

GLADSTONE BRUMANO

**NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES
PARA POEDEIRAS LEVES, NOS PERÍODOS DE 24 A 40 E DE 42 A 58
SEMANAS DE IDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

GLADSTONE BRUMANO

**NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES
PARA POEDEIRAS LEVES, NOS PERÍODOS DE 24 A 40 E DE 42 A 58
SEMANAS DE IDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 11 de julho de 2008.

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Co-orientador)

Prof. Horacio Santiago Hostagno
(Co-orientador)

Prof. Marcelo Dias da Silva

Dr. Júlio Maria Ribeiro Pupa

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Orientador)

A Deus, pela vida e por estar sempre comigo.

Aos meus pais, Paulo e Dorinha, por minha formação, pelo amor e apoio em todos os momentos da minha vida.

A Natália, pelo amor, pelo carinho e por fazer parte de minha vida.

Ao meu sobrinho Gabriel, pela alegria.

Aos meus irmãos, Ulisses e Grasiela, pela convivência.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade do aprendizado.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À Ajinomoto, por fornecer os aminoácidos para a realização do experimento.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, por confiar, por apoiar e por orientar em todos os momentos o meu trabalho, e pelo exemplo profissional.

Aos professores Juarez Lopes Donzele e Horácio Santiago Rostagno, pela amizade, pela compreensão e pela valiosa orientação.

Ao professor Marcelo Dias da Silva e ao Doutor Júlio Maria Ribeiro Pupa pelo apoio na conclusão deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, pela colaboração e pelo apoio.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pelos serviços prestados.

Aos amigos Rodrigo, Renata, Heloísa, Bárbara e Tatiana pela colaboração e apoio na realização deste trabalho.

Aos amigos da pós-graduação pelo apoio e amizade.

Aos BEIAS pelos anos de amizade e alegria, que me deram ânimo para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

GLADSTONE BRUMANO, filho de Paulo Antônio Brumano Pinto e Maria Auxiliadora Gomes, nasceu em Viçosa-MG, em 13 de outubro de 1975.

Em 1999, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 01 de agosto de 2003.

Em agosto de 2003 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo a tese em fevereiro de 2005.

Em março de 2005, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia, na área de Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 11 de julho de 2008.

ÍNDICE

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUÇÃO.....	01
REVISÃO DE LITERATURA.....	03
1. Metabolismo dos aminoácidos metionina+cistina em aves.....	03
2. Efeitos de níveis de metionina +cistina sobre o desempenho produtivo de poedeiras.....	06
3. Efeitos de níveis de metionina +cistina sobre a qualidade dos ovos de poedeiras.....	08
4. Efeitos de níveis de lisina sobre a produção e a qualidade de ovos de poedeiras.....	11
5. Fatores que afetam as exigências de metionina+cistina para poedeiras comerciais.....	13
LITERATURA CITADA.....	18
CAPÍTULO 1. NÍVEIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES, NO PERÍODO DE 24 A 40 SEMANAS DE IDADE.....	24
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
1. Consumo alimentar.....	32
2. Produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos.....	33
3. Peso e massa de ovos.....	37
4. Conversão alimentar.....	40
5. Componentes dos ovos e ovos não comerciais.....	42

6. Qualidade interna dos ovos.....	44
7. Ganho de peso.....	46
8. Mortalidade.....	47
9. Equações de estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis.....	48
CONCLUSÃO.....	50
LITERATURA CITADA.....	51
CAPÍTULO 2. NÍVEIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES, NO PERÍODO DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE.....	55
INTRODUÇÃO.....	55
MATERIAL E MÉTODOS.....	58
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
1. Consumo alimentar.....	63
2. Produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos.....	64
3. Peso e massa de ovos.....	68
4. Conversão alimentar.....	71
5. Componentes dos ovos e ovos não comerciais.....	73
6. Qualidade interna dos ovos.....	75
7. Ganho de peso.....	78
8. Mortalidade.....	79
9. Equações de estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis.....	80
CONCLUSÃO.....	83
LITERATURA CITADA.....	84
APÊNDICE.....	88

RESUMO

BRUMANO, Gladstone, D.Se., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2008. **Níveis de metionina+cistina digestíveis em rações para poedeiras leves, no período de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade.** Orientador: Paulo Cezar Gomes. Co-orientadores: Juarez Lopes Donzele e Horácio Santiago Rostagno.

Com o objetivo de determinar os níveis de aminoácidos sulfurosos digestíveis para estabelecer as relações ideais metionina+cistina/lisina em rações de poedeiras leves no período de 24 a 40 (primeiro experimento) e de 42 a 58 (segundo experimento) semanas de idade, foram conduzidos dois experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. Em ambos os experimentos, foram utilizadas 216 aves da marca comercial Hy-Line W36, distribuídas em um delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. O nível de lisina utilizado na dieta experimental foi de 0,770% para um consumo médio esperado de 731 mg/ave/dia de lisina e de 95 g/ave/dia de ração. Os níveis de aminoácidos sulfurosos digestíveis foram obtidos a partir de uma dieta basal deficiente em metionina+cistina digestíveis (0,65%), suplementada com 0,00; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25% de DL-Metionina (99,2%), de forma a proporcionar relações metionina + cistina/lisina de 84, 91, 97, 104, 110 e 117. Cada período experimental teve duração de 16 semanas e foi subdividido em quatro subperíodos de coleta dos ovos, sendo cada um correspondente a 28 dias. Foram avaliados os parâmetros de desempenho (produção, peso e massa de ovos), de consumo alimentar (ração,

metionina+cistina e lisina), de conversão alimentar (dúzia e massa de ovos), de componentes dos ovos (porcentagem de gema, de casca e de albúmen), de qualidade interna dos ovos (índice de gema e de albúmen e unidade Haugh), de ovos não comerciais, de ganho de peso, e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos. Este último parâmetro foi utilizado nos dois experimentos para corrigir a variação no consumo de ração e de lisina entre os tratamentos. No primeiro experimento, constatou-se efeito significativo ($P < 0,01$) dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos, atingindo um platô em 0,811 e 0,772% de metionina+cistina digestíveis, respectivamente. No segundo experimento, houve efeito quadrático ($P < 0,05$) dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos, ao nível de 0,826 e 0,775% de metionina+cistina digestíveis, respectivamente. O nível de metionina+cistina digestíveis considerado como exigência para poedeiras leves nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade, com base nos parâmetros estudados, foram de 0,772% e 0,775%, que correspondem a consumos de 682 e de 708 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis e relação metionina+cistina/lisina de 100 e de 101%, respectivamente.

ABSTRACT

BRUMANO, Gladstone. D.Se., Universidade Federal de Viçosa, July, 2008. **Digestible methionine + cystine level in meals for light-weight laying hens from 24 to 40 and 42 to 58 weeks of age.** Adviser: Paulo Cezar Gomes. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele and Horácio Santiago Rostagno.

With the objective of determining of digestible sulfurous amino acids level to establish the ideal relationships methionine+cystine/lysine in meals of light-weight laying hens in the period from 24 to 40 (first experiment) and 42 to 58 (second experiment) weeks of age, were conducted in the Section of Aviculture of the Zootechny Department of the Federal University of Viçosa. In both experiments, 216 birds of the commercial mark Hy- Line W36 were used, distributed in a blocks randomized design with 6 treatments, 6 repetitions and 6 birds for experimental unit. The digestible lysine level used in the experimental diet was from 0.770% to a daily consumption of the 731 mg/hen/day of lysine and 95 g/hen/day of meal. The digestible sulfurs amino acids levels were obtained starting from a deficient basal diet in digestible methionine+cystine (0.65%), supplemented with 0.00; 0.05; 0.10; 0.15; 0.20 and 0.25% of DL-methionine (99.2%), in way to provide a relationship methionine+cystine/lysine of 84, 91, 97, 104, 110 and 117. The experimental period had duration of 16 weeks and it was subdivided in 4 by-periods of collection of the eggs, being each one corresponding to 28 days. The parameters evaluated were the productive performance (production, weight and egg mass), of the intake consumption (meal, methionine+cystine and lysine), of the feed conversion (egg

dozen and mass), egg components (albumen, yolk and shell), of the egg quality (albumen and yolk index, and Haugh units), of the non-marketable eggs, of the body weight and lysine utilization efficiency for egg production. This last parameter was used in the two experiments to correct the variation of intake consumption meal and lysine among the treatments. In the first experiment, significant effect was verified ($P < 0.01$) of the levels of digestible methionine+cistine on the egg production and lysine utilization efficiency for egg production, reaching a plateau in 0.811 and 0.772% of digestible methionine+cistine, respectively. In the second experiment, there was quadratic effect ($P < 0.05$) of the digestible methionine+cistine levels on the egg production and lysine utilization efficiency for egg production, at the level of 0.826 and 0.775% of digestible methionine+cistine level, respectively. The digestible methionine+cystine level considered as demand for light-weight laying hens in the period from 24 to 40 and 42 to 58 weeks of age were of 0.772 and 0.775%, corresponding to digestible methionine+cystine consumption of 682 and 708 mg/hen/day, and relationship methionine+cystine/lysine of 100 and 101%, respectively.

Introdução

O melhoramento genético realizado em poedeiras comerciais nos últimos anos levou ao surgimento de aves mais produtivas, com menos peso corporal, melhor conversão alimentar e menor consumo de ração. Esses avanços genéticos tornaram as aves mais exigentes, principalmente, sob os aspectos nutricionais, requerendo estudos permanentes de atualização das exigências nutricionais, para que o potencial de produção dessas aves seja maximizado.

Assim, torna-se necessário que as poedeiras recebam rações com níveis adequados de nutrientes sendo o mais próximo de suas exigências. Com isso, surgiu o conceito de proteína ideal, que considera os aminoácidos digestíveis, e possivelmente, deficiências ou excessos de alguns aminoácidos serão menores quando comparado a rações formuladas com aminoácidos totais. Com produção em escala comercial e com preços compatíveis, os aminoácidos sintéticos passaram a ser mais utilizados pelos nutricionistas para formular dietas, reduzindo a utilização do farelo de soja, ingrediente de alto custo, e conseqüentemente diminuindo o valor protéico da ração. Esta prática nutricional não apenas resulta em uma ração mais econômica, como também permite a formulação de uma ração mais compatível com o meio ambiente, devido à redução do nitrogênio excretado. Outra vantagem do uso de aminoácidos sintéticos, utilizando o conceito de proteína ideal, é a possibilidade de se estabelecer uma melhor relação entre os

aminoácidos essenciais e a lisina, como base para calcular os perfis dos aminoácidos nas rações.

As estimativas das exigências em aminoácidos para aves de postura são afetadas por uma série de fatores, sendo estes: genéticos, idade, dietéticos e temperatura ambiental, que podem agir isoladamente ou se interagirem (D'Mello, 1994). Também, a digestibilidade dos aminoácidos nos alimentos, é influenciada por uma série de fatores: característica do próprio alimento, formas de processamento, armazenamento, metodologia utilizada, etc.

O desbalanço aminoacídico em aves, provocado pelo excesso ou pela deficiência de aminoácidos, causa efeitos negativos sobre o consumo e a taxa de crescimento (Parr & Summers, 1991). Também podem ocasionar acúmulo de gordura no fígado, aumento no catabolismo do aminoácido limitante e, em alguns casos, levar à deficiência de vitaminas (Yoshida, 1980). No entanto, Koelkebeck et al. (1991), comentam que as poedeiras de alta produção apresentam certa tolerância a excessos de aminoácidos comumente utilizados em dietas à base de milho e farelo de soja.

Os aminoácidos são componentes essenciais dos ovos, e constituem as moléculas protéicas presentes no albúmen, gema e clara (Leeson e Summers, 2001), além de serem importantes para o desenvolvimento e manutenção corporal das aves. Em rações a base de milho e farelo de soja, a metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações avícolas. Shafer et al. (1996) constataram que a adição de metionina em dietas de poedeiras pode melhorar a qualidade interna do ovo, com o aumento do teor de proteína no albúmen. Segundo Schutte et al. (1984) a suplementação na dieta de poedeiras com metionina resulta em um aumento na eficiência da utilização da proteína. Schutte et al. (1994) verificaram que o nível de metionina+cistina exigido para otimizar a conversão alimentar é maior que o para maximizar a produção de ovos.

Objetivou-se neste trabalho estabelecer as relações ideais de metionina+cistina/lisina a partir de níveis de aminoácidos sulfurados digestíveis em rações para poedeiras comerciais leves, nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade.

Revisão de literatura

1. Metabolismo dos aminoácidos metionina+cistina em aves

O processo digestivo das proteínas nas aves tem início efetivo no proventrículo, onde ocorre secreção de ácido clorídrico e enzimas digestivas que promovem a quebra parcial das moléculas protéicas. Na moela, a ingesta sofre ação mecânica, além de ser misturada com os fluídos secretados pelo proventrículo. No intestino ocorre secreção de diversas enzimas pelo pâncreas promovendo a disponibilidade de pequenos peptídeos que são absorvidos pelas células da mucosa intestinal através de transporte ativo envolvendo o íon sódio, com diferentes sistemas carreadores para os vários grupos de aminoácidos (Leeson e Summers, 2001). Após absorvidos, os aminoácidos são transportados para o fígado, principalmente pela veia porta, sendo uma pequena quantidade pela via linfática. No fígado, parte dos aminoácidos é fixada pelas células hepáticas e o restante é liberado na corrente sangüínea formando um pool extracelular de aminoácidos livres. Nos tecidos após absorvidos pelas células, são convertidos em outros metabólitos ou ligam-se a um RNAt específico para serem utilizados na síntese protéica no ribossomo (Rathmacher, 2000). A excreção de aminoácidos é condicionada primeiramente à sua desaminação, onde o esqueleto carbono

originado é reaproveitado e o grupo amino usado na síntese do ácido úrico que é retirado da corrente sanguínea e secretado via urina nos túbulos renais (Leeson e Summers, 2001).

Dos mais de vinte aminoácidos constituintes das proteínas, praticamente a metade destes são considerados aminoácidos essenciais, devendo ser fornecidos à dieta, e o restante, os não essenciais podem ser produzidos pelas aves em quantidades suficientes pelo organismo. Mendonça (1996) comenta que para o máximo desempenho produtivo de galinhas poedeiras é necessário aporte protéico baseado nas exigências em aminoácidos essenciais, particularmente lisina e metionina+cistina.

Em rações a base de milho e farelo de soja, a metionina é o primeiro aminoácido limitante para a síntese protéica e o segundo importante doador de grupo metil no metabolismo para outras funções (Smith, 1983).

