão e posicionado à altura das aves.

2.3 Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística

O experimento constou da utilização de cinco tratamentos com níveis crescentes de treonina digestível (Tre) na ração, que foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (1994), e uma ração controle testemunha formulada de acordo com Rostagno et al. (2005), totalizando seis tratamentos, com cinco repetições cada. As parcelas experimentais constituíram-se de 12 aves (4 gaiolas com 3 aves cada).

O fornecimento das rações experimentais ocorreu no início da 25ª semana de idade das poedeiras, sendo as mesmas submetidas aos tratamentos por 4 períodos de 21 dias cada, quando, ao final, completaram 37 semanas de idade.

Nas Tabelas 1 e 2 do Capítulo II estão apresentadas a composição química e em aminoácidos digestíveis dos alimentos.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja e farelo de glúten e suplementadas com minerais e vitaminas de acordo com as recomendações do NRC (1994). Todas as rações foram isoprotéicas (16,2%PB) e isocalóricas (2900 kcal/ kg EM) e suplementadas com Tre para obter os níveis de aminoácidos digestíveis de 0,547; 0,602; 0,657; 0,712 e 0,767%, respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3, 4 e 5 (Tabela 1, 2 e 3). Não

foi utilizada a suplementação de colina nas rações experimentais e na ração controle para não interferir nos efeitos da metionina.

TABELA 1. Composição das rações experimentais balanceadas para aminoácidos digestíveis e suplementadas com treonina, na matéria natural, segundo as recomendações do NRC (1994).

Ingredientes	Ração experimental ¹				
	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767
Milho	62,91	62,91	62,91	62,91	62,91
Farelo de Soja	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60
Farelo de Glúten, 60%	2,76	2,76	2,76	2,76	2,76
Óleo de soja	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
L – Treonina, 99%	0	0,057	0,114	0,171	0,228
DL – Metionina, 98%	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Calcário calcítico	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20
Fosfato bicálcico	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Caulim	0,500	0,443	0,386	0,329	0,272
Suplemento vitamínico ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ³	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Sal comum	0,460	0,460	0,460	0,460	0,460
TOTAL (kg)	100	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO CALCULADA					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína bruta (%) ⁴	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
Metionina digestível (%)	0,335	0,335	0,335	0,335	0,335
Metionina+cistina digestível (%)	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578
Lisina digestível (%)	0,683	0,683	0,683	0,683	0,683
Treonina digestível (%)	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767
Ácido linoléico (%)	2,605	2,605	2,605	2,605	2,605
Cálcio (%)	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
Fósforo disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,317	0,317	0,317	0,317	0,317
Potássio (%)	0,557	0,557	0,557	0,557	0,557

¹Ração formulada para um consumo de 90g/ave/dia de acordo com as recomendações do NRC (1994).

²Composição do suplemento vitamínico por kg de ração: Vitamina A: 8.000 UI; Vitamina D3: 2.000 UI; Vitamina E: 15 UI; Vitamina K₃: 2 mg; Vitamina B₂: 4 mg; Vitamina B₆: 1 mg; Vitamina B₁₂: 10 µg; niacina: 19,9 mg; Ácido Pantotênico: 5,350 mg; Ácido Fólico: 0,200 mg; Selênio: 0,250 mg; Antioxidante: 100 mg.

³Composição do suplemento mineral por kg de ração: manganês: 75 mg; zinco: 70 mg; ferro: 50 mg; cobre: 8mg; iodo: 1,5 mg; cobalto: 0,200 mg e véculo q.s.p.: 1g.

⁴Valor de PB calculado sem a contribuição dos aminoácidos sintéticos.

TABELA 2. Composição calculada em aminoácidos digestíveis e totais presente nas rações experimentais suplementadas com treonina.

Aminoácido	Ração experimental ¹				
	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767
Treonina digestível (%)	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767
Treonina total (%)	0,626	0,710	0,794	0,878	0,962
Tre:Lis (total)	0,836	0,948	1,060	1,172	1,284
Tre:Lis (digestível)	0,801	0,881	0,962	1,042	1,123

¹ Ração formulada para um consumo de 90g/ave/dia.

TABELA 3. Composição calculada em aminoácidos (AA) digestíveis e totais presentes das rações experimentais.

Aminoácido	AA digestíveis (%)	AA totais (%)
Metionina + Cistina (%)	0,578	0,635
Metionina (%)	0,335	0,356
Lisina (%)	0,683	0,749
Isoleucina (%)	0,625	0,685
Valina (%)	0,692	0,775
Histidina (%)	0,413	0,440
Fenilalanina (%)	0,775	0,841
Fenilalanina + tirosina (%)	1,329	1,432
Leucina (%)	1,556	1,657
Triptofano (%)	0,161	0,180
Arginina (%)	0,938	0,985

A ração controle foi formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), suplementada com metionina, lisina e triptofano sintéticos para obter a relação dos aminoácidos com a lisina próxima ao exigido por estes autores, obtendo-se, então, o nível de Tre digestível de 0,600%; o nível de EM, de 2900 kcal/kg; e o de PB, de 17,81% (Tabelas 4 e 5).

TABELA 4. Composição da ração testemunha formulada segundo as recomendações de Rostagno et al. (2005)¹.

INGREDIENTE	kg
Milho	59,653
Farelo de Soja	21,90
Farelo de Glúten, 60%	4,900
Óleo de soja	2,360
L – Treonina, 99%	0,150
L- Triptofano, 99%	0,024
DL – Metionina, 98%	0,223
Calcário calcí tico	8,210
Fosfato bicálcico	1,920
Suplemento vitamín ico ²	0,100
Suplemento mineral ³	0,100
Sal comum	0,460
TOTAL	100,000
COMPOSIÇÃO CALCULADA	
EM (kcal/kg)	2900
Proté na bruta (%) ⁴	17,81
Metionina digestí vel (%)	0,507
Metionina+cistina digestí vel (%)	0,771
Lisina digestí vel (%)	0,847
Treonina digestí vel(%)	0,600
Ácido linoléico (%)	2,597
Cálcio (%)	3,7
Fósforo disponí vel (%)	0,45
Sódio (%)	0,20
Cloro (%)	0,317
Potássio (%)	0,574

¹ Ração o formulada para um consumo de 90g/ave/dia segundo as recomendaç ões de Rostagno et al. (2005).

² Composiçã o do suplemento vitamín ico por kg de ração o: Vitamina A: 8.000 UI; Vitamina D3: 2.000 UI; Vitamina E: 15 UI; Vitamina K₃: 2 mg; Vitamina B₂: 4 mg; Vitamina B₆: 1 mg; Vitamina B₁₂: 10 µg; niacina: 19,9 mg; Ácido Pantoê nico: 5,350 mg; Ácido Fó lico: 0,200 mg; SeË nio: 0,250 mg; Antioxidante: 100 mg.

³ Composiçã o do suplemento mineral por kg de ração o: mangarê s: 75 mg; zinco: 70 mg; ferro: 50 mg; cobre: 8 mg; iodo: 1,5 mg; cobalto: 0,200 mg e vé culo q.s.p.: 1g.

⁴ Valor de PB calculado sem a contribuiçã o dos aminó cidos sinté ticos.