A metionina pode ser classificada como glicogênica porque é metabolizada em ácido pirúvico através da succinil-CoA. Uma vez que a forma D seja convertida em forma L por receber um grupo amino após a desaminação oxidativa in vivo, é geralmente aceito que as formas D e L são equivalentes em valor nutricional. A metionina é convertida em S-adenosil metionina por uma reação dependente de ATP. Ela funciona como um importante doador de grupo metil no organismo. Após a desmetilação, a homocisteína é formada e subsequente mente metabolizada através de duas vias: uma é a via de recuperação envolvendo sua re-síntese em metionina pela homocisteína metiltransferase na presença de vitamina B 12. O outro caminho se segue a partir da cistationina em cisteína após receber o esqueleto de carbono da serina. A homoserina resultante é decomposta em succinil-CoA e então metabolizada em ácido pirúvico. (Baker, 1994; Swenson & Reece, 1996; Nelson & Cox, 2006).

Para metabolizar a metionina, a cistationina sintetase é dependente da serina para formar cistationina. Portanto, o alto consumo de metionina pode aumentar a necessidade de serina. O aumento da demanda de serina pode, em parte, ser suprido pela glicina, que é o precursor da serina. Entretanto, a glicina pode estar mais diretamente envolvida no metabolismo da metionina via reação glicina-

metiltransferase, em que a S-adenosilmetionina reage com a glicina e produz S-adenosilhomocisteína ou sarcosina. A sarcosina é rapidamente convertida a serina (Harper et al., 1970).

A metionina tem um papel importante no metabolismo de fosfolípidos e sua deficiência é conhecida por causar prejuízos renais e hepáticos. Entretanto, a administração de doses excessivas deste aminoácido representa risco de fígado gorduroso (Parr & Summers, 1991).

A cistina é um aminoácido glicogênico e não-essencial produzido a partir da metionina no organismo. A cistina interage com a cisteína em uma reação de transformação mútua do tipo oxi-redução. A ingestão de cistina ou cisteína pode reduzir as necessidades nutricionais de metionina. A cistina é necessária para a formação da pele, penas e pêlos. Além do mais, é sabido que estimula o sistema hematopoiético e promove a formação de glóbulos brancos e vermelhos. Quando metabolizada, a Cistina fornece o ácido sulfúrico, que reage com outras substâncias para ajudar a desintoxicar o sistema orgânico. A Cistina contribui com o processo de cicatrização, diminuindo a dor causada pela inflamação e fortalece a formação de tecido conjuntivo. O enxofre necessário para a biossíntese da cisteína provém do aminoácido essencial metionina. Uma condensação do ATP e metionina catalisada pela metionina adenosiltransferase produz S-adenosilmetionina (SAM), importante para numerosas reações de transferência de grupamentos metil. O resultado destas transferências é a conversão do SAM a S-adenosilcisteína, que é então clivada pela adenosilhomocisteinase a homocisteína e adenosina. Na síntese da cisteína a homocisteína condensa com serina produzindo cistationa, a qual é posteriormente clivada pela cistationase produzindo cisteína e α -cetobutirato. (Swenson & Reece, 1996; Nelson & Cox, 2006).

Parr & Summers (1991) observaram que o desequilíbrio aminoacídico em aves, provocado pelo excesso ou pela deficiência de aminoácidos, causou efeitos negativos sobre o consumo e a taxa de crescimento. Além disso, pode ocasionar acúmulo de gordura no fígado, aumento no catabolismo do aminoácido limitante e, em alguns casos, levar à deficiência de vitaminas (Yoshida, 1980). De acordo com Cao et al. (1995), a deficiência, ou o excesso de metionina na ração de

poedeiras aumenta a degradação da metionina no fígado, observada pela alteração na relação metionina/cistina, que ocorre em função da atividade da enzima cistationina-sintetase. Mas, de acordo com Koelkebeck et al. (1991), as poedeiras de alta produção apresentam certa tolerância para individuais excessos dos aminoácidos comumente utilizados em dietas à base de milho e farelo de soja. Klasing (1998) afirmou que em aves adultas, a deficiência de aminoácidos resulta no catabolismo da proteína corporal, particularmente daquelas presentes no músculo esquelético, causando assim balanço negativo de nitrogênio.

2. Efeitos de níveis de metionina +cistina sobre o desempenho produtivo de poedeiras

Os componentes protéicos são os mais caros e um dos principais nutrientes presentes na dieta, cuja eficiência de utilização depende da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos, os quais são exigidos em níveis específicos pelas aves (Dale, 1994). Muitos pesquisadores têm reportado que a adição de metionina industrializada a dietas com baixo teor de proteína promove resultados econômicos satisfatórios (Combs, 1964; Harms & Miles, 1988; Waldroup & Hellwig, 1995).

Segundo Harms e Russel (1993) os níveis de aminoácidos na ração, especialmente aqueles que compõem os aminoácidos sulfurados são importantes por influenciar o tamanho dos ovos.

Braga (1984), trabalhando com poedeiras leves de 30 a 37 semanas de idade, estimou que o nível protéico da dieta, com o intuito de otimizar a conversão alimentar, a produção e o peso médio dos ovos, pode ser reduzido para 13%, desde que o consumo mínimo de metionina+cistina seja de 575 mg/ave/dia e que 316 mg/ave/dia corresponda a metionina.

O NRC (1994), recomenda 530 mg de metionina+cistina/ave/dia, para poedeiras leves, consumindo diariamente 100 g de ração com 15% de PB. Por outro lado, Rostagno et al. (2005) recomenda consumo de 0,724 mg de metionina+cistina digestíveis para poedeiras leves com médias de peso de 1,470

kg e de massa de ovos de 55 g/dia, para todo período produtivo. O manual da Hy-line W36 (2005) recomenda consumos de 603 e de 558 mg de metionina+cistina digestíveis/ave/dia, para poedeiras leves, nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas, respectivamente. Contudo, Zollitsch et al. (1996) recomendam para poedeiras leves, consumo diário de 551 mg/ave/dia de metionina+cistina para ótimo desempenho das aves durante todo período de produção.

Togashi et al. (2002) verificaram que para otimizar a produção de ovos e consumo de ração, as exigências de metionina+cistina foram estimadas em 0,565 e 0,574%, respectivamente. Enquanto que os níveis de 0,582 e 0,569% foram os mais adequados para maximizar o peso e a massa dos ovos, respectivamente. Waldroup e Hellwig (1995), trabalhando com poedeiras leves de 51 a 71 semanas de idade, verificaram que a produção e a massa de ovos atingiram melhores valores quando as aves consumiram entre 676 e 691 mg de metionina+cistina por ave por dia.

Sá et al. (2007) trabalhando com poedeiras leves, verificaram maior requerimento de metionina+cistina digestíveis para o parâmetro peso de ovo (825 mg/ave/dia), seguido de massa de ovos (817 mg/ave/dia), de conversão (794 mg/ave/dia) e de produção de ovos (733 mg/ave/dia).

Schutte et al. (1994), utilizando poedeiras leves, encontraram melhor eficiência alimentar com consumo de 740 mg de metionina+cistina por dia, dos quais 440 mg eram de metionina, obtendo uma produção de massa de ovos de 55 gramas.

Bertram e Schutte (1992) estimaram a exigência em metionina+cistina para poedeiras leves de 755 mg/ave/dia para alta produção. Relataram ainda que a exigência para melhor eficiência de conversão alimentar é maior que a exigência para maior produção de ovos.

Narváez-Solarte (1996) estimou as exigências em metionina+cistina em 668 e 679 mg/ave/dia, para produção de ovos, respectivamente, para poedeiras leves e semipesadas. Para peso médio e massa de ovos, os autores estimaram em 687 e 672 mg/ave/dia para poedeiras leves, e em 675 e 679 mg/ave/dia para poedeiras semipesadas, respectivamente.

Cupertino (2006) verificou diferentes exigências, para poedeiras, de metionina+cistina digestíveis considerando diferentes parâmetros. Para poedeiras leves encontrou níveis de consumos de 685, de 698 e de 712 mg de aminoácidos sulfurosos/ave/dia, respectivamente, para conversão alimentar, peso de ovo e massa de ovos. Para poedeiras semipesadas encontrou níveis de consumo dos mesmos aminoácidos de 747, de 718 e de 723 mg/ave/dia para conversão alimentar, produção de ovos e massa de ovos, respectivamente.

3. Efeitos de níveis de metionina +cistina sobre a qualidade dos ovos de poedeiras

A avicultura de postura comercial registra perdas econômicas significativas devido aos problemas na qualidade dos ovos. Os atributos de qualidade externa são caracterizados pela forma, limpeza e integridade da casca. A perda de ovos, associada à baixa qualidade de casca, aumenta com o avanço da idade. Além da característica da casca, também as características internas apresentam grande valor quando se trata de qualidade de ovos. Para os consumidores a qualidade dos ovos esta relacionada não somente com a resistência da casca, mas também com as características sensoriais e com a composição nutricional dos ovos. Para a indústria de processamento de ovos, qualidade de ovos está relacionada com as propriedades funcionais dos componentes internos dos ovos, principalmente do que diz respeito ao volume e a consistência do albúmen. Leeson e Summers (2001) descrevem que o ovo contém 12% de proteína bruta, sendo que 42% da gema, 55% do albúmen e 3% da casca são proteínas e que estas moléculas possuem perfis aminoacídicos diferentes.

A composição química do albúmen do ovo é bastante estável e difícil de ser modificada nutricionalmente, em função de seus componentes serem segregados pelas células epiteliais do oviduto. Assim, uma alteração nutricional da ração, não modifica de forma substancial sua composição, porém pode alterar a relação gema/albúmen (Mateos, 1991).

Diversas pesquisas, realizadas com o objetivo de avaliar e correlacionar medidas dos componentes internos do ovo como atributo de sua qualidade interna, sugeriram, principalmente, as medidas de unidades Haugh e os índices de albúmem e de gema (Fernandes et al., 1983). As medidas de unidades Haugh, os índices de albúmen e de gema e a porcentagem dos componentes e nutrientes dos ovos, estão correlacionados à qualidade interna dos ovos. A medida de unidade Haugh é baseada numa relação entre a altura do albúmem e o peso do ovo, muito utilizada como medida de qualidade de albúmem. Altos valores de unidade Haugh indicam alta qualidade interna dos ovos. O índice de albúmem é a relação entre a altura do albúmem denso e a média dos diâmetros maior e menor desta camada, enquanto o índice de gema é a relação entre a altura da gema e a média dos seus diâmetros, maior e menor (Goulart, 1997).

A proteína depositada na gema é sintetizada no fígado e é continuamente acumulada no ovário, até o momento da ovulação. Por outro lado, o albúmen é sintetizado no oviduto e é adicionado ao ovo durante a passagem deste pelo magno, em um período de aproximadamente 3 horas (Penz Jr. e Jensen, 1991). Tsiagbe et al. (1988) suplementando metionina (125 a 250 ppm) para poedeiras comerciais, verificaram elevação na composição em fosfolipídios totais da gema dos ovos. Os autores também observaram correlação significativa entre o peso da gema e a concentração em fosfolipídios totais e fosfatidilcolina e a relação fosfatidilcolina/ fosfatidiletanolamina.

Trabalhando com poedeiras comerciais semipesadas na fase de pico de produção, Bertechini et al. (1995) verificaram que o aumento de aminoácidos sulfurosos totais da ração (0,545; 0,595; 0,645; 0,695; e 0,745 % de AAST) provocaram redução linear nos valores de unidade Haugh (100,6; 97,5; 96,1; 95,7; e 93,5).

Penz Jr. e Jensen (1991) verificaram que dieta com 13% de proteína bruta suplementada com metionina resultou na redução significativa do peso dos ovos em comparação com dieta com 16% de proteína bruta suplementada com metionina. De acordo com estes mesmos autores, a redução no tamanho do ovo está primeiramente associada com a redução do albúmen contido no ovo.

Carey et al. (1991) obtiveram aumento no peso dos componentes dos ovos através do aumento da ingestão de metionina diária (326 para 512 mg/ave). Aumentos significativos no peso e na massa dos componentes dos ovos, bem como o teor dos sólidos da gema e do albúmen foram obtidos pelas aves que receberam o nível mais alto de metionina.

Pavan et al. (2005) objetivando maximizar a produção e a qualidade dos ovos através de níveis protéicos (14; 15,5; 17%) e de aminoácidos sulfurados (0,57; 0,64; 0,71%), constataram que o peso dos ovos e a porcentagem de albúmen aumentaram com o aumento do o nível de metionina da dieta.

Cupertino (2006) constatou aumento na porcentagem de gema e casca com o aumento no consumo de metionina+cistina digestíveis, que variaram de 536 a 784 mg/ave/dia, para poedeiras leves. Não foi constatado efeito do consumo de metionina+cistina sobre porcentagem de albúmen, para os níveis estudados.

Narváez-Solarte (1996), não encontrou diferenças significativas entre níveis de metionina+cistina na ração, ao trabalhar com poedeiras leves e semipesadas, considerando o índice de gema para ambas linhagens. Entretanto, notaram aumento linear do índice de albúmen e da unidade haugh, com o aumento dos níveis de metionina na ração, para ambas as linhagens.

Rodrigues et al. (1996) relataram que à medida que se aumentava os níveis de metionina+cistina na ração de poedeiras leves no segundo ciclo de postura nas fases inicial e final de postura, a qualidade interna medida em unidade haugh diminuía, para ambas as fases.

Shafer et al. (1996) examinando os efeitos de consumo de metionina na qualidade dos componentes e composição de ovos de poedeiras, compararam em um primeiro experimento, um consumo alto de metionina de 512 com 326 mg/ave/dia. O consumo de 512 mg/ave/dia proporcionou aumento do peso de ovo e dos sólidos totais e da massa dos componentes do albúmen e da gema. Num segundo experimento, estes mesmos autores verificaram que não houve diferenças no peso e produção dos ovos entre os níveis de metionina estudados (328, 354, 392, e 423 mg/ave/dia), contudo, houve aumento significativo no teor de proteína

bruta do albúmen e gema, à medida que se aumentou a ingestão diária de metionina.

4. Efeitos de níveis de lisina sobre a produção e a qualidade de ovos de poedeiras

A lisina normalmente é o segundo aminoácido limitante nas rações de milho e farelo de soja para aves. A exigência em lisina para poedeiras é influenciada por vários fatores, sendo um deles a variável utilizada para sua determinação. Por exemplo, se a variável for a produção de ovos, a exigência em lisina será menor do que se for utilizado o peso dos ovos. Segundo Goulart (1997), é relevante também considerar o consumo de ração, na determinação da exigência em lisina, principalmente porque o consumo está relacionado com a energia da ração, com a linhagem da ave, com o peso corporal e com a temperatura ambiente.

Um amplo espectro de respostas tem-se alcançado para a determinação das exigências em lisina de poedeiras, objetivando-se alcançar eficiência produtiva satisfatória. Neste sentido, Rhodimet (1993) apresentou recomendação de 783mg de lisina total/ave/dia ou 0,870% de lisina na ração para o consumo de 90g de ração. Entretanto, o NRC (1994) recomendou um consumo de 650mg de lisina total/ave/dia para poedeiras leves, enquanto Rostagno et al. (2005) sugerem 796mg de lisina digestível/ave/dia, para poedeiras leves com peso corporal de 1,470 kg. O manual de manejo das poedeiras Hy-Line W36 (2005) recomenda a utilização de 747 e de 720 mg/dia/ave de lisina digestível no período de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade, respectivamente.

Latshaw (1976), estudando a exigência em lisina para poedeiras leves, observou que a produção de ovos e o consumo de ração não foram influenciados, significativamente, pelos níveis de lisina utilizados, enquanto que para peso de ovos a suplementação de lisina na ração basal promoveu resposta satisfatória. Esse autor concluiu que o consumo diário de 650 mg de lisina/ave seria suficiente para otimizar a produção e o peso dos ovos, porém, se o máximo peso de ovos não for de interesse, o consumo de lisina poderá ser menor.

Nathanael e Sell (1972) estimaram a exigência de lisina para poedeiras leves em 690 mg/ave/dia para maior peso de ovo, enquanto para maior produção de ovos foi de 710 mg/ave/dia.

Sá (2005) constatou como exigência de lisina digestível para poedeiras leves de 34 a 50 semanas de idade, consumos de 859 e de 861 mg de lisina/ave/dia para conversão alimentar e produção de ovos, respectivamente. Para a variável massa de ovos, correspondente a 57 g/ave/dia, constatou-se o maior consumo deste aminoácido, 893 mg/ave/dia.

Segundo Hiramoto et al. (1990), a deficiência de lisina resulta em inibição severa da síntese protéica no oviduto (incluindo magnum e remanescentes de oviduto), seguindo para o fígado e posteriormente para deposição de proteína corporal. No oviduto são sintetizadas, predominantemente, as proteínas da clara do ovo; e no fígado as proteínas da gema do ovo, as proteínas envolvidas no metabolismo e as proteínas plasmáticas. Todas estas funções são essenciais para manutenção sob condições de deficiência de aminoácidos, resultando em alta taxa de síntese protéica no fígado, o qual é relativamente resistente a alterações dietéticas.

A utilização de lisina e de metionina pode ser uma maneira de direcionar os produtos derivados de ovo para o mercado consumidor de acordo com a necessidade e a relação custo/benefício (Sohail, et al., 2002). Da mesma forma, Faria et al. (2003) comentam que o uso de lisina sintética pode aumentar o teor de proteína e o conteúdo de sólidos totais dos ovos e de seus componentes com possibilidade de produzir um maior volume de produtos, reduzindo assim o custo do processamento para indústria.

Shafer et al. (1998) evidenciaram o aumento dos sólidos totais dos componentes dos ovos quando utilizados níveis mais altos de lisina, influenciando diretamente a qualidade dos ovos.

Prochaska et al. (1996) ao verificarem o consumo de lisina sobre produção, peso dos ovos e parâmetros de qualidade (porcentagem de albúmen, proteína e sólidos totais), obtiveram os seguintes resultados: no primeiro experimento, com galinhas poedeiras de 42 a 64 semanas de idade, e três consumos de lisina (677; 1.154 e 1.613 mg/ave/dia), o consumo de lisina de 1.613 comparado ao de 677

mg/ave/dia aumentou o peso, sólidos totais e proteína do albúmen e peso de ovo. Não houve diferença significativa em produção de ovos, consumo de ração, peso de ovo, sólidos totais e proteína da gema. No segundo experimento, com galinhas poedeiras de 23 a 38 semanas de idade, e quatro consumos de lisina (638; 828; 1.062 e 1.165 mg/ave/dia), o consumo de lisina de 1.165 mg/ave/dia resultou em baixo consumo de alimento e produção de ovos. Consumo de lisina de 1.062 comparado ao de 638 mg/ave/dia, resultou em maiores sólidos totais e proteína do albúmen e produção de ovos.

Novak et al. (2004) perceberam um aumento significativo no percentual de albúmen dos ovos de poedeiras leves no período de 44 a 63 semanas de idade alimentadas com 959 mg de lisina total/ave/dia quando comparado aos ovos das aves alimentadas com 860 mg de lisina total/ave/dia e este aumento refletiu diretamente no percentual de sólidos do albúmen.

5. Fatores que afetam as exigências de metionina+cistina para poedeiras comerciais

Muitos fatores interferem nas exigências de aminoácidos das aves, dentre eles a linhagem, temperatura ambiental, produção de massa de ovo por dia, tipo de instalação, densidade de alojamento, espaço de comedouro, disponibilidade e composição da água, estado de saúde da ave e nível energético da dieta (Leeson e Summers, 2001). Jansman e Klis (2002) descreveram outros fatores que podem alterar as exigências nutricionais das aves, como sexo, idade, consumo de ração, disponibilidade de nutrientes, umidade do ar, outros aminoácidos na dieta, análise estatística e forma de expressão dos resultados.

A idade das aves afeta a exigência, sendo que em poedeiras, a exigência de energia aumenta, enquanto a dos aminoácidos diminui, ao longo do crescimento das aves (NRC, 1994; D'Mello, 1994). No entanto, Graber et al. (1971) comentaram que os aminoácidos sulfurosos não agem dessa forma, pois a cistina é o aminoácido de maior concentração na proteína das penas (queratina), representando, portanto, o aumento de sua exigência, associado ao decréscimo de

metionina com o avanço da idade das aves. Segundo Baker (1986), as aves mais pesadas exigem maior quantidade de cada nutriente essencial, em comparação as leves, mas evidências sugerem que as exigências expressas como porcentagem ou miligrama por quilograma da ração não variam, ou são inferiores, as propostas para poedeiras leves de mesma idade (Rostagno et al., 2005 e NRC, 1994). Entretanto, o que se observa na prática é que a exigência de ave semipesadas é atendida com o aumento do consumo de ração. Estas variações nas exigências são devido às alterações fisiológicas que ocorrem durante a formação muscular e óssea, empenamento e aparelho reprodutor (Scott et al., 1982), ou seja, alterações nas prioridades de crescimento dos tecidos corporais (Martin et al., 1994). No início da maturidade sexual das aves a queda nas necessidades da lisina é maior que as verificadas para metionina e cistina (NRC, 1994). Isto porque com a aproximação da maturidade sexual, a taxa de deposição de proteína do corpo diminui, enquanto o crescimento de penas e as necessidades de manutenção são aumentados, e como as penas são ricas em cisteína e a manutenção requer mais metionina que lisina, a relação entre ambas tende a crescer com a idade em relação à lisina (Baker e Han, 1994).

Rodrigues et al. (1996), trabalhando com poedeiras leves no segundo ciclo de produção, observaram que os níveis de metionina+cistina de 627 mg/ave/dia, para o início de postura, e 556 mg/ave/dia para a fase final de postura, foram adequados para ótimo desempenho.

Ahn et al. (1997), testaram o efeito da linhagem e idade da galinha poedeira sobre a relação gema/clara e os sólidos contidos no ovo. Eles avaliaram 1600 ovos oriundos de quatro linhagens de White Leghorn (Delta, H&N, Hy-Line W-36 e Hy-Line W-77) coletados na 28^a, 55^a, 78^a e 97^a semana de idade das aves. Ocorreu efeito significativo da idade da ave sobre os conteúdos sólidos do ovo, sendo que aves jovens (28 semanas) produziram ovos com maior concentração de sólidos na clara e menor concentração de sólidos na gema quando comparados a ovos de galinhas mais velhas (78 e 97 semanas de idade), sendo que o conteúdo total de sólidos do ovo aumentou com a idade da ave. Ocorreu uma menor relação gema/clara nos ovos de galinhas jovens (28 semanas) e galinhas velhas (97

semanas) quando comparados aos ovos produzidos por aves de 55 e 78 semanas de idade. Os autores também perceberam diferenças significativas nos sólidos do ovo e na relação gema/clara em função da linhagem, sendo que as linhagens H&N, Delta, W-36 e W-77, apresentaram nesta ordem, um aumento nos sólidos da clara, da gema e do ovo. Os pesquisadores ainda argumentaram que as diferenças existentes nos sólidos contidos nos ovos, podem ser genéticas, visto a intensidade dos programas de seleção genética para produção e peso dos ovos nos últimos anos.

Silversides e Scott (2001) avaliaram não só o efeito da idade e da linhagem da poedeira, como também o tempo de armazenamento dos ovos (1, 3, 5 e 10 dias) sobre a qualidade dos mesmos. Os autores coletaram ovos de galinhas ISA-White e ISA-Brown entre 28 e 59 semanas de idade e perceberam que os ovos de galinhas ISA-Brown são maiores, com menos gema, mais albúmen e maior porcentagem de casca que os ovos de ISA-White. A altura do albúmen denso dos ovos de galinhas ISA-White foram maiores que ISA-Brown, e decresceu com o aumento da idade e com o aumento do tempo de armazenagem.

Bertechini et al. (1995), ao avaliarem os efeitos de níveis de aminoácidos na dieta sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais semipesadas na fase de pico de produção os níveis de aminoácidos sulfurosos foram superiores aos de poedeira leve, sendo 718 mg/dia contra 580 mg/dia.

Parr e Summers (1991) observaram que o consumo de alimento foi semelhante em aves, submetidas à rações com diferentes níveis de energia (2.650, 2.850 e 3.050 kcal EM/kg), mas contendo igual concentração de aminoácidos essenciais, sugerindo que a regulação do consumo não é governada, exclusivamente, por uma exigência específica de energia, mas é altamente influenciada por uma exigência em aminoácidos essenciais, ou deposição de proteína.

O consumo de ração varia com as alterações climáticas e, como consequência afeta o consumo de aminoácidos. Aves de postura mantidas em ambientes de baixas temperaturas tem seu crescimento em penas estimulado (Zollitsch et al., 1996), diminuindo, provavelmente, a relação lisina e aminoácidos sulfurosos.

Faria et al. (2001) procuraram avaliar os efeitos de três temperaturas ambientais: termoneutra (24,8 a 27°C), estresse calórico cíclico (26,2° C por 16 horas e 32,1°C por 8 horas) e estresse calórico constante (30 a 32°C) sobre o desempenho, temperatura corporal e qualidade de ovos de galinhas poedeiras de 31 semanas de idade. Os autores perceberam que as aves submetidas ao estresse calórico cíclico tiveram o consumo de ração (101,19 g), a produção de ovos (88,25%), o peso do ovo (56,64g), a massa de ovo (50,34 g/ave/dia) e a conversão alimentar (2,03 g/g) semelhantes às aves no termoneutro. Contudo as aves submetidas ao estresse calórico constante consumiram menos ração (60,97 g), tiveram pior produção de ovos (74,4%), menor peso (53,66g) e massa de ovos (40,04g/ave/dia) quando comparada aos demais tratamentos.

Hsu et al. (1998) avaliaram o efeito da suplementação de metionina para poedeiras com 29 semanas de idade, submetidas a temperaturas de 24 e 34°C e constataram que o aumento da temperatura piorou o desempenho avaliados pelo consumo de ração, produção de ovos, peso do ovo e peso vivo das aves.

Segundo Obled (2004), os requerimentos de aminoácidos sulfurados, particularmente cisteína, estão aumentados durante as enfermidades. Malmezat et al. (2000), demonstraram que a síntese de cisteína a partir de metionina em ratos aumentou aproximadamente 2,7 vezes dois dias após uma infecção. Em geral a oxidação da maioria dos aminoácidos aumenta durante os estados inflamatórios, porém o catabolismo de cisteína reduz nestes períodos. Isso indica que a cisteína se reserva para sintetizar componentes importantes para a proteção contra o estresse oxidativo. Cisteína é utilizada para a síntese de proteína de fase aguda e principalmente para síntese de glutathione. A glutathione é quantitativamente o antioxidante intracelular mais abundante tendo vários papéis importantes, sendo de vital importância na proteção contra o desenvolvimento do estresse oxidativo que acompanha os estados inflamatórios. (Le Floch et al., 2004; Obled, 2004).

Parece haver influência do modelo estatístico usado nas análises de determinação das exigências dos aminoácidos para as aves. Morris (1983) argumentou que o modelo quadrático pode proporcionar um bom ajuste de dados, causando uma falsa segurança, uma vez que a curvatura é muito sensível a

variações nos intervalos dos tratamentos, e que o modelo é fisiologicamente incorreto, pois pressupõe respostas simétricas para deficiência e para excesso. O autor comentou que o ajuste de dados pelo modelo Linear Response Plateau pode proporcionar um bom ajuste estatístico, mas frequentemente subestima a dose ótima.

Literatura citada

- Ahn, D. U., Kim, S.K., Shu, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**. V. 76, p.914–919, 1997.
- Baker, D.H. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **Journal of Nutrition**, v.116, n.8, p.2339-2349,1986.
- Baker, D.H., Chung, T.K. Ideal protein for swine and poultry. **Biokyowa Technical Review**, v.4, 16p., 1994.
- Baker, D.H., Han. Y. 1994. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, n.4, p.1441- 1447, 1994.
- Bertechini, A.G., Teixeira, A.S., Lira, V.M.C. Níveis de lisina para poedeiras comerciais leves na fase de pico de postura.. In: Conferência APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba. **Anais....** Curitiba, PR: APINCO, p.75, 1995.
- Bertram, H. L., Schutte, J. B. Evaluation of the sulphur containing amino acids in laying hens. In: World`s Poultry Congress. **Proceedings...**Armsterdan, Netherlands. p. 606-609, 1992.
- Braga, D.F. **Exigências nutricionais de lisina e aminoácidos sulfurosos para galinhas poedeiras e de lisina para suínos em crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 186p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- Cao, Z., Cai, FL, Coon, C. The methionine and cystine metabolism and requirement of laying. **Poultry Science**, v,74. Suppl 1, p. 105, 1995. (Abstr.).
- Carey, J.B., Asher, R.K., Angel, J.F., et al The influence of methionine intake on egg consumption. . **Poultry Science**, v.70 Suppl. 1, p.152, 1991.
- Combs, C. F. Further studies of protein and amino acid needs of broilers and laying hens. **Proc. Maryland Nutr. Conf.:** 45-71, 1964.
- Cupertino, E.S. **Exigência de aminoácidos digestíveis (lisina, aminoácidos sulfurosos e treonina) para poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 110p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

- D'Mello, J.P.F. **Amino acid imbalance, antagonism and toxicities**. In: Amino Acids in Farm Animal Nutrition. P.63-97, 1994.
- Dale, N. Proteína ideal para pollos de engorde. In: **Avicultura Profesional**. V.11, n.3, p.104-107, 1994.
- Faria, D.E., Harms, R.H., Antar, R.S., et al. Re-evaluation of the lysine requirement of the commercial laying hen in a corn-soybean meal diet. **J. Appl. Poult. Res.**, v.23, p.161-174, 2003.
- Faria, D.E., Junqueira, O.M., Souza, P.A., et al. Desempenho, Temperatura Corporal e Qualidade dos Ovos de Poedeiras Alimentadas com Vitaminas D e C em Três Temperaturas Ambiente. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, v.3, n.1, p.49-56. 2001.
- Fernandes, E.A., Guarato, E.L., Murakami, A.E. Efeito da temperatura e do período de armazenamento sobre a qualidade interna de ovos para consumo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.107, p. 58-61, 1983.
- Goulart, C.C. **Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- Graber, H. G., Scott, H. M., Bacher, D.H. Sulfur amino acid nutrition of growing chick: Effect of age on the capacity of cystine to spare dietary methionine. **Poultry science**, v. 50, p. 1450 – 1455, 1971.
- Guia de manejo- Hy-line W36, 2003-2005, 23p.
- Harper, A.E., Benevenga, N.J., Wohlhueter, R.M. Effects ingestion of disproportionate amounts of amino acids. **Physiological Reviews**, v.50, n.4, p.428-547, 1970.
- Harms, R.H., Miles, R.D., influence of FERMATCO on the performance of laying hens when fed different methionine levels. *Poultry Science*, v. 67, p.842-44, 1988.
- Harms, R. H., Russel, G. B. Amino acid supplementation restores performance of commercial layers fed a low protein diet. *Poultry Science*, v. 72, n.10, p. 1892-1896. 1993.
- Hiramoto, K., Muramatsu, T., Okumura, J. Effect of methionine and lysine deficiencies on protein synthesis in the liver and oviduct and in the whole body of laying hens. **Poultry Science**, v. 69, p. 84-89, 1990.