TABELA 5. Composição calculada em aminoácidos totais, digestíveis e relação dos aminoácidos/Lis da ração controle formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

Aminoácidos	Aminoácidos totais (%)	Aminoácidos digestíveis (%)	Relação aa/Lis
Metionina (%)	0,530	0,507	0,599
Metionina+cistina(%)	0,834	0,771	0,910
Lisina (%)	0,917	0,847	1
Treonina (%)	0,684	0,600	0,708
Isoleucina (%)	0,758	0,693	0,818
Valina (%)	0,851	0,763	0,901
Histidina (%)	0,475	0,446	0,526
Fenilalanina (%)	0,942	0,871	1,03
Fenilalanina + tirosina (%)	1,615	1,507	1,78
Leucina (%)	1,894	1,785	2,11
Triptofano (%)	0,216	0,195	0,23
Arginina (%)	1,058	1,008	1,19

As análises dos teores de PB dos ingredientes básicos da ração (milho, farelo de soja e farelo de glúten) e das rações experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFLA, pelo método Kjeldahl, conforme metodologia proposta por AOAC (1990), sendo os valores determinados para o milho, farelo de soja e farelo de glúten de 8,8%, 45,35% e 59,9% de PB, respectivamente. Os teores de PB determinados da ração controle e da ração basal foram de 18,16% e 16,72%, respectivamente. Os teores dos demais nutrientes foram retirados da Tabela de Rostagno et al. (2005).

Ao final de cada período experimental, as variáveis consumo de ração, conversão alimentar, peso de ovos, produção de ovos, massa de ovos, ovos viáveis, unidade Haugh, porcentagem de casca, albúmen e gema, matéria seca e proteína do albúmen e gema e extrato etéreo da gema foram analisadas considerando os períodos. O experimento foi conduzido em um delineamento

inteiramente casualizado, em esquema de parcela subdividida com tratamento adicional, descrito pelo seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_j + e_{(j)i} + P_j + (DP)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : valores observados das aves no período j , quando foram submetidas ao nível i de Tre digestível na repetição k .

μ : média geral do experimento;

D_i : efeito do nível i de Tre digestível, sendo $i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6 ;

$e_{(j)k}$: erro experimental associado a cada observação da parcela que, por hipótese, tem distribuição normal de média zero e variância σ_a^2 , sendo as repetições $k = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

P_j : efeito do período j , sendo $j = 1, 2, 3$ e 4 .

$(DP)_{ij}$: efeito da interação do nível i de Tre digestível e do período j ;

e_{ijk} : erro experimental associado a cada observação da subparcela que, por hipótese, tem distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o software Sistema de análises de variância para dados balanceados (SISVAR), descrito por Ferreira (2000), procedendo-se às análises de regressão (linear, quadrática ou cúbica) para níveis de Tre digestível, teste de Dunnett a 5% de probabilidade para comparar cada nível de suplementação de Tre digestível com o tratamento controle e teste de Tukey para as avaliações de períodos.

2.4 Avaliação do desempenho e de outras características das aves durante os períodos experimentais

Os dados de desempenho, qualidade dos ovos e variáveis relativas ao rendimento no processamento foram avaliadas conforme descrição no Material e Métodos do Capítulo II.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desempenho

Os dados de produção de ovos, peso médio dos ovos, consumo de ração, ganho de peso, massa de ovos, conversão alimentar e ovos viáveis de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de Tre digestível no período de 25 a 37 semanas de idade estão indicados na Tabela 6, não apresentando tais características avaliadas interação significativa ($P>0,05$) entre níveis de Tre digestível e períodos experimentais.

TABELA 6. Produção de ovos (PO), peso dos ovos (PMO), consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), massa de ovos (MO), conversão alimentar (CA) e ovos viáveis (OV) de acordo com os níveis de Treonina (Tre) digestível no período de 25 a 37 semanas de idade.

Característica	Controle	Níveis de Tre digestível (%)					CV (%)
	0,600	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767	
PO (%/ave/dia) ¹	93,27	86,43	86,30	89,15	87,68	87,04	4,62
PMO (g) ¹	57,04	53,65	52,98	53,10	53,54	53,32	3,76
CR (g/ave/dia) ¹	97,95	95,25*	92,90*	94,30*	95,10*	93,75*	6,27
GP (g) ¹	123,5	63,72	64,94	63,94	65,86	62,84	9,16
MO (g/ave/dia) ¹	53,18	46,35	45,71	47,32	46,92	46,35	5,98
CA(g/g) ¹	1,85	2,06	2,04	2,00	2,04	2,03	4,05
OV (%) ¹	92,30	85,72	85,69	88,32	86,79	86,07	4,90

*Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnet ao nível de 5% de probabilidade

¹Efeito significativo dos níveis de Tre ($P<0,01$).

Houve efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Tre digestível utilizados sobre a produção de ovos/ave/dia, observando-se diferença somente

entre o tratamento controle e os demais tratamentos; as aves que receberam o tratamento controle apresentaram uma melhor produção de ovos (Tabela 6). Os níveis suplementares de Tre digestível utilizados nas rações formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1994) não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) sobre a produção de ovos. Valério et al. (2002) também não observaram efeito dos níveis de Tre sobre a produção de ovos em poedeiras Lohmann LSL. No entanto, Huyghebaert & Butler (1991) observaram que aves consumindo 5,9 g de Tre/kg de ração apresentaram maior taxa de postura.

A menor produção encontrada em rações formuladas de acordo com as exigências do NRC (1994) ocorre devido aos níveis de Met+Cis digestível na ração encontrarem-se abaixo das exigências das poedeiras modernas, de acordo com os resultados obtidos no capítulo II, sendo que o aumento na exigência em Tre para um melhor desempenho é dependente do aumento nos níveis dos demais aminoácidos (Yamamoto & Ishibashi, 1997).

Os períodos experimentais apresentaram efeito sobre a produção de ovos ($P<0,01$); o período I mostrou-se superior, não havendo diferença de produção entre os períodos II, III e IV (Tabela 7), resultado esperado, visto que ocorre uma ligeira diminuição na produção de ovos com o avanço da idade das aves.

TABELA 7. Produção de ovos (%/ave/dia), peso médio dos ovos (g), consumo de ração (g/ave/dia) e conversão alimentar (g/g) em função dos períodos experimentais.

Período	Produção de ovos (%/ave/dia)	Peso médio ovos (g)	Consumo de ração (g/ave/dia)	Conversão alimentar (g/g)
I (25-28 sem)	91,76 a	52,46 d	88,90 c	1,86 c
II (29-31 sem)	87,50 b	53,18 c	93,57 c	2,02 b
III (32-34 sem)	87,90 b	54,51 b	97,13 b	2,03 b
IV (35-37 sem)	86,09 b	55,60 a	99,90 a	2,10 a

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,01$).

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) dos níveis de Tre digestível sobre o peso médio dos ovos. Observou-se que somente o tratamento controle proporcionou maior peso dos ovos, se comparado aos demais tratamentos.

Analisando os cinco níveis de Tre digestível em rações formuladas de acordo com a recomendação do NRC (1994), não foi observado efeito ($P > 0,05$) sobre o peso dos ovos. Já Valério et al. (2002) observaram melhor peso de ovos em aves consumindo 559,3 mg de Tre/ave/dia. Melhor peso de ovos foi observado por Huyghebaert & Butler (1991), segundo os quais aves consumindo ração com 0,54% de Tre obtiveram melhores respostas se comparadas às que consumiram ração com 0,37% de Tre.