- Hsu, J.C, Lin, C.Y., Chiou, P.W.S. Effects of ambient temperature and methionine supplementation of a low protein diet on the performance of laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, 74:289-299. 1998.
- Jansman, A. J. M., Van Der Klis, J. D. Evaluation of the amino acid requirements in laying hens. In: CONFERENCE EUROPEAN POULTRY 11th, Bremen. **Anais...** Conference European Poultry. CD-ROM. 2002.
- Klasing, K.C., Amino acids In: **Comparative Avian Nutrition**. CAB INTERNATIONAL, Cambridge, UK, p.133-170, 1998.
- Koelkebeck, K.W., Baker, D.H., Han, Y. et al. Research note: effect of excess lysine, methionine, threonine or tryptophan on production performance of laying hens. **Poultry Science**, v. 70, n. 7, p. 1651-53, 1991.
- Latshaw, J. D. Lysine requirement of hens fed diets with corn as major cereal grain. **Poultry Science**, v. 55, n. 6, p. 2348-2353, 1976.
- Le Floc'h, N. Mechior, D. Obled, C. Modifications of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. **Livestock Production Science**, v.87, p. 37-45. 2004.
- Leeson, S., Summers, J. D., Caston, L. J. Response of layers to low nutrient density diets. **Journal applied Poultry Research**, v.10, p. 46-52. 2001.
- Malmezat, T.; Breuillé, D.; Pouyet, C.; Buffière, C. et al. Methionine transsulfuration in increased during sepsis in rats. **Am J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, v. 279, p. 1391-1397. 2000.
- Martin, P.A., Bradford, G.D., Gous, R.M. A formal method of determining the dietary amino acid requirements of laying-type pullets during their growing period. **British Poultry Science**, v.35, n.1, p.709-724, 1994.
- Mateos, G. G. **Nutrición e alimentación de gallinas ponedoras**. Eds. De Blas, C. y Mateos, G. G. MAPA. Madrid. Barcelona. p. 226 – 263, 1991.
- Mendonça, B.P. Manejo alimentar de matrizes pesadas. In: CONFERÊNCIA APINCO 96 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba, p. 77-90. 1996.
- Morris, C. N. Natural Exponential Families with Quadratic Variance Functions **The Annals of Statistics**, v. 10, n. 1, p. 65-80. 1983.
- Narváez-Solarte, W.V. Exigências em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas. Viçosa, MG: UFV, 1996. 57p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

- Nathanael, A.S., Sell, J.L. Quantitative measurements of lysine requirement of the laying hen. **Poultry Science**. V.59, p.594-597, 1972.
- National Research Council-NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9. ed. Washington, National Academy of Sciences: 1994. 155p.
- Nelson, D. L., Cox, M. M. **Lehninger – Principles of Biochemistry**. Four edition, 1119p. 2006.
- 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**, v.83, p.977-984, 2004.
- Obled, C. Necesidades de aminoácidos en estados inflamatorios. **Avances em Tecnologia Porcina**, v. 1, p. 4-20. 2004.
- Parr, J.F., Summers, J.D. The effect of minimizing amino acid excess in broiler diets. **Poultry Science**, v. 70, p. 1540-1549, 1991.
- Pavan, A. C., Móri, C., Garcia, E.A., et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.34, n.2, p. 568-574, 2005.
- Penz Jr., A.M., Jensen, L.S. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high- or low-protein diets on egg weight and components in laying hens. **Poultry Science**, v.70, n.4, p.2460-2466, 1991.
- Rathmacher, J. A. Measurement and significance of protein turnover. In: **Farm animal metabolism and nutrition**. Wallingford: CAB International, p. 25-48, 2000.
- Rhodimet feed formulation guide. 6. ed. France: **Rhône- Poulenc Animal Nutrition**, 39p. 1993.
- Rodrigues, P.B.; Bertechini, A.G.; Oliveira, B.L. et al. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de aminoácidos sulfurados totais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.248-260, 1996.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Ferreira, A.S., Oliveira, R.F., Lopes, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos - composição de alimentos e exigências nutricionais** (2a edição). Viçosa-MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.

- Prochaska, J.F., Carey, J.B., Shafer, D.J. The effect of L-lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**, v.75, p.1268-1077, 1996.
- Sá, L.M. **Exigências nutricionais de lisina, de metionina + cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade.** Viçosa, UFV, 2005. 79p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- Sá, L.M., Gomes, P.C., Albino, L.F.T., Rostagno, H.S., Nascif, C.C. Exigência nutricional de metionina + cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1837-1845, 2007.
- Schutte, J.B., Jong, J., Bertram, H.L. Requirements of the laying hen for sulfur amino acids. **Poultry Science**, v.73, p.274-280, 1994.
- Schutte, J.B., Weerden, E.J., Bertram, H.L. Protein and sulphur amino acids nutrition of the hen during the early stage of laying. **Arch. Gelugelkd.** v.48, n.5, 165-170, 1984.
- Scott, M. L., Neisheim, M. C. And Young, R. J. **Nutrition of the Chicken.** 3a ed. M.L. Scott and Associates: Ithaca, New York. 562p. 1982.
- Shafer, D.J, Carey, J.B., Prochaska, J.F. Dietary Methionine Intake Effects on Egg Component Yield, Composition, Functionality, and Texture Profile Analysis. **Poultry Science**, v. 77, 1056–1062, 1998.
- Shafer, D.J., Carey, J.B., Prochaska, J.F. Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition. **Poultry Science**, v.75, p.1080-1085, 1996.
- Siversides, F.G. and Scott, T.A. Effect of Storage and Layer Age on Quality of Eggs From Two Lines of Hens. **Poultry Science**, v.80, p.1240-1245, 2001.
- Smith, R. Added choline, methionine promote essential functions. **Feestuffs**, v.55, n.1, p.16-18, 1983.
- Sohail, S. S., Bryant, M. M., Roland, D. A. Influence of supplemental lysine, isoleucina, threonine, triptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy-Line W-36 hens. **Poultry Science**, v.81, p.1038-1044, 2002.
- Swenson, M.J., Reece, W.O. **Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos.** Edit. Guanabara Koogan. 11ed. 856p. 1996.

- Tisiagbe, V.K., Cool, M.E., Harper, A.E., Sunde, M.L. Alterations in phospholipids composition of egg yolks from laying hens fed choline and methionine supplemented diets. **Poultry Science**, v.67, p. 1717-1724, 1988.
- Togashi, C.K., Fonseca, J.B., Soares, R.T.R.N., Souza, C.L.M. Determinação de Níveis de Metionina+Cistina para Poedeiras Semi-pesadas Alimentadas com Rações contendo Levedura Seca (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1426-1433, 2002.
- Waldroup, P.W., Hellwig, H.M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. **Journal Applied Poultry Science**, v.4, p.283-292. 1995.
- Yoshida, A. Utilization of limiting amino acids for protein synthesis in amino acid imbalance, **Nutr. Rep. Int.** v. 9, p. 13-15. 1980.
- Zollitsch, W., Zhiqiang, C., Peguri, A., Zhang, B., Cheng, T. and Coon C. **Nutrient requirements of laying hens**. In: Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos. Viçosa, MG, p. 109 – 159, 1996.

CAPÍTULO 1

NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES, NO PERÍODO DE 24 A 40 SEMANAS DE IDADE

Introdução

É importante otimizar a utilização dos alimentos na alimentação das aves, com isto, torna-se necessário o conhecimento tanto do valor nutricional dos alimentos como da exigência nutricional das aves. Além disso, os componentes protéicos são os principais nutrientes das rações das aves, possuem elevado custo e sua eficiência de utilização depende da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos, os quais são exigidos em níveis específicos pelas aves. Assim, os nutricionistas utilizam o conceito de proteína ideal, que pode ser definido como o balanço exato de aminoácidos essenciais e não-essenciais, capazes de prover, sem deficiências ou excessos, as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção. Cole & Van Lunen

(1994) definem proteína ideal como o fornecimento do ótimo balanço de aminoácidos fornecidos juntamente com suficiente quantidade de nitrogênio para síntese de aminoácidos não essenciais.

Com os avanços na produção dos aminoácidos sintéticos em escala comercial e a preços compatíveis, foi favorecido o uso na prática do conceito de proteína ideal. Assim, é possível garantir a maximização do uso de aminoácidos para a síntese protéica e a diminuição dos efeitos negativos da poluição ambiental, ocasionados pelo excesso de nitrogênio excretado (Narvaéz-Solarte, 1996). Parsons e Baker (1994) comentaram que com a aplicação deste conceito é possível amenizar a influência de fatores que afetam as exigências em aminoácidos das aves, como por exemplo a idade, a genética e o sexo, sendo portanto, praticamente impossível determinar individualmente as exigências para cada aminoácido via utilização de experimentos empíricos. Caldara et al. (2001) asseguram que a principal vantagem da aplicação do conceito de proteína ideal é que a relação entre os aminoácidos permanece idêntica, independente do potencial genético dos animais, ainda que as exigências sejam diferentes, conforme sexo e idade.

Um aumento na produção de ovos significa um aumento na ingestão e no equilíbrio dos nutrientes, que fazem parte da composição dos ovos ou que participam no seu processo de formação. Grobas & Mateos (1996) observaram que a fonte de proteína da dieta não teve efeito algum sobre o nível protéico do ovo, contudo, a quantidade total de albúmen dependeu do equilíbrio dos aminoácidos da dieta.

A metionina é o principal doador de grupo metil (S-adenosilmetionina) para as diversas reações metabólicas, além de participar diretamente da síntese protéica (Leeson e Summers, 2001). Pode ser uma fonte alternativa de cistina num processo não-reversível, com função especial na estrutura de muitas proteínas interligando cadeias polipeptídicas através de pontes dissulfeto (Nelson & Cox, 2006). Segundo Petersen et al. (1983), o controle da ingestão de metionina poderá evitar o aumento do peso dos ovos e garantir sua qualidade externa.

Os avanços genéticos das poedeiras comerciais as tornaram mais precoces e produtivas, e segundo Jordão Filho et al. (2003), a cada quatro ou cinco anos, são

lançadas no mercado linhagens mais eficientes na conversão dos nutrientes consumidos. Com isso, justificam-se as constantes revisões de suas necessidades nutricionais, estimando com maior precisão suas exigências em aminoácidos.

Objetivou-se neste trabalho avaliar níveis de metionina+cistina digestíveis para determinar a relação ideal aminoácidos sulfurosos/lisina em rações de poedeiras comerciais leves, no período de 24 a 40 semanas de idade.

Material e métodos

Foi conduzido um ensaio experimental nas instalações da Seção de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 02 de março a 22 de junho de 2006.

Foram utilizadas 216 aves da marca comercial Hy-line W-36, no período de 24 a 40 semanas de idade, em um delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental.

As poedeiras foram adquiridas com 20 semanas de idade e manejadas conforme descrito no manual da linhagem, porém seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005) na elaboração das dietas. As aves foram alojadas em um galpão de postura totalmente aberto e coberto com telhas de barro, sendo alojadas aos pares, em gaiolas de 25x40x45 cm.

Antes da administração das dietas experimentais, realizou-se a distribuição das poedeiras, padronizando-as por peso corporal e porcentagem de postura. O controle da produção de ovos foi realizado no período de 20 a 24 semanas de modo a permitir a uniformização da postura das aves nos tratamentos.

Ao completarem 24 semanas de idade, as aves foram submetidas aos tratamentos que consistiam de rações isonutritivas, exceto para os níveis de

metionina + cistina digestíveis, que variaram em seis níveis. O nível sub-ótimo de lisina utilizado na dieta experimental foi de 0,770% para um consumo médio esperado de 731 mg/ave/dia de lisina e de 95 g/ave/dia de ração. Os níveis de aminoácidos sulfurosos digestíveis foram obtidos a partir de uma dieta basal (Tabela 1) deficiente em metionina+cistina digestíveis (0,65%), suplementada com 0,00; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25% de DL-Metionina (99,2%), de forma a proporcionar relações metionina+cistina/lisina digestível de 84; 91; 97; 104; 110 e 117. As suplementações com DL – Metionina foram feitas em substituição ao aminoácido L-glutâmico em equivalente protéico. Os demais nutrientes contidos nas rações, exceto as relações dos aminoácidos em relação à lisina, foram segundo as recomendações preconizadas por Rostagno et al. (2005).

As rações foram fornecidas, diariamente, em dois horários, às 7:00 e às 17:00 horas, e o consumo de água à vontade, durante todo o período experimental.

O programa de luz adotado foi o de 17 horas de luz diária. O controle do fornecimento de luz foi realizado por meio de um relógio automático (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado pelo Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFV.

As temperaturas no galpão foram monitoradas uma vez ao dia, às 8:00 horas, por três termômetros de máxima e mínima, distribuídos em pontos distintos por todo galpão, posicionados à altura das aves (Tabela 2).

O período experimental teve duração de 16 semanas e foi subdividido em 4 subperíodos de coleta dos ovos, sendo cada um correspondente a 28 dias, com os seguintes parâmetros avaliados:

- Consumo alimentar: foi determinado o consumo de ração, de metionina+cistina e de lisina ao término de cada período de 28 dias, através da divisão da quantidade de ração (gramas), de metionina+cistina (miligramas) e de lisina (miligramas) consumidas, respectivamente, em cada unidade experimental, pelo número de aves das unidades experimentais por dia.

- Produção de ovos: foi computada diariamente e de acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental.

Tabela 1 – Composição percentual e valor nutricional das dietas experimentais:

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho (7,7% de PB)	60,207	60,207	60,207	60,207	60,207	60,207
Farelo de soja (45,32% de PB)	21,501	21,501	21,501	21,501	21,501	21,501
Farelo de glúten 60%	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Óleo de soja	2,987	2,987	2,987	2,987	2,987	2,987
Calcário	9,745	9,745	9,745	9,745	9,745	9,745
Fosfato bicálcico	1,634	1,634	1,634	1,634	1,634	1,634
Sal	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina 60%	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Cloreto de potássio	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079
L-glutamato	0,300	0,250	0,199	0,149	0,098	0,048
DL-metionina (99,2%)	0,157	0,207	0,258	0,308	0,359	0,409
L-treonina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
L-lisina HCL (99%)	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
L-isoleucina	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
L-triptofano	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
Total	100	100	100	100	100	100
Composição calculada						
Proteína bruta	16,30	16,30	16,30	16,30	16,31	16,31
Energia metabolizável	2.900	2.901	2.902	2.903	2.904	2.905
Metionina+cistina digestíveis	0,650	0,700	0,750	0,800	0,850	0,900
Metionina digestível	0,410	0,460	0,510	0,560	0,610	0,660
Lisina digestível	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770
Treonina digestível	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578
Tryptofano digestível	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Isoleucina digestível	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
Valina digestível	0,693	0,693	0,693	0,693	0,693	0,693
Cálcio	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23
Fósforo disponível	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395
Sódio	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Potássio	0,615	0,615	0,615	0,615	0,615	0,615

¹ Suplementação vitamínica – Composição/kg: vit. A 12.000.000 U.I., vit D₃ 3.600.000 U.I., vit. E 3.500 U.I., vit B₁ 2.500 mg, vit B₂ 8.000 mg, vit B₆ 3.000 mg, ác. pantotênico 12.000 mg, biotina 200 mg, vit. K 3.000 mg, ác. fólico 3.500mg, ác. nicotínico 40.000 mg, vit. B₁₂ 20.000mcg, selênio 130 mg, veículo q.s.p. 1.000g.

² Suplementação mineral – Composição/kg: manganês -160g, ferro -100g, zinco -100g, cobre - 20g, cobalto -2g, iodo -2g, excipiente q.s.p. – 1000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno (antioxidante).

Tabela 2 – Temperaturas ambiente médias (mínima e máxima) e umidade relativa média registrada dentro da instalação durante o ensaio experimental.

Períodos (28 dias)	Temperaturas (°C)	
	Mínima	Máxima
I	21 (18) ¹	27 (33) ²
II	18 (15) ¹	26 (32) ²
III	13 (8) ¹	24 (29) ²
IV	12 (8) ¹	23 (28) ²
Média	16	25

1 – Menor temperatura registrada no período.

2 – Maior temperatura registrada no período.

- Eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos: foi calculado pela divisão do consumo de lisina/ave em gramas dos quatro subperíodos, pela produção total de ovos/ave dos quatro subperíodos, em cada unidade experimental.

- Conversão alimentar: foi calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dúzia) e pela massa de ovos (kg/kg), em cada um dos quatro subperíodos.

- Peso médio dos ovos: foram utilizados todos os ovos íntegros coletados nos três últimos dias de cada um dos quatro subperíodos de 28 dias. A média do peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados, por unidade experimental e expressos em gramas.

- Massa de ovos: foi expresso em gramas de ovos por ave por dia (g/ave/dia), multiplicando o peso médio dos ovos no subperíodo pelo número total de ovos produzidos no respectivo subperíodo, dividido pelo número total de aves dos dias relativos a esse período.

- Ovos não comerciais: foram computados os ovos trincados, quebrados, de casca mole, sem casca, de duas gemas e sem gema. A relação de ovos perdidos e o total de ovos produzidos no experimento foram apresentados na forma de porcentagem para cada um dos tratamentos.

- Componentes dos ovos: foram coletados 2 ovos por dia de cada repetição durante os três últimos dias a cada período de 28 dias. Obteve-se primeiramente o peso dos ovos coletados e em seguida procedeu-se a quebra do mesmo para a pesagem da gema e da casca. Para realizar a separação dos componentes dos ovos (gema,

casca e albúmen), foi utilizado um separador de gemas convencional. As cascas foram lavadas, deixadas a secar e em seguida pesadas. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso total do ovo, menos o peso da casca e da gema. A gema, o albúmen e a casca foram determinados em porcentagem.

- Ganho de peso: todas as poedeiras de cada repetição foram pesadas no início e no final do período experimental, para obtenção do ganho de peso médio, que foi obtido pela diferença entre as duas pesagens.

- Qualidade interna do ovo: a qualidade interna dos ovos foi medida por uma amostra de todos os ovos de cada repetição, coletados nos três últimos dias de cada um dos quatro subperíodos de 28 dias. Os ovos, identificados com o número de cada tratamento e repetição, foram coletados e pesados em balança com precisão de 0,1 g. No mesmo dia, procedeu-se a quebra dos mesmos, para a medição da altura de gema e de albúmen, feita com micrômetro do tipo AMES S-6428, seguindo-se a metodologia descrita por Snyder (1961), para, posteriormente, determinar as unidades Haugh, segundo o critério desenvolvido por Haugh (1937), que utiliza a seguinte fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, em que: H = altura do albúmen em mm; e W = peso do ovo, em gramas. Também foram medidos os diâmetros de albúmen e de gema, com paquímetro, para determinação dos índices de albúmen e de gema, por meio das seguintes fórmulas:

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

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

O valor da exigência dos aminoácidos em estudo foi estimado através das variáveis estudadas, mediante o uso de modelos quadrático ou LRP (Linear Response Plateau), conforme ajustamento dos dados, utilizando o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – UFV (2005).

Resultados e discussão

1. Consumo alimentar

Os resultados de consumo de ração, de metionina+cistina digestíveis e de lisina digestível estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis, consumo de ração (CR), de metionina+cistina digestíveis (CMC) e de lisina (CL) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas.

Tratamento (% M+C)	CR ¹ (g/ave/dia)	CMC ² (mg/ave/dia)	CL ¹ (mg/ave/dia)
0,650	87,01	565,6	670,0
0,700	88,05	616,3	678,0
0,750	88,43	663,3	680,9
0,800	88,73	709,9	683,2
0,850	87,34	742,4	672,5
0,900	90,11	811,0	693,8
Média	88,28	684,8	679,7
CV ³ (%)	2,45	2,65	2,45

1 Efeito linear; (P<0,08), pelo teste F

2 Efeito linear; (P<0,01), pelo teste F

3 Coeficiente de variação

Foi observado efeito (P<0,08) significativo dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o consumo de ração, que aumentaram de forma linear. O

consumo médio de ração (88,28 gramas) foi abaixo do fornecido e esperado (95 gramas), havendo dessa forma, menor ingestão dos aminoácidos em estudo. O baixo consumo de ração pode ter ocorrido devido às altas temperaturas registradas no interior do galpão (Tabela 2), que variaram enormemente durante o período estudado, chegando a temperaturas máximas de 33°C.

Diversos trabalhos divergem quanto aos resultados estatísticos para consumo de ração ao trabalharem com diferentes níveis de metionina+cistina na ração. Cupertino et al. (2006) observaram aumento linear no consumo de ração de poedeiras semipesadas de 54 a 70 semanas ao variarem os níveis de 0,492 a 0,700% de metionina+cistina digestíveis, e Barbosa et al. (1999) verificaram variação quadrática do consumo de ração de poedeiras leves, em razão do aumento de aminoácidos sulfurosos na ração. Por outro lado, Sá et al. (2007) não verificaram efeito da variação dos níveis de aminoácidos sulfurosos, de 0,517 a 0,734%, no consumo de ração de poedeiras leves e semipesadas de 34 a 50 semanas de idade. A inconsistência de resultados entre os trabalhos pode estar relacionada entre outros fatores a composição das rações experimentais, quanto ao balanço aminoacídico. De acordo com Andrigueto et al. (2003), o desequilíbrio aminoacídico em uma ração ocasiona mudanças específicas na concentração de aminoácidos plasmáticos, afetando o consumo de alimento pelas aves.

O consumo de metionina +cistina digestíveis aumentou de forma linear ($P<0,01$) em função da concentração destes aminoácidos na dieta. O consumo de lisina digestível ($P<0,08$) obteve o mesmo resultado estatístico do consumo de ração, pois possui o mesmo nível de lisina digestível em todos os tratamentos. Foi necessária a medição do parâmetro consumo de lisina para efetuar o cálculo do parâmetro eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos.

2. Produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos

Os resultados de produção de ovos e de eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis, produção de ovos (P) e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos (ELP) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas.

Tratamento (% M+C)	P ¹ (%)	ELP ² (g/ave/prod. total ovos)
0,650	90,25	0,742
0,700	92,16	0,735
0,750	93,10	0,731
0,800	93,97	0,727
0,850	93,68	0,718
0,900	95,24	0,728
Média	93,07	0,730
CV ³ (%)	1,89	2,38

1 Efeito linear; (P<0,01), pelo teste F

2 Efeito linear; (P<0,05), pelo teste F

3 Coeficiente de variação

Foi verificado efeito significativo dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a produção de ovos (P<0,01), que aumentou e sobre a eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos (P<0,05), que diminuiu de forma linear. Embora estes parâmetros tenham variado de forma linear, o modelo LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,811 e 0,772% os níveis de metionina+cistina digestíveis a partir dos quais ocorreu um platô, respectivamente, para produção de ovos e para eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos (Figuras 1 e 2).

Para estabelecer a relação ideal entre os aminoácidos estudados com a lisina, é importante que o consumo de ração não tenha variação significativa entre os tratamentos, o que não ocorreu no presente trabalho, variando em quase 24 mg de lisina/ave/dia, entre o menor e o maior consumo. Assim, tornou-se importante, para definir a relação ideal metionina + cistina/lisina, o parâmetro eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos, sendo o melhor tratamento aquele que apresentou o menor valor para esse parâmetro. Para um mesmo consumo de lisina digestível, o tratamento que proporcionar a maior produção de ovos, significa que a relação de metionina+cistina digestíveis deste tratamento é a mais ajustada, pois os níveis de aminoácidos sulfurosos eram os únicos nutrientes que variaram entre os tratamentos.

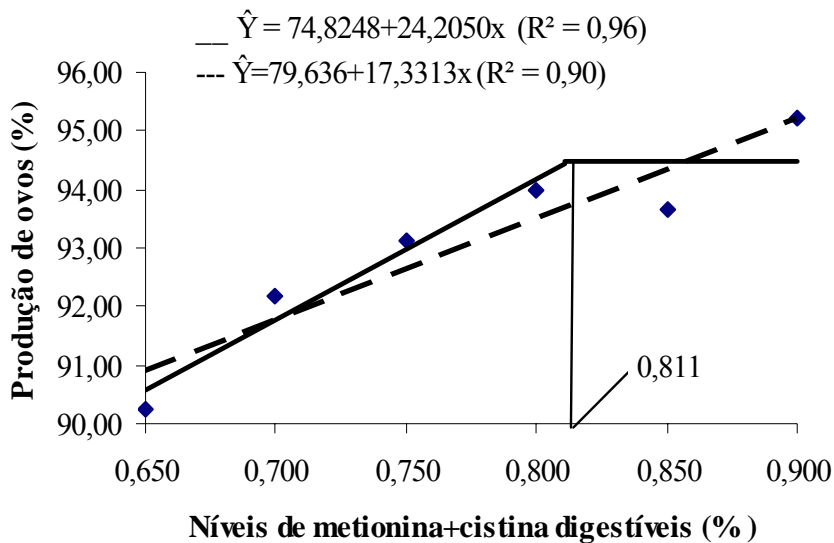


Figura 1 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre a postura de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

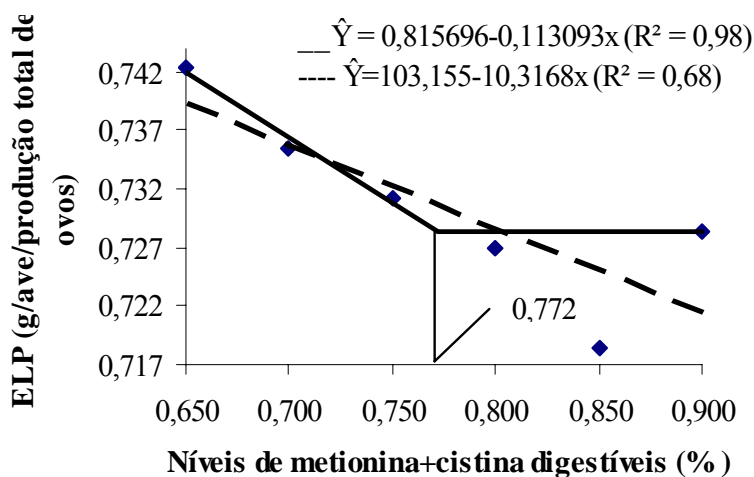


Figura 2 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre a eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

A definição deste parâmetro torna-se mais claro ao compararmos os consumos médio de lisina ocorridos nos níveis de 0,65 e de 0,85% de metionina+cistina digestíveis (670,0 vs. 672,5 mg de lisina/ave/dia) e suas respectivas produções de ovos (90,25 vs. 93,68 %). Apesar do similar consumo de lisina digestível entre os níveis citados acima, a produção de ovos do nível de

0,85% foi quase 4% superior à produção do nível 0,65%, indicando que este ganho na produção foi ocasionado pelo consumo de metionina+cistina, que aumentou de 565,6 para 742,4 mg/ave/dia no maior nível. Com isso, pode-se deduzir que este resultado foi um indicativo de que houve uma melhora no balanceamento entre os aminoácidos sulfurosos e a lisina para o nível de 0,85% de metionina+cistina digestíveis, que apresentou melhor valor de eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos.

Com os dados obtidos ficou evidenciado que as exigências de aminoácidos sulfurosos digestíveis para melhores respostas de produção de ovos e de eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos corresponderam a consumos médio de metionina+cistina digestíveis de 719 e de 682 mg/ave/dia, e relações metionina+cistina/lisina de 105 e de 100 %, respectivamente.

Influência dos níveis de metionina+cistina da ração sobre a taxa de produção de ovos de poedeiras, também foi observada por Bertran et al. (1995), Narvaez-Solarte (1996), Rodrigues et al. (1996), Novak et al. (2006), Cupertino et al. (2006), e Sá et al. (2007). Cupertino et al. (2006) estabeleceram consumos de 712 e 723 mg/ave/dia, correspondentes às relações metionina +cistina/lisina de 98 e 100%, como exigência para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. De forma similar, Sá et al. (2007) encontraram como exigências para poedeiras leves de 34 a 50 semanas de idade uma relação aminoácidos sulfurosos/lisina de 101% e consumo de 825 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis, em tratamentos que variaram os consumos entre 610 e 868 mg/ave/dia destes aminoácidos. Este consumo mais elevado de aminoácidos sulfurosos pelas aves, encontrado por estes autores, provavelmente é devido à linhagem utilizada no ensaio, Lohmann White LSL, ave de maior peso corporal e maior consumo de ração. Bregendahl et al. (2008) constataram relação dos aminoácidos sulfurosos com a lisina para máxima produção de ovos de 99%, com poedeiras leves, no período de 28 a 34 semanas de idade.