Houve efeito ($P < 0,01$) dos períodos sobre o peso dos ovos, observando-se maior peso com o avanço da idade das poedeiras (Tabela 7). Os resultados encontrados estão de acordo com Card & Nesheim (1966) e North & Bell (1990), que explicam ser este aumento do peso devido ao incremento no tamanho da gema e na deposição de albúmen no ovo com o avanço da idade das aves.

O consumo de ração não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) para os níveis de Tre digestível utilizados nas rações experimentais (Tabela 6). O tratamento controle apresentou valor de consumo estatisticamente semelhante ($P > 0,05$) para os níveis de Tre digestíveis na ração.

O aumento nos níveis de Tre digestível na ração também não influenciou ($P > 0,05$) o consumo de ração. Resultados contrários foram obtidos por Adkins et al. (1958), que observaram aumento no consumo de rações suplementadas com maiores níveis de Tre.

O período influenciou significativamente ($P < 0,01$) o consumo de ração, ocorrendo aumento com o avanço da idade das aves (Tabela 7).

Ocorreu efeito ($P < 0,01$) dos níveis de Tre na ração sobre o ganho de peso das aves; o tratamento controle apresentou maior ganho se comparado aos

demais (Tabela 6). Não houve diferença significativa ($P>0,05$) no ganho de peso entre os tratamentos com níveis crescentes de Tre digestível.

A massa de ovos produzida por ave/dia apresentou efeito significativo ($P<0,01$) para níveis de Tre digestível; somente o tratamento controle proporcionou maior produção de massa de ovos/ave/dia se comparado aos demais (Tabela 6). Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis crescentes de Tre na ração formuladas de acordo com o NRC (1994) sobre esta variável.

Os resultados obtidos para massa de ovos indicaram diferenças significativas ($P<0,01$) para período (Tabela 8), ocorrendo menor produção de massa de ovos somente no período II, não havendo diferença entre os demais períodos.

TABELA 8. Massa de ovos e ovos viáveis em função dos períodos experimentais.

Período	Massa de ovos (g/ave dia) ¹	Ovos viáveis (%) ¹
I (25-28 sem)	48,15 a	91,08 a
II (29-31 sem)	46,58 b	86,65 b
III (32-34 sem)	47,92 a	86,94 b
IV (35-37 sem)	47,90 a	85,25 b

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,01$)

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis crescentes de Tre digestível na ração formulada de acordo com o NRC (1994) sobre a conversão alimentar em aves (Tabela 6). Diferença significativa ($P<0,01$) foi observada ao comparar o tratamento controle com os demais; a melhor conversão alimentar foi obtida em aves recebendo a ração controle.

O período influenciou significativamente ($P<0,01$) a conversão alimentar; observou-se piora neste índice com o desenvolvimento fisiológico das

aves, o que se justifica pela redução na produção de ovos e pelo aumento no consumo de ração (Tabela 7).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de Tre digestível sobre ovos viáveis (Tabela 6). A diferença só foi observada ao comparar o tratamento controle com os demais; aves consumindo ração controle apresentaram maior produção de ovos viáveis devido ao maior potencial produtivo conferido por esta dieta.

Verificou-se que a porcentagem de ovos viáveis foi influenciada ($P < 0,01$) pelos períodos. Os resultados estão apresentados na Tabela 8, demonstrando que a porcentagem de ovos viáveis foi maior somente no período I devido à maior produção de ovos, não ocorrendo diferença nos períodos II, III e IV.

3.2 Rendimento no processamento, qualidade interna e externa dos ovos

Os dados de porcentagem de gema, de albúmen e de casca, unidade Haugh (UH), PB do albúmen e da gema e extrato etéreo (EE) na base de matéria seca e teor de sólidos totais no albúmen e gema dos ovos frescos estão computados na Tabela 9, não apresentando, tais variáveis, interações significativas ($P > 0,05$) entre os níveis de Tre e os períodos experimentais.

TABELA 9. Porcentagens de gema, albúmen e casca, peso específico (PE), unidade Haugh (UH) de ovos frescos, protéina bruta do albúmen (PB Albúmen) e da gema (PB Gema) e extrato etéreo (EE) na gema expressos na base de matéria seca e teor de sólidos totais na clara (ST Clara) e gema (ST Gema) de ovos frescos.

Característica	Controle	Níveis de Tre digestível (%)					CV (%)
	0,600	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767	
Gema (%)	24,23	23,99*	24,04*	24,42*	24,05*	23,92*	3,54
Albúmen (%)	66,73	66,58*	66,44*	66,12*	66,53*	66,54*	1,30
Casca (%) ¹	9,04	9,57	9,52	9,47	9,42	9,50	3,53
PE (g/cm ³) ¹	1,088	1,092	1,092	1,091	1,093	1,093	0,25
UH ¹	96,53	99,88	100,41	99,12	99,25	100,58	2,95
PB Albúmen (%)	88,85	88,77*	88,85*	90,44*	86,10*	89,42*	5,38
PB Gema (%) ¹	35,86	37,55	37,97	37,76	37,64	38,02	3,89
EE (%) ¹	59,05	57,26	56,40	56,61	56,54	56,11	2,23
ST Albúmen (%) ²	12,16	11,99*	11,89*	11,72	11,76	11,87*	3,72
ST Gema (%)	50,86	50,54*	50,57*	50,48*	50,51*	50,40*	1,26

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade

¹Efeito significativo dos níveis de Tre digestível ($p < 0,01$).

²Efeito significativo dos níveis de Tre digestível ($p < 0,05$).

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de Tre digestível na ração sobre a porcentagem de gema em ovos frescos (Tabela 9). Analisando o tratamento controle com os demais tratamentos, não se observa diferença significativa ($P > 0,05$) para a porcentagem de gema nos ovos.

Analisando os períodos experimentais, observa-se que a porcentagem de gema aumenta com o avanço dos períodos experimentais (Tabela 10). Os resultados estão de acordo com Card & Nesheim (1966) e North & Bell (1990), que explicam ser este aumento do peso devido ao incremento no tamanho da gema e na deposição de albúmen no ovo com o desenvolvimento fisiológico das aves.

TABELA 10. Porcentagem de gema, albúmen e casca, peso específico (PE) e unidade Haugh (UH) de ovos frescos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de treonina (Tre) digestível.

Período	Gema (%) ¹	Albúmen (%) ¹	Casca (%) ¹	PE (g/cm ³) ¹	UH ¹
I (25-28 sem)	23,05 c	67,41 a	9,53 a	1,092 a	103,39 a
II (29-31 sem)	23,92 b	66,65 b	9,52 a	1,092 a	102,07 a
III (32-34 sem)	24,37 b	66,29 b	9,34 b	1,091 b	98,07 b
IV (35-37 sem)	25,09 a	65,61 c	9,29 b	1,090 c	93,65 c

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01)

Não houve efeito significativo (P>0,05) dos níveis de Tre digestível na ração sobre a porcentagem de albúmen em ovos frescos (Tabela 9). O tratamento controle, quando comparado aos demais tratamentos, apresentou valores semelhantes estatisticamente (P>0,05). Analisando os tratamentos com níveis crescentes de Tre digestível na ração, também não se observaram diferenças significativas (P>0,05).

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo (P<0,01), com maior porcentagem de albúmen no período I e menor porcentagem no período IV, relação esta inversa à observada com a porcentagem de gema (Tabela 10). Este resultado comprova a maior deposição de gema com o avanço da idade das aves, se relacionada à deposição de albúmen.

Houve efeito significativo (P<0,01) dos níveis de Tre digestível na ração sobre a porcentagem de casca em ovos frescos (Tabela 9). Através da comparação dos tratamentos, observa-se que o tratamento controle apresentou menor porcentagem de casca em relação aos demais tratamentos, sendo este menor valor resultado do maior peso dos ovos.

Analisando a porcentagem de casca entre os tratamentos com níveis crescentes de Tre digestível na ração, não se observou efeito destes sobre esta variável (P>0,05).

Os períodos experimentais influenciaram a porcentagem de casca ($P<0,01$), ocorrendo diminuição nesta porcentagem nos períodos III e IV, demonstrando que a porcentagem de casca diminuiu com o aumento da idade das aves devido ao aumento no tamanho da gema e na deposição de albúmen (Card & Nesheim, 1966 e North & Bell, 1990), não havendo um incremento proporcional na deposição de casca.

A análise da qualidade externa dos ovos foi feita através do peso específico dos ovos, na qual se observou efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Tre sobre esta variável; somente o tratamento controle apresentou menor peso em relação aos demais tratamentos (Tabela 9).

Analisando os tratamentos com níveis crescentes de treonina digestível, não se observa efeito dos níveis sobre esta variável ($P>0,05$).

Os períodos experimentais influenciaram esta variável ($P<0,01$), apresentando diminuição nos valores de peso específico dos ovos com o avanço da idade das aves (Tabela 10). Estes resultados demonstram claramente que a qualidade da casca do ovo é influenciada pela idade das aves, fato comumente verificado em outras pesquisas.

Avaliando a qualidade interna dos ovos frescos através da unidade Haugh (UH), observa-se efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Tre digestível somente na comparação do tratamento controle com os demais tratamentos; o tratamento controle apresentou valor inferior aos encontrados nos demais (Tabela 9). Este pior valor na UH dos ovos do tratamento controle está associado ao maior tamanho dos ovos, visto que esta ração possuía níveis superiores de Met+Cis e de outros aminoácidos, fazendo com que ocorresse piora na qualidade da casca, facilitando, assim, as trocas gasosas; através das quais ocorre o processo de perda da qualidade dos ovos durante o armazenamento.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis crescentes de Tre nos demais tratamentos sobre a UH.

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo ($P<0,01$) sobre a UH de ovos frescos, para a qual houve uma redução nos valores no decorrer do experimento (Tabela 10). Tais resultados confirmam que a qualidade interna piora com o avanço da idade das aves devido à pior qualidade de casca dos ovos, em função da redução da eficiência da poedeira.

Na análise das variáveis relacionadas ao rendimento no processamento, não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de Tre digestível na ração sobre a porcentagem de PB no albúmen, apresentando também, o tratamento controle, valor semelhante aos demais tratamentos (Tabela 9).

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo ($P<0,05$) sobre a porcentagem de PB no albúmen (Tabela 11), não tendo este resultado um comportamento consistente.

TABELA 11. Porcentagem de extrato etéreo (EE) na gema, teor de proteína bruta (PB) e sólidos totais na gema e albúmen de ovos frescos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de treonina (Tre) digestível.

Período	PB Gema ² (%)	PB Albúmen ² (%)	EE (%) ¹	ST Gema ¹ (%)	ST Albúmen ¹ (%)
I (25-28 sem)	37,03 b	89,04 ab	57,96 a	51,28 a	12,23 a
II (29-31 sem)	37,91 a	87,16 b	58,12 a	50,70 b	12,02 b
III (32-34 sem)	37,71 ab	88,16 ab	55,75 b	49,91 d	12,01 b
IV (35-37 sem)	37,21 ab	90,85 a	56,15 b	50,36 c	11,34 c

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,01$).

²Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Houve efeito significativo ($P<0,01$) dos níveis de Tre digestível na ração sobre o teor de PB na gema; o tratamento controle apresentou menor valor em

relação aos demais tratamentos (Tabela 9). Este comportamento pode ser explicado devido ao menor conteúdo de Met+Cis digestível nas rações formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1994), tendo em vista os resultados encontrados no capítulo II, em que rações suplementadas com metionina apresentam menor porcentagem de proteína bruta e maior teor de extrato etéreo na gema.

Os períodos experimentais apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) para o teor de PB na gema, apresentando, este resultado, comportamento inconsistente com o avanço da idade das aves (Tabela 11).

Houve efeito significativo ($P < 0,01$) dos níveis de Tre digestível utilizados nas rações sobre o teor de extrato etéreo na gema, apresentando, o tratamento controle, maiores valores se comparado aos demais tratamentos (Tabela 9). Este maior valor de extrato etéreo no controle tem relação direta com o teor de PB na gema; o tratamento controle apresentou menores valores de PB na gema. Resultado inverso foi encontrado para os tratamentos com suplementação de Tre.

Analisando o efeito dos períodos experimentais, pode-se observar que o teor de extrato etéreo na matéria seca da gema foi maior nos períodos I e II, permanecendo mais baixo nos períodos III e IV (Tabela 11).

A variável teor de sólidos totais na gema, que é de grande importância no processamento de ovos, não sofreu influência dos níveis de Tre digestível fornecidos na ração ($P > 0,05$), sendo que o tratamento controle obteve valores estatisticamente iguais aos demais tratamentos utilizados (Tabela 9).

Ao contrário, a variável teor de sólidos totais no albúmen apresentou efeito significativo ($P < 0,05$); o tratamento controle apresentou valor estatisticamente semelhante ao dos tratamentos com aves recebendo níveis de 0,547, 0,602 e 0,767% de Tre na ração, apresentando, os demais tratamentos, valores de sólidos totais no albúmen menores que o do tratamento controle.

Os períodos experimentais apresentaram diferenças nos teores de sólidos totais da gema e do albúmen ($P < 0,01$), indicando diminuição nos teores com o avanço da idade das aves (Tabela 11).

Os dados de porcentagem de gema, albúmen e casca de ovos, unidade Haugh de ovos armazenados em temperatura ambiente por 7 dias e peso específico dos ovos frescos estão apresentados na Tabela 12. Verifica-se que não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre níveis de Tre digestível e períodos experimentais para nenhum desses parâmetros avaliados.

TABELA 12. Porcentagem de gema, albúmen, casca e Unidade Haugh (UH) de ovos armazenados por 7 dias.

Característica	Controle	Níveis de Tre digestível (%)					CV (%)
	0,600	0,547	0,602	0,657	0,712	0,767	
Gema (%)	25,43	25,14*	24,86*	25,36*	25,23*	25,07*	3,33
Albúmen (%)	65,30	65,20*	65,42*	65,10*	65,20*	65,11*	1,53
Casca (%) ¹	9,27	9,68	9,72	9,60	9,63	9,81	3,79
UH ¹	72,66	79,23	78,74	77,22	77,73	78,45	3,45

* Média estatisticamente igual à do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5% de probabilidade.

¹ Efeito significativo dos níveis de Tre digestível ($P < 0,01$).