As relações de metionina+cistina/lisina encontradas para as variáveis produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos são superiores às recomendadas por Rostagno et al. (2005) e NRC (1994), que são

de 91 e 84%, respectivamente. Apesar da divergência de resultados quanto ao valor da relação metionina+cistina com a lisina, quando se considera a demanda diária de aminoácidos sulfurosos para maior produção de ovos, o valor de 719 mg encontrado neste estudo foi semelhante ao de 724 mg proposto por Rostagno et al. (2005). Isto sugere que os níveis de lisina digestível utilizados por esses autores em função da relação proposta podem estar superestimados. Esta hipótese se fundamenta nos altos índices produtivos alcançados no presente trabalho, mesmo sendo observado um consumo médio de lisina digestível (680 mg/ave/dia) abaixo do recomendado (796 mg/ave/dia) pelos autores citados. Da mesma forma, maior teor de lisina e baixa relação aminoácidos sulfurosos/lisina são recomendados pelo manual da linhagem Hy-line W36, que estabelece um consumo médio de 603 e de 747 mg/ave/dia de metionina+cistina e de lisina digestíveis, respectivamente, e relação metionina+cistina/lisina de 81%. Rocha et al. (2006) sugerem menor consumo de lisina digestível (759 mg/ave/dia) como exigência para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade, quando comparado ao consumo preconizado por Rostagno et al. (2005).

3. Peso e massa de ovos

Os efeitos dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o peso médio dos ovos e massa de ovos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis, peso médio dos ovos (PO) e massa de ovos (MO) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas.

Tratamento (% M+C)	PO ¹ (g)	MO ² (g/ave/dia)
0,650	54,02	49,01
0,700	55,20	50,90
0,750	56,44	52,49
0,800	57,09	53,59
0,850	56,60	52,97
0,900	57,47	54,79
Média	56,14	52,29
CV ³ (%)	1,94	2,68

1 Efeito quadrático; (P<0,05), pelo teste F

2 Efeito linear; (P<0,01), pelo teste F

3 Coeficiente de variação

Houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre o peso médio dos ovos, que variou de forma quadrática, tendo aumentado até o nível de 0,879%, correspondente a uma relação de 114%. Apesar do efeito quadrático, o modelo LRP foi o que apresentou menor soma de quadrados dos desvios e melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,776% o nível de metionina+cistina digestíveis em que ocorreu o platô (Figura 3). Neste nível a relação metionina+cistina/lisina correspondeu a 101% e o consumo médio de metionina+cistina digestíveis de 686 mg/ave/dia.

O aumento do peso médio dos ovos pode ser explicado pelo aumento no peso da gema e do albúmen, que variaram de 13,4 a 15,0 e de 35,4 a 38,5 gramas, respectivamente, e no aumento da porcentagem de gema, de forma proporcional ao consumo de metionina+cistina digestíveis pelas aves. O consumo de lisina variou de forma crescente ($P < 0,08$) entre os tratamentos e este aminoácido tem efeitos similares ao da metionina+cistina sobre aumento dos componentes dos ovos e conseqüentemente sobre o peso dos ovos.

Embora o valor do peso médio de ovos de 57 gramas alcançado neste estudo, tenha sido similar ao peso de 57,6 gramas proposto pelo manual da linhagem Hy-line (2005), a demanda de aminoácidos sulfurosos e lisina digestíveis para obtenção deste peso de ovo encontrada de 686 e de 680 mg/ave/dia, respectivamente, ficou 13,7% acima e 9% abaixo daquele preconizado no manual (603 e 747 mg/ave/dia).

Varição significativa crescente no peso de ovos de poedeiras de 34 a 50 semanas de idade, foi verificada por Sá et al., (2007), variando de 593 a 836 mg/dia/ave o consumo de metionina+cistina digestíveis. De forma similar, Rodrigues et al. (1996) encontraram aumento linear no peso dos ovos, relacionado ao incremento de metionina dos tratamentos, em aves no segundo ciclo de postura.

Houve efeito linear crescente para massa de ovos ($P < 0,01$), sendo este parâmetro diretamente influenciado pelo peso dos ovos. No entanto, verificou-se um platô ao nível de 0,786%, que equivale ao consumo médio de 695 mg/ave/dia de metionina + cistina digestíveis, uma relação aminoácidos sulfurosos/lisina de 102% e uma massa de ovos de 53,8g de ovo/ave/dia (Figura 4).

Analisando os dados de peso e massa de ovos ocorridos nos níveis de 0,80 e de 0,85% de metionina+cistina digestíveis, constatou-se que apesar do consumo desses aminoácidos terem aumentado, de 710 para 742 mg/ave/dia, os valores

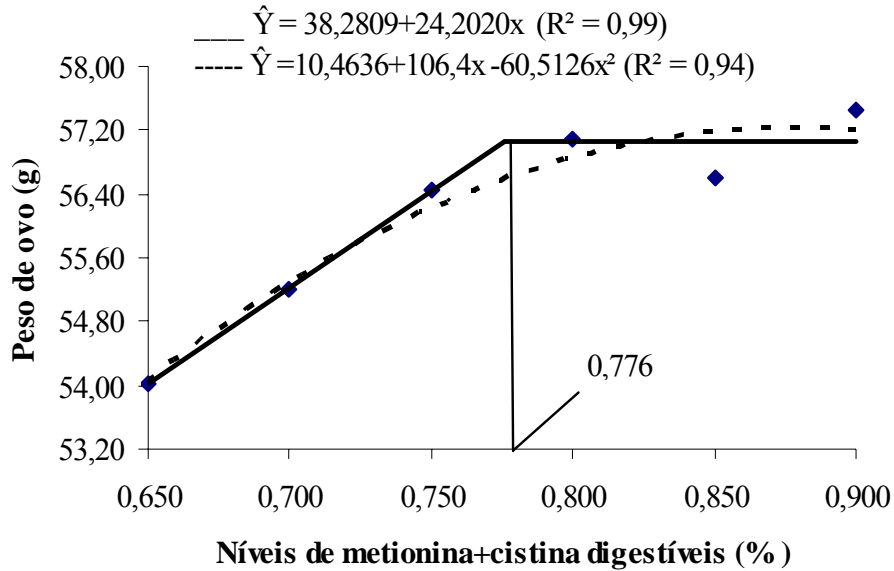


Figura 3 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre o peso de ovo de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

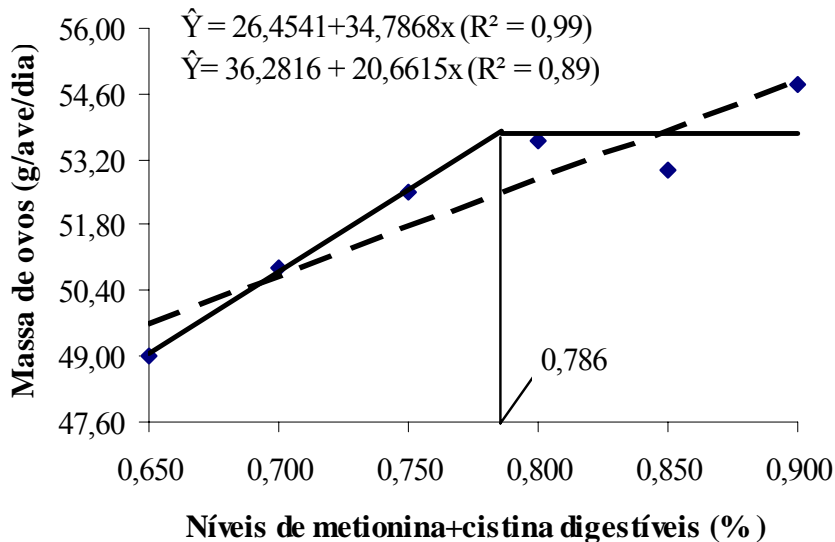


Figura 4 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre a massa de ovos de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

absolutos destes parâmetros reduziram. Se considerado que entre esses mesmos tratamentos a eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos melhorou de 0,727 para 0,718 g/ave/produção total de ovos, apesar da redução ocorrida no consumo de lisina de 683,2 para 672,5 mg/ave/dia, pode-se deduzir que este resultado seria um indicativo de que ocorreu uma melhora no balanceamento entre os aminoácidos sulfurados e a lisina da ração.

Resultados similares foram encontrados por Schutte et al. (1994) e Zollitsch et al. (1996), que também obtiveram maior massa de ovo com o aumento no consumo de metionina+cistina para poedeiras comerciais. Em estudos conduzidos com poedeiras, Cao et al. (1992) determinaram as exigências de metionina+cistina em 785 mg/ave/dia, para massa de ovos de 54,3 g/ave/dia. No entanto, para massa de ovos de 50,8 g/aves/dia estimaram exigência de 670 mg de metionina+cistina /ave/dia, indicando que é possível a manipulação da massa de ovos através do consumo de aminoácidos sulfurosos.

A massa de ovos estipulada pelo manual da linhagem Hy-line (2005), para o mesmo período estudado, foi de 53,3 g de ovo/ave/dia, com consumos de 603 e de 747 mg/ave/dia de metionina+cistina e lisina digestíveis, respectivamente. A massa de ovos estipulada pelo manual foi similar ao obtido neste experimento, no entanto, o consumo de metionina+cistina foi 13% inferior e o de lisina 9% superior. A lisina possui efeitos similares aos sulfurosos em relação ao aumento no peso e na produção de ovos, conseqüentemente, sobre o aumento da massa de ovos.

4. Conversão alimentar

Os efeitos dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a conversão por massa e por dúzia de ovos estão apresentados na Tabela 6.

Foi observado efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a conversão alimentar por massa de ovos, que variou de forma quadrática, tendo melhorado até o nível estimado de 0,869% de metionina+cistina digestíveis. Embora tenha variado de forma quadrática, o modelo LRP foi o que apresentou a menor soma dos

quadrados dos desvios e que melhor se ajustou aos dados, estimando a ocorrência de platô a partir do nível de 0,785% de metionina+cistina, que corresponde a consumo de 694 mg/ave/dia de aminoácidos sulfurosos e relação de 102% com a lisina (Figura 5).

Para o parâmetro conversão por dúzia de ovos não foi constatado efeito significativo ($P>0,05$) pelo modelo de regressão, no entanto, ajustando-se ao modelo LRP, verificou-se um platô ao nível de 0,758% de metionina +cistina digestíveis, que correspondeu a consumo de 669 mg/ave/dia de aminoácidos sulfurosos e relação metionina+cistina/lisina de 98% (Figura 6).

Estes resultados estão consistentes com o fato do consumo de ração ter aumentado menos que a produção em dúzia ou massa de ovos entre os tratamentos avaliados.

Tabela 6 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis conversão alimentar por massa de ovos (CAM) e por dúzia de ovos (CAD) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas.

Tratamento (% M+C)	CAM ¹ (kg/kg)	CAD (Kg/dúzia)
0,650	1,766	1,146
0,700	1,730	1,147
0,750	1,684	1,141
0,800	1,655	1,135
0,850	1,663	1,130
0,900	1,651	1,139
Média	1,692	1,140
CV ² (%)	2,29	2,32

1 Efeito quadrático; ($P<0,05$), pelo teste F

2 Coeficiente de variação

Outros autores (Bertechini, 1995; Waldroup e Hellwig, 1995 e Narvaez-Solarte, 1996; Rodrigues et al., 1996; Novak et al., 2004; Sá et al., 2007) também observaram melhora na eficiência de utilização da ração para a produção de ovos com a variação dos níveis de aminoácidos sulfurosos digestíveis na dieta, atribuindo estes resultados a um melhor equilíbrio aminoacídico.

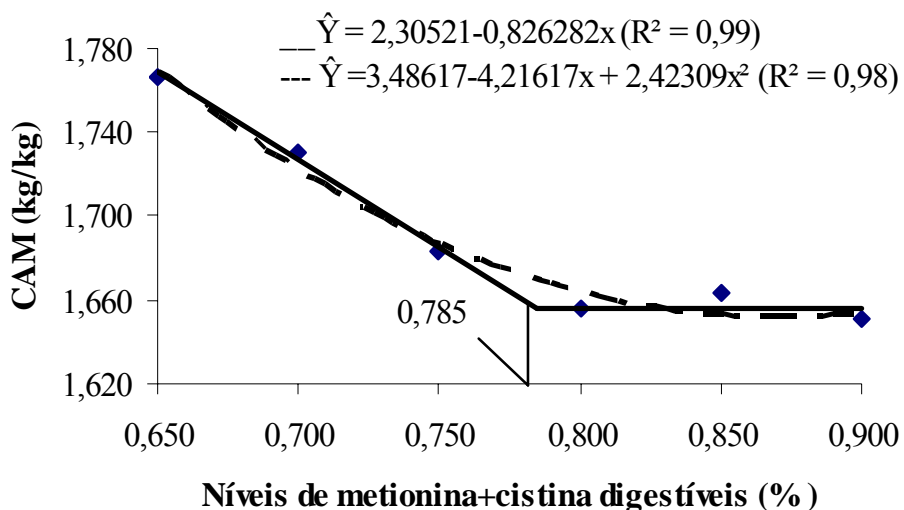


Figura 5 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão por massa de ovos de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

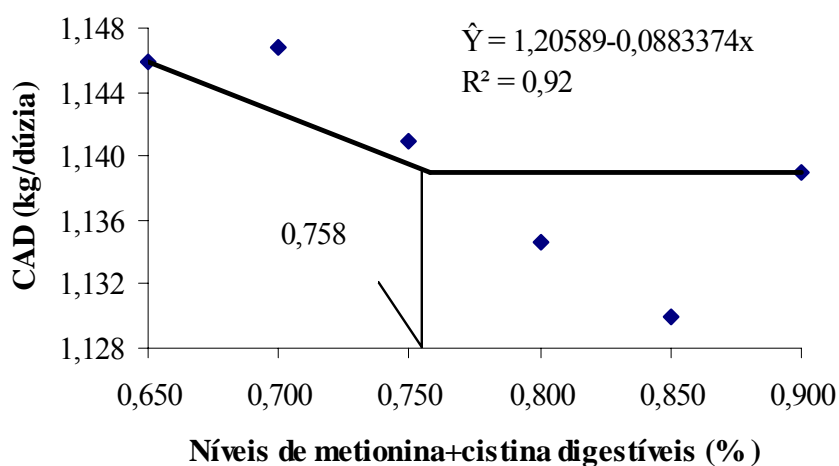


Figura 6 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão por dúzia de ovos de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

5. Componentes dos ovos e ovos não comerciais

Os resultados obtidos para os componentes dos ovos (gema, casca e albúmen) e para os ovos não comerciais (trincados, quebrados, sem casca, duas gemas e sem gema) são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis porcentagem de gema (G), de casca (C) de albúmen (A) e de ovos não comerciais (PE) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas.