Como observado em ovos frescos, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de Tre digestível na ração sobre a porcentagem de gema e albúmen de ovos armazenados (Tabela 12). Analisando cada tratamento com o tratamento controle, também não se observa diferença significativa ($P > 0,05$). Os valores de porcentagem de casca de ovos armazenados também apresentaram comportamento semelhante aos encontrados com ovos frescos; o tratamento controle apresentou menor valor se comparado aos demais tratamentos ($P < 0,01$). É importante frisar que os valores absolutos da porcentagem de gema dos ovos armazenados foram maiores se comparados aos valores de ovos frescos. Esta diferença se deve à perda de umidade do albúmen, que apresentou menores

valores nos ovos armazenados se comparado ao de ovos frescos, ocorrendo, conseqüentemente, aumento nos valores de porcentagem de gema e casca dos ovos armazenados.

Para os períodos experimentais, observa-se também o aumento na porcentagem de gema e a diminuição na porcentagem de albúmen e casca com o avanço dos períodos experimentais (Tabela 13), comportamento semelhante ao observado com ovos frescos.

TABELA 13. Porcentagem de gema, albúmen, casca e Unidade Haugh (UH) em ovos, armazenados em temperatura ambiente por 7 dias, de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de treonina (Tre) digestível.

Período	Gema (%) ¹	Albúmen (%) ¹	Casca(%) ¹	UH ¹
I (25-28 sem)	24,19 d	66,12 a	9,73 a	83,86 a
II (29-31 sem)	24,79 c	65,42 b	9,79 a	78,78 b
III (32-34 sem)	25,57 b	64,94 c	9,49 b	75,45 c
IV (35-37 sem)	26,17 a	64,41 d	9,46 b	71,30 d

¹Médias seguidas por letras diferentes na coluna são diferentes estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,01).

Houve efeito significativo (P<0,01) dos níveis de treonina digestível sobre os valores de unidade Haugh; aves recebendo o tratamento controle apresentaram menores valores (Tabela 12). Esta piora no valor de unidade Haugh dos ovos com o aumento nos níveis de Met+Cis na ração ocorre devido à pior qualidade de casca decorrente da maior deposição de gema e albúmen, fazendo com que aumentem as trocas gasosas durante o armazenamento, causando maior liquefação do albúmen.

Os valores de UH nos tratamentos com níveis crescentes de treonina digestível não apresentaram efeito significativo (P>0,05).

Os períodos experimentais influenciaram os valores de unidade Haugh de ovos armazenados ($P < 0,01$), apresentando diminuição destes valores com o avanço da idade das aves (Tabela 13).

4 CONCLUSÕES

Os níveis de Tre digestível não apresentaram efeito sobre o desempenho, a qualidade interna e o rendimento no processamento em rações formuladas de acordo com a recomendação do NRC. Em função do nível baixo de Met+Cis (NRC, 1994), não foi possível indicar um nível de treonina adequado.

A recomendação de Rostagno et al. (2005) resultou em melhor desempenho e qualidade de ovos das aves.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADKINS, J. S.; MILLER, E. C.; BIRD, H. R. et al. An estimate of the threonine requirement of laying hen. **Poultry Science**, Champaign, v. 37, n. 6, p. 1362-1367, Nov. 1958.

AHN, D. U.; KIM, S. M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 6, p. 914-919, June 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1990. v. 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília: MA, 1992. 88 p.

CARD, L. E.; NESHEIM, M. C. **Poultry production**. 10. ed. Philadelphia: Lea e Febiger, 1996. 400 p.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4. 1. – pacote computacional).

HUYGHEBAERT, G.; BUTLER, E.A. Optimum threonine requirement of laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 32, n. 3, p. 575-582, July 1991.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 591 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of poultry**. 9. ed. Washington, D.C: National Academy Press, 1994. 155 p.

NORTH, M. O.; BELL, D. D. **Commercial chicken production manual**. 4. ed. New York: Chapman & Hall, 1990. 913 p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P.C. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2005. 186 p.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A. et al. **Composição dos alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos:** (tabelas brasileiras). Viçosa: UFV, 1983. 61 p.

VALÉRIO, S. R.; GOULART, C. C.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; KIL, J. L. Níveis de suplementação de treonina para poedeiras comerciais leves e semi-pesadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2002. p. 68-70.

YAMAMOTO, A.; ISHIBASHI, T. Lysine requirements of laying hen in a practical farm. **Animal Science Technology**, Tokyo, v. 68, n. 8, p. 735-740, Aug. 1997.

V – CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos nestes trabalhos, observa-se que as recomendações de Met+Cis do NRC (1994) para poedeiras leves em pico de produção encontram-se muito abaixo do exigido para obtenção de resultados desejáveis de desempenho, qualidade dos ovos e rendimento no processamento.

O consumo ideal de Met+Cis digestíveis que proporcionou melhor desempenho foi de 752 mg/ave/dia, correspondendo à relação Met+Cis/Lis digestíveis de 1,10. Esta relação proporcionou resultados semelhantes aos encontrados em aves alimentadas com ração formulada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005), na qual se utilizam níveis mais elevados de outros aminoácidos e relação Met+Cis/Lis de 0,91.

Para os aminoácidos lisina e treonina digestíveis, os níveis utilizados em rações formuladas de acordo com o NRC (1994) não apresentaram efeitos sobre o desempenho, qualidade dos ovos e rendimento no processamento. Em função do nível baixo de Met+Cis na ração formulada de acordo com as recomendações do NRC (1994), não foi possível indicar um nível de lisina e treonina adequado devido a estas recomendações encontrarem-se defasadas.

ANEXOS

LISTA DE TABELAS

TABELA 1A.	Temperaturas médias do interior do galpão de postura.....	157
TABELA 2A.	Temperaturas médias na sala de armazenamento de ovos durante 7 dias.....	157
TABELA 3A.	Quadrados médio da análise de variância da produção de ovos (PO), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	158
TABELA 4A.	Quadrados médios da análise de variância da massa de ovos (MO) e ovos viáveis (OV) em aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	159
TABELA 5A.	Quadrados médios da análise de variância do peso médio dos ovos (PMO) e % de proteína bruta da gema de ovos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	159
TABELA 6A.	Desdobramento da interação entre níveis de MEt+Cis digestível e períodos experimentais para as variáveis peso médio dos ovos (PMO) e proteína da gema (%PBgema)	160
TABELA 7A.	Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen e casca do ovos fresco de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	160
TABELA 8A.	Quadrados médios da análise de variância da Unidade Haugh (HU), porcentagem de proteína bruta no albúmen (PB albúmen) e extrato etéreo (EE) na base de matéria seca de ovos frescos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	161

TABELA 9A.	Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de sólidos totais da gema (ST Gema) e albúmen (ST Albúmen) dos ovos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	162
TABELA 10A.	Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de casca de ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente e do peso específico (PE) dos ovos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	162
TABELA 11A.	Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen e unidade Haugh de ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	163
TABELA 12A.	Quadrados médios da análise de variância do ganho de peso (GP), no período experimental de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.....	163
TABELA 13A.	Quadrados médios da análise de variância da produção de ovos (PO), consumo de ração (CR) e massa de ovos (MO) de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.....	164
TABELA 14A.	Quadrados médios da análise de variância do peso médio dos ovos (PMO), conversão alimentar (CA) e unidade Haugh (UH) de ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.....	164
TABELA 15A.	Desdobramento da interação entre níveis de Lis digestível e períodos experimentais para as variáveis peso médio dos ovos (PMO) e conversão alimentar (CA) e unidade Haugh (UH) de ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente.....	165

- TABELA 16A.** Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema e albúmen de ovos frescos, ovos viáveis (OV) e proteína bruta do albúmen na base de matéria seca de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.....165
- TABELA 17A.** Quadrados médios da análise de variância da unidade Haugh (UH), e proteína da gema (%PBgema) e extrato etéreo da gema expressos na base de matéria seca e porcentagem de casca de ovos frescos de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.....166
- TABELA 18A.** Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de sólidos totais da gema (ST Gema) e albúmen (ST Albúmen) e peso específico (PE) dos ovos de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.....166
- TABELA 19A.** Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen e casca dos ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.....167
- TABELA 20A.** Quadrados médios da análise de variância do ganho de peso (GP), no período experimental de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.....167
- TABELA 21A.** Quadrados médios da análise de variância da produção de ovos (PO), consumo de ração (CR) e massa de ovos (MO) de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração...168
- TABELA 22A.** Quadrados médios da análise de variância de ovos viáveis (OV), peso médio dos ovos (PMO) e conversão alimentar (CA) de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.....169

- TABELA 23A.** Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema e albúmen de ovos frescos, proteína bruta do albúmen e extrato etéreo (EE) na gema, expressos na base de matéria seca de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.....170
- TABELA 24A.** Quadrados médios da análise de variância da unidade Haugh (UH), e proteína da gema (%PBgema) expressos na base de matéria seca e porcentagem de casca de ovos frescos de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.....171
- TABELA 25A.** Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de sólidos totais da gema (ST Gema) e albúmen (ST Albúmen) dos ovos de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.....172
- TABELA 26A.** Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen e casca dos ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.....173
- TABELA 27A.** Quadrados médios da análise de variância do peso específico (PE) e unidade Haugh (UH) dos ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.....174
- TABELA 28A.** Quadrados médios da análise de variância do ganho de peso (GP), no período experimental de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.....174

TABELA 1A. Temperaturas médias no interior do galpão de postura

PERÍODO	TEMPERATURA °C		MÉDIA
	Máxima	Mínima	
1	27,0	16,4	21,7
2	26,8	15,0	20,9
3	23,7	13,0	18,3
4	27,6	14,2	20,9
Média	25,3	14,7	20,5

TABELA 2A. Temperaturas médias no interior da sala de armazenamento de ovos durante 7 dias.

PERÍODO	TEMPERATURA °C		MÉDIA
	Máxima	Mínima	
1	21,1	18,8	19,9
2	21,0	18,3	19,6
3	21,6	18,0	19,8
4	21,8	18,6	20,2
Média	21,4	18,4	19,9

TABELA 3A. Quadrados médios da análise de variância da produção de ovos (PO), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	PO	CR	CA
Tratamentos	5	129,7958**	80,4883*	0,1174**
Reg. níveis M + C	4	132,4385	100,8	0,1041
Efeito linear	1	305,5639	397,62**	0,2988
Efeito quadrático	1	219,7103**	0,3571	0,1164**
Desvio	2	2,2400	2,6114	0,0007
Erro (a)	24	15,9692	27,5625	0,0048
Períodos	3	232,4644**	427,7194**	0,1919**
Trat.X Períodos	15	14,5108	1,3194	0,0090
Erro (b)	72	8,7561	2,8236	0,0057
C.V. (%)	1	4,39	5,35	3,58
	2	3,25	1,71	3,92

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 4A. Quadrados médios da análise de variância da massa de ovos (MO) e ovos viáveis (OV) em aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	MO	OV
Tratamentos	5	143,7801**	123,1098**
Reg. níveis M + C	4	154,4075	126,8594
Efeito linear	1	553,7792	298,1194
Efeito quadrático	1	62,6063*	204,1743**
Desvio	2	0,6223	2,5719
Erro (a)	24	10,1505	13,9296
Períodos	3	38,0290**	221,3241**
Trat.X Períodos	15	5,0412	16,3174
Erro (b)	72	2,8643	9,2831
C.V. (%)	1	6,23	4,14
	2	3,31	3,38

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 5A. Quadrados médios da análise de variância do peso médio dos ovos (PMO) e % de proteína bruta da gema de ovos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	PMO	% PB Gema
Tratamentos	5	52,1567**	17,2207**
Erro (a)	24	4,4516	2,8698
Períodos	3	95,7016**	12,9699**
Trat.X Períodos	15	1,0345**	3,2355*
Erro (b)	72	0,4048	1,6331
C.V. (%)	1	3,76	4,69
	2	1,13	3,54

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 6A. Desdobramento da interação entre níveis de Met+Cis digestível e períodos experimentais para as variáveis peso médio dos ovos (PMO) e proteína bruta na gema (% PB Gema).

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	PMO	% PB Gema
Tratamentos/ Per. 1	4	9,7164**	3,0872
Tratamentos/ Per. 2	4	10,4764**	10,4558**
Tratamentos/ Per. 3	4	20,0106**	2,0805
Tratamentos/ Per. 4	4	23,8750**	13,4594**
Desvio	33	1,0170	1,6704

TABELA 7A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen e casca de ovos frescos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	% Gema	% Albúmen	% Casca
Tratamentos	5	2,8612**	1,6767	0,8332**
Reg. níveis M + C	4	3,4698	1,6582	0,8881
Efeito linear	1	10,6907**	3,6775	2,9768**
Efeito quadrático	1	0,6645	1,2489	0,4306
Desvio	2	1,2621	0,8531	0,0725
Erro (a)	24	0,7169	0,7569	0,1415
Períodos	3	12,2844**	7,9930**	0,8239**
Trat.X Períodos	15	0,4504	0,5248	0,0406
Erro (b)	72	0,3403	0,4684	0,0373
C.V. (%)	1	3,47	1,31	4,09
	2	2,39	1,03	2,10

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 8A. Quadrados médios da análise de variância da Unidade Haugh (HU), porcentagem de proteína bruta no albúmen (PB albúmen) e extrato etéreo (EE) na base de matéria seca de ovos frescos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	UH	PB Albúmen (%)	EE (%)
Tratamentos	5	27,7897**	0,7816	24,2519**
Reg. níveis M + C	4	9,0194	0,8367	30,1287
Efeito linear	1	23,0249	0,4352	117,7345**
Efeito quadrático	1	8,6662	0,6990	0,8004
Desvio	2	2,1932	1,1064	0,9900
Erro (a)	24	6,4029	5,2383	1,1029
Períodos	3	595,0155**	39,1109**	92,9486**
Trat.X Períodos	15	2,8332	3,2401	3,4669
Erro (b)	72	2,9348	5,6227	1,9587
C.V. (%)	1	2,57	2,57	1,78
	2	1,74	2,66	2,38

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 9A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de sólidos totais da gema (ST Gema) e albúmen (ST Albúmen) dos ovos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	ST Gema (%)	ST Albúmen (%)
Tratamentos	5	1,2764	0,0984
Reg. níveis M + C	4	1,5245	0,1084
Efeito linear	1	4,8734	0,3329
Efeito quadrático	1	0,7324	0,0167
Desvio	2	0,2461	0,0420
Erro (a)	24	0,5948	0,1490
Períodos	3	12,5087**	3,5488**
Trat.X Períodos	15	0,2515	0,1016
Erro (b)	72	0,3653	0,0599
C.V. (%)	1	1,51	3,19
	2	1,19	2,02