Tratamento (% M+C)	G ¹ (%)	C (%)	A (%)	PE (%)
0,650	24,87	9,39	65,74	0,88
0,700	24,95	8,80	66,25	0,68
0,750	25,20	9,14	65,66	0,59
0,800	25,06	9,22	65,72	0,47
0,850	25,26	8,80	65,93	0,47
0,900	25,49	8,96	65,55	0,56
Média	25,14	9,05	65,81	0,61
CV ² (%)	1,90	3,51	0,78	78,16

1 Efeito linear; (P<0,05), pelo teste F

2 Coeficiente de variação

Houve efeito linear crescente (P<0,05) dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a porcentagem de gema. Não se observou efeito (p>0,05) dos tratamentos sobre a porcentagem de casca, de albúmen e de ovos não comerciais.

A maior porcentagem de gema verificada com o aumento dos níveis de metionina+cistina digestíveis pode estar relacionada à formação da colina a partir de metionina, somada aos fosfolipídios para formar as lipoproteínas da gema. De acordo com Rostagno et al. (2005), a exigência em colina para poedeiras em produção seria de 20 mg/ave/dia, valor superior ao fornecido as aves neste trabalho. O conteúdo lipídico da gema é produzido continuamente no fígado e transportada ao ovário, considerando que no magno ocorre a maior síntese de proteína para o albúmen que é segregado em um período médio de 3h (Novak et al., 2004). Ainda de acordo com estes autores, mudanças na concentração de aminoácidos no sangue como resultado da ingestão destes na alimentação ocasionam maiores efeitos na taxa de síntese de nutrientes no magno que no fígado. Assim, a síntese de proteína no tecido do magno pode ser afetada por alterações na concentração dos aminoácidos no sangue. No entanto, o aumento da ingestão de metionina+cistina digestíveis no presente trabalho não acarretou em aumento na porcentagem de albúmen (p>0,05), embora tenha aumentado a produção de albúmen, verificado pelo aumento no peso dos ovos. O consumo de lisina, que variou de forma crescente (P<0,08) entre os tratamentos, pode ter

influenciado no aumento da produção de albúmen, conforme observações descritas por Novak et al. (2004).

Contrastando com os resultados deste experimento, Scheideler & Elliot (1998) não encontraram nenhum efeito significativo na porcentagem de gema, com consumos de aminoácidos sulfurosos de 520 a 800 mg/ave/dia para poedeiras. No entanto, Cupertino (2006) trabalhando com consumos que variaram entre 536 e 784 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis, constatou aumento significativo na porcentagem de gema ao aumentar o consumo dos aminoácidos sulfurosos.

Segundo Fraser et al. (1998), a base da casca do ovo consiste de uma matriz protéica, sendo possível que o aumento no consumo de aminoácidos sulfurosos possa influenciar na síntese de proteínas nas membranas da casca. Este fato também pode ter ocorrido no presente estudo, em que houve aumento no peso dos ovos e a porcentagem de casca não foi alterada significativamente. De forma similar a este estudo, Shafer et al. (1996) não verificaram efeito do nível de aminoácidos sulfurosos na porcentagem e no peso da casca do ovo, ao aumentar o consumo destes aminoácidos de 624 a 822 mg/ave/dia. Igualmente, Scheideler e Elliot (1998) constataram semelhante resposta para porcentagem da casca com diferentes consumos de aminoácidos sulfurosos.

6. Qualidade interna dos ovos

Os efeitos dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre os índices de gema e de albúmen e sobre as unidades Haugh são apresentados na Tabela 8.

Foi verificado efeito linear decrescente ($P < 0,01$) para os parâmetros índice de gema e de albúmen e unidade Haugh. Os melhores índices de gema, de albúmen e unidade Haugh foram encontrados para os tratamentos de menores consumos de metionina+cistina digestíveis. Com o aumento no consumo dos aminoácidos sulfurosos, houve aumento no peso dos ovos ($P < 0,01$), e quanto maiores os ovos, maior o efeito da gravidade sobre a mensuração da altura da gema e do albúmen. Ou seja, maiores chances de encontrar menores valores de altura dos componentes dos ovos para os ovos de maior peso. Esses valores são decisivos no cálculo dos

índices de gema e de albúmen e da unidade Haugh. O incremento no consumo de lisina ($P<0,08$) pode ter influenciado positivamente no aumento da produção de albúmen e conseqüentemente influenciando os parâmetros de qualidade interna dos ovos.

Tabela 8 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis índice de gema (IG) e de albúmen (IA) e unidade Haugh (UH) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas.

Tratamento (% M+C)	IG ¹	IA ¹	UH ¹
0,650	0,453	0,135	96,00
0,700	0,456	0,136	96,40
0,750	0,446	0,132	95,21
0,800	0,446	0,131	95,14
0,850	0,448	0,131	94,87
0,900	0,441	0,124	93,32
Média	0,448	0,132	95,16
CV ² (%)	1,34	3,71	1,27

1 Efeito linear; ($P<0,01$), pelo teste F

2 Coeficiente de variação

O valor médio da unidade Haugh (95,2) determinado neste estudo foi superior ao apresentado pelo manual da linhagem (91,7) para o mesmo período. Semelhantes resultados foram constatados por Rodrigues et al. (1996), que observaram melhora linear nos valores de unidade Haugh dos ovos avaliados à medida que aumentavam os níveis de metionina+cistina nas dietas. Por outro lado, Togashi et al. (2002) verificaram efeito quadrático dos níveis crescentes de metionina+cistina (493 a 780 mg/ave/dia) nas rações, para poedeiras de 51 a 63 semanas de idade, sobre a unidade Haugh. Schmidt (2006) também constatou efeito de níveis de aminoácidos sulfurosos na qualidade interna dos ovos, quando variou o consumo destes aminoácidos de 546 a 794 mg/ave/dia, sobre unidade Haugh e índice de albúmen, para poedeiras leves, e consumos variando de 534 a 786 mg/ave/dia, sobre unidade Haugh e índice de gema, para poedeira semipesadas, ambas linhagens, no segundo ciclo de produção.

No entanto, Novak et al. (2004) não constataram efeito dos níveis de ingestão de aminoácidos sulfurosos (635 a 877 mg/ave/dia) sobre as unidades Haugh. Da

mesma forma, Sá et al. (2007) não verificou alteração na qualidade interna dos ovos (índice de albúmen e de gema e unidade Haugh) quando variou o consumo de metionina+cistina digestíveis de 610 a 744 e de 593 a 715 mg/ave/dia para poedeiras leves e semipesadas de 34 a 50 semanas de idade, respectivamente. Braga (1984) e Britzan & Carlson (1965) também não constataram efeito sobre os parâmetros de qualidade interna do ovo ao suplementarem rações de poedeiras com níveis crescentes de metionina.

Vários fatores podem afetar a qualidade interna dos ovos, como o tempo de armazenamento dos ovos, a idade das aves, a temperatura ambiente, tipos de aparelhos usados para determinar as diversas medições, sendo, portanto, comum verificar diferentes respostas nos ensaios experimentais para estes parâmetros.

7. Ganho de peso

Na Tabela 9 estão os efeitos dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o peso inicial e final e ganho de peso das aves durante todo período experimental.

Houve efeito linear ($P < 0,05$) para a variável ganho de peso, onde as aves ganharam em média 238,5 gramas durante o período experimental. Para peso inicial e final não foi constatado efeito significativo ($P > 0,05$). O valor do ganho de peso das aves ficou acima do estabelecido no manual da linhagem (70 gramas) no período de 24 a 40 semanas de idade. O peso médio inicial das aves (1,20 kilogramas) foi menor que o estabelecido pelo manual da linhagem (1,47 kilogramas). O peso médio final às 40 semanas de idade (1,44 kilogramas), embora abaixo do estabelecido pelo manual (1,54 kilogramas), apresentou maior proximidade a este, indicando uma recuperação de massa corpórea pelas aves.

Considerando os dados de consumo dos aminoácidos sulfurosos e de lisina, conclui-se que a resposta de ganho de peso das aves pareceu estar mais relacionada com o consumo de lisina. Esta proposição se justifica pelo fato do valor absoluto do ganho de peso ter reduzido entre os níveis de 0,80 e de 0,85% de metionina+cistina digestíveis, mas o consumo de lisina diminuiu e o dos aminoácidos sulfurosos aumentaram.

Tabela 9 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis peso inicial e final e ganho de peso de poedeiras leves de 24 a 40 semanas.

Tratamento (% M+C)	Peso inicial (kg/ave)	Peso final (kg/ave)	Ganho de peso ¹ (g/ave)
0,650	1,209	1,429	219,4
0,700	1,210	1,418	207,4
0,750	1,198	1,436	238,4
0,800	1,213	1,469	255,7
0,850	1,171	1,405	233,6
0,900	1,188	1,464	276,4
Média	1,198	1,437	238,5
CV ² (%)	2,43	3,72	17,27

1 Efeito linear; (P<0,05), pelo teste F

2 Coeficiente de variação

Maior valor de ganho médio de peso (192,6 gramas) do que o estabelecido no manual das poedeiras também foi verificado por Novak et al. (2004), no período de 20 a 43 semanas de idade, com níveis de ingestão de lisina e de metionina+cistina, variando de 860 a 959 e de 635 a 877 mg/ave/dia, respectivamente.

8. Mortalidade

A mortalidade no período estudado foi de 0,92% distribuídos entre os tratamentos, similar ao manual da linhagem Hy-line (2005), que estabelece uma mortalidade para o período de 24 a 40 semanas de idade de 0,70%. Apesar da influência dos aminoácidos metionina+cistina sobre o tamanho dos ovos, não foi constatado mortalidade das aves por prolapso.

Tabela 10 – Mortalidade de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Tratamento (% metionina+cistina digestíveis)	Mortalidade (%)
0,650	0,00
0,700	0,00
0,750	0,00
0,800	0,00
0,850	0,46
0,900	0,46

9. Equações de estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis

As equações de resposta aos níveis de metionina+cistina digestíveis estimados por meio de regressão linear, quadrática e linear response plateau, para as variáveis estudadas, estão apresentadas nas Tabelas 11, 12 e 13, respectivamente.

Muitos foram os parâmetros de importância econômica que podem ser utilizados para determinar o nível ótimo de um determinado aminoácido. Neste trabalho, vários foram os parâmetros significativos (postura, massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos). No entanto, devido à variação no consumo de ração, variando assim o consumo de lisina, vários resultados foram influenciados por este aminoácido, o qual não era o foco do estudo. Assim, avaliou-se o parâmetro eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos, corrigindo-se a influência da variação do consumo de lisina sobre a postura das aves.

Tabela 11 – Estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis (M+C), pelo modelo linear, para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Modelo	Equação de regressão	Exigência (%)	R²	SQD
Linear				
Consumo de ração	$\hat{Y} = 82,2222 + 7,81391x$	$\geq 0,900$	0,44	3,4557
Consumo de lisina	$\hat{Y} = 0,633111 + 0,0601672x$	$\geq 0,900$	0,44	0,0002
Consumo de M+C	$\hat{Y} = -0,0468159 + 0,943923x$	$\geq 0,900$	0,99	0,0002
Produção de ovos	$\hat{Y} = 79,636 + 17,3313x$	$\geq 0,900$	0,90	1,4988
ELP	$\hat{Y} = 103,155 - 10,3168x$	$\geq 0,900$	0,68	0,0001
Massa de ovos	$\hat{Y} = 36,2816 + 20,6615x$	$\geq 0,900$	0,89	2,4072
% de gema	$\hat{Y} = 23,4076 + 2,23402x$	$\geq 0,900$	0,85	0,03839
Unidade de Haugh	$\hat{Y} = 103,155 - 10,3168x$	$\geq 0,900$	0,81	1,0675
Índice gema	$\hat{Y} = 0,485618 - 0,0476305x$	$\geq 0,900$	0,72	0,00003
Índice albúmen	$\hat{Y} = 0,786017 - 0,0716816x$	$\geq 0,900$	0,82	0,00001
Ganho de peso	$\hat{Y} = 69,834 + 217,587x$	$\geq 0,900$	0,67	1012,62

ELP = eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos

Tabela 12 – Estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis, pelo modelo quadrático, para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Modelo	Equação de regressão	P _{máx} / P _{mín}	Exigência (%)	R ²	SQD
Quadrático					
Peso de ovo	$\hat{Y} = 10,4636 + 106,4x - 60,5126x^2$	57,23	0,879	0,94	0,5247
Conversão alimentar/ massa de ovos	$\hat{Y} = 3,48617 - 4,21617x + 2,42309x^2$	1,652	0,869	0,98	0,0002

Tabela 13 – Estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis, pelo modelo linear response plateau (LRP), para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade.

Modelo	Equação de regressão	Plateau	Exigência (%)	R ²	SQD
LRP					
Produção de ovos	$\hat{Y} = 74,8248 + 24,2050x$	94,46	0,811	0,96	1,5304
ELP	$\hat{Y} = 0,815696 - 0,113093x$	0,728	0,772	0,98	0,00001
Peso de ovo	$\hat{Y} = 38,2809 + 24,2020x$	57,05	0,776	0,99	0,3832
Massa de ovos	$\hat{Y} = 26,4541 + 34,7868x$	53,78	0,786	0,99	1,7240
Conversão alimentar/ dúzia de ovos	$\hat{Y} = 1,20589 - 0,0883374x$	1,139	0,758	0,92	0,00001
Conversão alimentar/ massa de ovos	$\hat{Y} = 2,30521 - 0,826282x$	1,656	0,785	0,99	0,0001

ELP = eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos

Conclusão

O nível de 0,772% de metionina+cistina digestíveis foi considerado como exigência para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. Este nível corresponde a um consumo de 682 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis e relação metionina+cistina/lisina igual a 100%.