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 10A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de casca de ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente e do peso específico (PE) dos ovos de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	Casca (%)	PE (g/cm ³)
Tratamentos	5	0,6263**	5,6 x 10 ^{-5**}
Reg. níveis M + C	4	0,7294	5,4 x 10 ⁻⁵
Efeito linear	1	2,7028**	2,02 x 10 ^{-4**}
Efeito quadrático	1	0,2101	1,4 x 10 ⁻⁵
Desvio	2	0,0023	1 x 10 ⁻⁶
Erro (a)	24	0,1493	6 x 10 ⁻⁶
Períodos	3	0,7369**	2,8 x 10 ^{-5**}
Trat.X Períodos	15	0,0593	1 x 10 ⁻⁶
Erro (b)	72	0,0569	1 x 10 ⁻⁶
C.V. (%)	1	4,12	0,22
	2	2,55	0,10

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 11A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen e unidade Haugh de ovos armazenados em temperatura ambiente por 7 dias de aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	% Gema	% Albúmen	UH
Tratamentos	5	2,7431*	1,1642	96,5167**
Reg. níveis M + C	4	3,3526	1,2284	78,4393
Efeito linear	1	12,0099**	3,0209	289,9473**
Efeito quadrático	1	0,4601	0,9512	4,9929
Desvio	2	0,4702	0,4708	9,4085
Erro (a)	24	0,8079	1,0303	7,2419
Períodos	3	16,7741**	10,2637**	931,1983**
Trat.X Períodos	15	0,4902	0,5161	6,0744
Erro (b)	72	0,3154	0,3197	3,8252
C.V. (%)	1	3,52	1,56	3,55
	2	2,20	0,87	2,58

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 12A. Quadrados médios da análise de variância do ganho de peso (GP) no período experimental em aves recebendo diferentes níveis de Met+Cis digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	GP (g)
Tratamentos	5	4066,4646**
Reg. níveis M + C	4	4096,1970**
Efeito linear	1	15463,3698**
Efeito quadrático	1	103,4573
Desvio	2	408,9805
Erro	24	103,4477
CV(%)		10,40

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 13A. Quadrados médios da análise de variância da produção de ovos (PO), consumo de ração (CR) e massa de ovos (MO) de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	PO	CR	MO
Tratamentos	5	148,6449**	89,1333*	166,4779**
Reg. níveis Lis	4	18,076	53,135	11,1351
Efeito linear	1	1,2403	108,0450	6,6248
Efeito quadrático	1	59,0365	30,8893	21,5063
Desvio	2	6,013522	36,8029	8,2047
Erro (a)	24	8,7855	32,8125	7,7151
Períodos	3	138,6125**	640,5111**	29,1977**
Trat.X Períodos	15	13,271	4,9511	5,3992
Erro (b)	72	9,4548	3,8014	3,138
C.V. (%)	1	3,37	6,04	5,85
	2	3,49	2,06	3,73

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 14A. Quadrados médios da análise de variância do peso médio dos ovos (PMO), conversão alimentar (CA) e unidade Haugh (UH) de ovos armazenados por sete dias em temperatura ambiente de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	PMO	CA	UH
Tratamentos	5	51,0155**	0,1347**	85,3112**
Erro (a)	24	4,6229	0,0070	15,2191
Períodos	3	57,8776**	0,3138**	684,1339**
Trat.X Períodos	15	1,1685*	0,0117*	11,3949*
Erro (b)	72	0,4227	0,0060	5,7046
C.V. (%)	1	3,99	4,17	5,07
	2	1,21	3,84	3,11

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 15A. Desdobramento da interação entre níveis de Lis e períodos experimentais para as variáveis peso médio dos ovos (PMO), conversão alimentar (CA) e Unidade Haugh de ovos armazenados durante 7 dias.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	PMO	CA	UH
Tratamentos/ Per. I	4	1,3850	0,0029	15,6611
Tratamentos/ Per. II	4	0,8504	0,0033	1,1296
Tratamentos/Per. III	4	3,7696	0,0055	10,2480
Tratamentos/Per.IV	4	1,0914	0,0082	9,1083
Desvio	33	1,0565	0,0055	6,9507

TABELA 16A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen de ovos frescos, ovos viáveis e proteína bruta do albúmen na base de matéria seca de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	% Gema	% Albúmen	OV	PB Albúmen (%)
Tratamentos	5	0,4710	0,9043	138,1949**	16,3923
Reg. níveis Lis	4	0,5173	0,8325	15,4982	19,5236
Efeito linear	1	0,1997	0,5768	0,4675	1,2577
Efeito quadrático	1	1,4892	2,1020	47,2568	4,9689
Desvio	2	0,1901	0,3256	7,1342	35,9339
Erro (a)	24	0,8287	0,8173	9,3949	47,4116
Períodos	3	19,4793**	13,61**	146,2427**	18,2984
Trat.X Períodos	15	0,3538	0,4415	12,8869	41,1715
Erro (b)	72	0,3107	0,4432	10,5504	38,2122
C.V. (%)	1	3,77	1,36	3,52	7,78
	2	2,31	1,00	3,73	6,99

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 17A. Quadrados médios da análise de variância da Unidade Haugh (UH), porcentagem de proteína bruta (PB gema) e extrato etéreo na gema expressos na base de matéria seca e porcentagem de casca de ovos frescos de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	UH	PB Gema (%)	EE (%)	Casca (%)
Tratamentos	5	46,4173**	9,5092**	12,8504**	0,7346**
Reg. níveis Lis	4	1,7237	0,0901	1,4212	0,1621
Efeito linear	1	2,1383	0,0148	1,0600	0,4841
Efeito quadrático	1	1,9256	0,1632	0,4695	0,0137
Desvio	2	1,4155	0,0911	2,0776	0,0753
Erro (a)	24	6,4739	1,1386	1,1724	0,0695
Períodos	3	605,5280**	5,6197*	64,0851**	0,6478**
Trat.X Períodos	15	2,9540	2,7357	2,0227	0,0314
Erro (b)	72	4,0193	1,6806	1,3427	2,9886
C.V. (%)	1	2,55	2,86	1,88	2,80
	2	2,01	3,48	2,02	2,17

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 18A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de sólidos totais na gema (ST Gema) e albúmen (ST Albúmen) e peso específico (PE) dos ovos de aves recebendo diferentes níveis de lisina digestível na ração

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	ST Gema (%)	ST Albúmen (%)	PE
Tratamentos	5	1,1308	0,3096	5,92 x 10 ^{-5**}
Reg. níveis Lis	4	0,6440	0,1349	2 x 10 ⁻⁶
Efeito linear	1	1,8145	0,0398	2 x 10 ⁻⁶
Efeito quadrático	1	0,5643	0,0014	3 x 10 ⁻⁶
Desvio	2	0,1386	0,2492	2 x 10 ⁻⁶
Erro (a)	24	0,8559	0,1534	4 x 10 ⁻⁶
Períodos	3	9,2271**	3,9797**	2,4 x 10 ^{-5**}
Trat.X Períodos	15	0,5964	0,0608	2 x 10 ⁻⁶
Erro (b)	72	0,5847	0,0682	2 x 10 ⁻⁶
C.V. (%)	1	1,83	3,28	0,18
	2	1,51	2,06	0,12

** (P < 0,01)

TABELA 19A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen e casca de ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente de aves que receberam diferentes níveis de lisina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	% Gema	% Albúmen	% Casca
Tratamentos	5	0,8007	0,5761	0,5449**
Reg. níveis Lis	4	0,7835	0,6188	0,0467
Efeito linear	1	0,0415	0,0677	0,0153
Efeito quadrático	1	1,0541	0,7201	0,0410
Desvio	2	1,01921	0,8437	0,0653
Erro (a)	24	0,6041	0,8929	0,1386
Períodos	3	20,2822**	13,7297**	0,7974**
Trat.X Períodos	15	0,3358	0,3431	0,0894
Erro (b)	72	0,3445	0,3564	0,0619
C.V. (%)	1	3,08	1,45	3,88
	2	2,33	0,92	2,59

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 20. Quadrados médios da análise de variância do ganho de peso (GP) no período experimental em aves recebendo diferentes níveis de Lis na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	GP (g)
Tratamentos	5	2862,7619**
Reg. níveis Lis	4	3,8520
Efeito linear	1	0,1800
Efeito quadrático	1	10,1080
Desvio	2	2,5600
Erro	24	104,4285
CV(%)		13,69

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 21A. Quadrados médios da análise de variância da produção de ovos (PO), consumo de ração (CR) e massa de ovos (MO) de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	PO	CR	MO
Tratamentos	5	139,7461**	60,5750	153,5263**
Reg. níveis Tre digestível	4	26,93416	18,985	7,5366
Efeito linear	1	16,2680	0,95378	3,63301
Efeito quadrático	1	36,90406	6,3033	3,5261
Desvio	2	27,28229	34,3414	11,4937
Erro (a)	24	16,2111	35,3333	8,1147
Períodos	3	176,6200**	677,6306**	15,3662**
Trat.X Períodos	15	11,7400	6,0372	4,5254
Erro (b)	72	8,9458	4,9278	2,8119
C.V. (%)	1	4,62	6,27	5,98
	2	3,39	2,34	3,52

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 22A. Quadrados médios da análise de variância de ovos viáveis (OV), peso médio dos ovos (PMO) e conversão alimentar (CA) de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	OV	PMO	CA
Tratamentos	5	130,8370**	47,6749**	0,1272**
Reg. níveis Treonina digestível	4	24,3108	6,4930	0,01125
Efeito linear	1	8,5476	0,0231	0,010642
Efeito quadrático	1	41,2069	2,9336	0,01926
Desvio	2	23,7444	1,7681	0,00755
Erro (a)	24	18,3928	4,1037	0,0066
Períodos	3	189,1026**	58,4222**	0,3313**
Trat.X Períodos	15	10,9582	0,9310	0,0114
Erro (b)	72	8,8881	0,6656	0,0083
C.V. (%)	1	4,90	3,76	4,05
	2	3,41	1,51	4,54

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 23A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen de ovos frescos, proteí na bruta do albúmen e extrato etéreo (EE) na gema expressos na base de matéria seca de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	% Gema	% Albúmen	PB Albúmen (%)	EE (%)
Tratamentos	5	0,6826	0,8405	42,2848	23,1104**
Reg. níveis digestível	4	0,7577	0,7186	52,8418	3,5725
Efeito linear	1	0,0162	0,0010	9,0536	9,2665
Efeito quadrático	1	1,8130	1,7642	2,3720	0,4881
Desvio	2	0,6009	0,5546	99,9708	2,2676
Erro (a)	24	0,7264	0,7491	22,8198	1,6110
Períodos	3	21,8211**	16,9816**	73,7219*	44,3717**
Trat.X Períodos	15	0,4719	0,8248	30,7779	2,2558
Erro (b)	72	0,5000	0,6764	21,8155	1,6993
C.V. (%)	1	3,54	1,30	5,38	2,23
	2	2,93	1,24	5,26	2,29

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 24A. Quadrados médios da análise de variância da unidade Haugh (UH), porcentagem de proteína bruta da gema (PB gema) na base de matéria seca e porcentagem de casca de ovos frescos de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	UH	PB Gema (%)	Casca (%)
Tratamentos	5	43,7344**	13,0161**	0,7371**
Reg. níveis	4	8,6832	1,0370	0,0596
digestível				
Efeito linear	1	0,0003	3,1716	0,1145
Efeito quadrático	1	10,1085	0,1604	0,0713
Desvio	2	12,3119	0,4080	0,0262
Erro (a)	24	8,5798	2,1231	0,1106
Períodos	3	579,2619**	5,1011*	0,4555**
Trat.X Períodos	15	5,7307	2,6040	0,0701
Erro (b)	72	5,0107	1,4538	0,0503
C.V. (%)	1	2,95	3,89	3,53
	2	2,25	3,22	2,38

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 25A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de sólidos totais na gema (ST Gema) e albúmen (ST Albúmen) dos ovos de aves recebendo diferentes níveis de treonina digestível na ração

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	ST Gema (%)	ST Albúmen (%)
Tratamentos	5	0,5087	0,5143*
Reg. níveis Tre digestível	4	0,0856	0,2339
Efeito linear	1	0,2250	0,3047
Efeito quadrático	1	0,0359	0,5074
Desvio	2	0,0407	0,0618
Erro (a)	24	0,4067	0,1958
Períodos	3	9,9935**	4,4991**
Trat.X Períodos	15	0,1546	0,0676
Erro (b)	72	0,2444	0,0800
C.V. (%)	1	1,26	3,72
	2	0,98	2,38

* (P < 0,01)

TABELA 26A. Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de gema, albúmen e casca de ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente de aves que receberam diferentes níveis de treonina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	% Gema	% Albúmen	% Casca
Tratamentos	5	0,8631	0,2919	0,6796**
Reg. níveis Tre	4	0,7096	0,3301	0,1329
digestível				
Efeito linear	1	0,1442	0,3134	0,0402
Efeito quadrático	1	0,1237	0,0727	0,2158
Desvio	2	1,2853	0,4672	0,1377
Erro (a)	24	0,7029	1,0010	0,1331
Períodos	3	22,6100**	15,8343**	0,8145**
Trat.X Períodos	15	0,4637	0,5481	0,0630
Erro (b)	72	0,3957	0,3930	0,0783
C.V. (%)	1	3,33	1,53	3,79
	2	2,50	0,96	2,91

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)

TABELA 27A. Quadrados médios da análise de variância do peso específico (PE) e Unidade Haugh (UH) de ovos armazenados por 7 dias em temperatura ambiente de aves que receberam diferentes níveis de treonina digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	PE	UH
Tratamentos	5	$8 \times 10^{-5**}$	115,3745**
Reg. Níveis Ter digestível	4	$1,1 \times 10^{-5}$	12,7710
Efeito linear	1	9×10^{-6}	15,2334
Efeito quadrático	1	$1,4 \times 10^{-5}$	25,0347
Desvio	2	1×10^{-5}	5,4078
Erro (a)	24	8×10^{-6}	7,1228
Períodos	3	$2,3 \times 10^{-5**}$	845,9029**
Trat.X Períodos	15	2×10^{-6}	8,2357
Erro (b)	72	2×10^{-6}	5,4363
	1	0,25	3,45
C.V. (%)	2	0,13	3,01

** (P < 0,01)

TABELA 28. Quadrados médios da análise de variância do ganho de peso (GP) no período experimental em aves recebendo diferentes níveis de Tre digestível na ração.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL	GP (g)
Tratamentos	5	2925,9661**
Reg. níveis Tre digestível	4	6,7910
Efeito linear	1	0,3528
Efeito quadrático	1	11,0406
Desvio	2	7,8853
Erro	24	46,1520
CV(%)		9,16

* (P < 0,05)

** (P < 0,01)