Literatura citada

- Andriguetto, J.M.; Perly, L.; Minardi, I., Flemming, J.S., Gemael, A., Souza, G.A., Bona Filho, A.: **Nutrição Animal**, Editora Nobel, Volume 1 e 2, 2003.
- Barbosa, B.A.C., Soares, P.R., Rostagno, H.S., et al., Exigência nutricional de metionina+cistina para galinhas poedeiras de ovos brancos e marrons, no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.526-533, 1999.
- Bertechini, A.G., Teixeira, A.S., Cerezer, C.E. Níveis de lisina para poedeiras comerciais leves na fase de pico de postura. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas – Trabalhos de Pesquisa. **Anais...** Curitiba - PR, p.75, 1995.
- Bertran, H.L., Danner, E., Jeroch, K., et al. The influence of DL-methionine supplementation on the performance of laying hens under heat stress. **Arch. Gefl.**, v.59, p.314-318, 1995.
- Braga, D.F. **Exigências nutricionais de lisina e aminoácidos sulfurosos para galinhas poedeiras e de lisina para suínos em crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 186p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- Bregendahl, K., Roberts, S.A., Kerr, B., Hoehler, D. Ideal rations of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744-758, 2008.
- Britzman, D.G., Carlson, C.W. Limiting amino acids in corn-soybean meal diets for laying hens. **Feddstuffs**, v.37, n.43, p.20-21, 1965.
- Caldara, F. R.; Berto, D. A.; Bisinoto, S. K.; Trindade Neto, M. A.; Weschler, F. S. Exigências de lisina de leitões (6 a 11 kg) alimentados com rações formuladas com base no conceito de proteína ideal. In: Reunião anual da sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP, p. 884-885, 2001.
- Cao, Z., Jevne, C., Coon, N. The methionine and methods of feeding on feed intake. **Poultry Science**, v.71, Suppl 1, p.39, 1992. (Abstr.).
- Cole, D.J.A., Van Lunen, T.A. Ideal amino acid patterns. In: D’Mello, J.P.F. (ed.) **Amino Acids in Farm Animal Nutrition**. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK, p.37-62, 1994.

- Cupertino, E.S. **Exigência de aminoácidos digestíveis (lisina, aminoácidos sulfurosos e treonina) para poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 110p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- Cupertino, E.S., Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Calderano, A.A., Schmidt, M. Exigência nutricional de metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas de 54 a 70 semanas de idade. In: 43 Reunião Anual da Sociedade de Zootecnia. João Pessoa, PB. **Anais...** 2006.
- Fraser, A. C., M. M. Bain, and S. E. Solomon. Organic protein matrix morphology and distribution in the palisade layer of eggshells sampled at selected periods during lay. **British Poultry Science** v. 39:225–228. 1998. (Abstr.)
- Grobas, S. & Mateos, G.G. Influência de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. In: XII CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA. **Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal.** Madrid, España. p. 217 - 244, 1996.
- Guia de manejo- Hy-line W36, 2003-2005, 23p.
- Haugh, R.R. The Haugh Unit for measuring egg quality. **U.S. Egg and Poultry Mag.**, v.4, p.552, 1937.
- Jordão Filho, J., Vilar da Silva, J.H., Siva, E.L., et al. Exigências nutricionais de lisina para poedeiras semipesadas. In Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas – Trabalhos de Pesquisa. **Anais...** Santos, SP, p.61, 2003.
- Leeson, S., Summers, J. D., Caston, L. J. Response of layers to low nutrient density diets. **Journal applied Poultry Research**, v.10, p. 46-52. 2001.
- Narváez-Solarte, W.V. **Exigências em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 57p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- National Research Council-NRC. **Nutrient Requirements of Poultry.** 9. ed. Washington, National Academy of Sciences: 1994. 155p.
- Nelson, D. L., Cox, M. M. **Lehninger – Principles of Biochemistry.** Four edition, 1119p. 2006.

- 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**, v.83, p.977-984, 2004.
- Novak, C., Yakout, H., Scheideler, S. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid:lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. **Poultry Science**, v. 85 (suppl.12): 2195-2206, 2006. (Abstr.).
- Parsons, C. M., Baker, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 31. Maringá, 1994. **Anais...** Maringá, SBZ, p.120-128, 1994.
- Petersen, C.F., Sauter, E. A., Steele, E. E. et al. Use of methionine intake restriction to improve egg shell quality by control of egg weight. **Poultry Science**, v. 62:2044-2047, 1983.
- Rocha, T. C.; Gomes, P. C. ; Barreto, S. L. de T.; Donzele, J. L.; Mello, H. H. de C.; Cecon, P. R. Exigência de lisina digestível para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Santos-SP. **Anais da Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**, p. 76-76. 2006.
- Rodrigues, P.B.; Bertechini, A.G.; Oliveira, B.L. et al. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de aminoácidos sulfurosos totais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.248-260, 1996.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Ferreira, A.S., Oliveira, R.F., Lopes, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos - composição de alimentos e exigências nutricionais** (2a edição). Viçosa-MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.
- Sá, L.M., Gomes, P.C., Albino, L.F.T., Rostagno, H.S., Nascif, C.C. Exigência nutricional de metionina + cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1837-1845, 2007.
- Scheideler, S. E., and Elliot, M. A. Total sulfur amino acid (TSAA) intake to maximize egg mass and feed efficiency in young layers (19-45 wk of age). **Poultry Science**, 77(Suppl. 1):130. 1998. (Abstr.)

- Schmidt, M. **Níveis nutricionais de lisina, de metionina+cistina e de treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 101p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006
- Schutte, J.B., Jong, J., Bertram, H.L. Requirements of the laying hen for sulfur amino acids. **Poultry Science**, v.73, p.274-280, 1994.
- Shafer, D.J., Carey, J.B., Prochaska, J.F. Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition. **Poultry Science**, v.75, p.1080-1085, 1996.
- Snyder, E.S. Eggs, the production, the identification and retention of quality in eggs. **Ontario Agricultural College**, Guelph, Ontario, 90p., 1961.
- Togashi, C.K., Fonseca, J.B., Soares, R.T.R.N., Souza, C.L.M. Determinação de Níveis de Metionina+Cistina para Poedeiras Semi-pesadas Alimentadas com Rações contendo Levedura Seca (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1426-1433, 2002.
- Universidade Federal de Viçosa - UFV. Central de Processamento de Dados – UFV/CPD. **SAEG – Sistema para análise estatística e genética.** Versão 9.0 Viçosa, MG:UFV, 54 p., 2005.
- Waldroup, P.W., Hellwig, H.M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. **Journal Applied Poultry Science**, v.4, p.283-292. 1995.
- Zollitsch, W., Zhiqiang, C., Peguri, A., Zhang, B., Cheng, T. and Coon C. **Nutrient requirements of laying hens.** In: Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos. Viçosa, MG, p. 109 – 159, 1996.

CAPÍTULO 2

NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES, NO PERÍODO DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE

Introdução

As poedeiras comerciais passam por constantes avanços genéticos, tornando-se cada vez mais precoces e apresentando altos picos de produção, o que indica que suas necessidades nutricionais devem ser periodicamente revistas, para garantir o máximo desempenho produtivo. As exigências em proteína e em aminoácidos de poedeiras podem variar conforme o peso corporal, a taxa de crescimento e produção de ovos, sendo importante que os nutricionistas atentem para estes pontos ao formular as rações.

Entre os diversos nutrientes presentes nas dietas de aves, a proteína é considerada um dos principais, devido ao elevado custo, sendo importante no

desempenho dos animais. Segundo Dale (1994) a proteína dietética influencia no desempenho dos animais e sua eficiência de utilização é dependente da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos. Os aminoácidos são importantes para o desempenho produtivo das poedeiras, pois têm relação direta com a produção de ovos, conversão alimentar e eficiência na utilização do nitrogênio. O desequilíbrio dos aminoácidos pode reduzir a eficiência de utilização da proteína dietética e diminuir o consumo de alimento pelas aves (Pack, 1995). Além disso, a digestão e o metabolismo de aminoácidos em excesso, geram incremento calórico corporal desnecessário, provocando maior demanda energética para a excreção do nitrogênio, podendo resultar em fezes mais aquosas com conseqüentes problemas de manejo. Assim como o excesso, a deficiência também é prejudicial. Klasing (1998) afirmou que em aves adultas, a deficiência de aminoácidos resulta no catabolismo da proteína corporal, principalmente daquelas presentes no músculo esquelético.

Em virtude da redução no preço dos aminoácidos sintéticos, estes têm sido utilizados nas rações de aves para reduzir o nível de proteína bruta das rações, sem afetar a performance, aumentando a utilização de nitrogênio total (Jansman, 2002) e reduzindo a excreção de nitrogênio, contribuindo assim para menor poluição ambiental.

O aumento da proteína e do conteúdo de aminoácidos na dieta exercem efeito marcante no tamanho dos ovos, particularmente quando os ovos são pequenos (Coon, 2002). A metionina é um importante fator no controle do conteúdo de ovo, pois a poedeira consome energia para sustentar o número de ovos, mas o peso dos ovos depende dos níveis de aminoácidos da dieta (Harms, 1999). A metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações a base de milho e farelo de soja, sendo que sua deficiência é corrigida pela suplementação de metionina sintética. Waldroup & Hellwig (1995) reportam que as diferenças nas determinações da exigência de metionina para poedeiras ao longo dos anos são completamente compreensíveis devido às grandes mudanças na genética, nutrição e manejo a que as aves são submetidas, além dos efeitos da idade, tipo da dieta e condições ambientais.

Objetivou-se neste experimento avaliar níveis de metionina+cistina digestíveis para estabelecer a relação ideal metionina+cistina/lisina em rações para poedeiras comerciais leves, no período de 42 a 58 semanas de idade.

Material e métodos

O experimento foi conduzido nas instalações da Seção de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 06 de julho a 26 de outubro de 2006.

Utilizou-se 216 aves da marca comercial Hy-line W-36, no período de 42 a 58 semanas de idade, em um delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental.

As poedeiras foram adquiridas ao completarem 40 semanas de idade e manejadas conforme descrito no manual da linhagem, porém seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2005) na elaboração das dietas. As aves foram alojadas em um galpão de postura totalmente aberto e coberto com telhas de barro, sendo alojadas aos pares, em gaiolas de 25x40x45 cm.

O programa de luz adotado foi o de 17 horas de luz diária. O controle do fornecimento de luz foi realizado por meio de um relógio automático (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado pelo Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFV.

O controle de produção de ovos foi realizado no período de 40 a 42 semanas de idade, de modo a permitir a uniformização do índice de postura das aves nos

tratamentos. Em seguida, foi realizada a distribuição das poedeiras, padronizando-as por peso corporal e porcentagem de postura, antes da administração das dietas experimentais.

Às 42 semanas de idade, as aves foram submetidas aos tratamentos, que consistiam de rações isonutritivas, exceto para os níveis de metionina + cistina digestíveis, que variaram em seis níveis, obedecendo às relações metionina+cistina/lisina de 84; 91; 97; 104; 110 e 117. Estas relações resultaram em níveis obtidos a partir de uma dieta basal (Tabela 1) deficiente em metionina+cistina digestíveis (0,65%), suplementada com 0,00; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25% de DL-Metionina (99,2%). O nível sub-ótimo de lisina utilizado na dieta experimental foi de 0,770% para um consumo médio esperado de 731 mg/ave/dia de lisina e de 95 g/ave/dia de ração.

As suplementações com DL – Metionina foram feitas em substituição ao aminoácido L-glutâmico em equivalente protéico. Os demais nutrientes contidos nas rações, exceto as relações dos aminoácidos em relação à lisina, foram segundo as recomendações preconizadas por Rostagno et al. (2005).

As rações foram fornecidas, diariamente, em dois horários, às 7:00 e às 17:00 horas, e consumo de água à vontade, durante todo o período experimental.

As temperaturas no galpão foram monitoradas uma vez ao dia, às 8:00 horas, por meio de três termômetros de máxima e mínima, que estavam distribuídos em pontos distintos por todo o galpão, posicionados à altura das aves (Tabela 2).

O período experimental teve duração de 16 semanas e foi subdividido em 4 subperíodos de coleta dos ovos, sendo cada um correspondente a 28 dias, com os seguintes parâmetros avaliados:

- Consumo alimentar: foi determinado o consumo de ração, de metionina+cistina e de lisina ao término de cada período de 28 dias, através da divisão da quantidade de ração (gramas), de metionina+cistina (miligramas) e de lisina (miligramas) consumida, respectivamente, em cada unidade experimental, pelo número de aves das unidades experimentais por dia.

- Produção de ovos: foi computada diariamente e de acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental.

Tabela 1 – Composição percentual e valor nutricional das dietas experimentais:

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho (7,7% de PB)	60,207	60,207	60,207	60,207	60,207	60,207
Farelo de soja (45,32% de PB)	21,501	21,501	21,501	21,501	21,501	21,501
Farelo de glúten 60%	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Óleo de soja	2,987	2,987	2,987	2,987	2,987	2,987
Calcário	9,745	9,745	9,745	9,745	9,745	9,745
Fosfato bicálcico	1,634	1,634	1,634	1,634	1,634	1,634
Sal	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528
Mistura vitamínica ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Cloreto de colina 60%	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Cloreto de potássio	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079
L-glutamato	0,300	0,250	0,199	0,149	0,098	0,048
DL-metionina (99,2%)	0,157	0,207	0,258	0,308	0,359	0,409
L-treonina	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
L- lisina HCL (99%)	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073
L-isoleucina	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
L-triptofano	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045
Total	100	100	100	100	100	100
Composição calculada						
Proteína bruta	16,30	16,30	16,30	16,30	16,31	16,31
Energia metabolizável	2.900	2.901	2.902	2.903	2.904	2.905
Metionina+cistina digestíveis	0,650	0,700	0,750	0,800	0,850	0,900
Metionina digestível	0,410	0,460	0,510	0,560	0,610	0,660
Lisina digestível	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770	0,770
Treonina digestível	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578	0,578
Tryptofano digestível	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208	0,208
Isoleucina digestível	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663	0,663
Valina digestível	0,693	0,693	0,693	0,693	0,693	0,693
Cálcio	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23	4,23
Fósforo disponível	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395
Sódio	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
Potássio	0,615	0,615	0,615	0,615	0,615	0,615

¹ Suplemento vitamínica – Composição/kg: vit. A 12.000.000 U.I., vit D₃ 3.600.000 U.I., vit. E 3.500 U.I., vit B₁ 2.500 mg, vit B₂ 8.000 mg, vit B₆ 3.000 mg, ác. pantotênico 12.000 mg, biotina 200 mg, vit. K 3.000 mg, ác. fólico 3.500mg, ác. nicotínico 40.000 mg, vit. B₁₂ 20.000mcg, selênio 130 mg, veículo q.s.p. 1.000g.

² Suplemento mineral – Composição/kg: manganês -160g, ferro -100g, zinco -100g, cobre -20g, cobalto -2g, iodo -2g, excipiente q.s.p. – 1000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno (antioxidante).

Tabela 2 – Temperaturas ambiente médias (mínima e máxima) e umidade relativa média registrada dentro da instalação durante o ensaio experimental.

Períodos (28 dias)	Temperaturas (°C)	
	Mínima	Máxima
I	11 (8) ¹	23 (29) ²
II	14 (10) ¹	24 (29) ²
III	14 (11) ¹	23 (29) ²
IV	19 (14) ¹	24 (29) ²
Média	14	24

1 – Menor temperatura registrada no período.

2 – Maior temperatura registrada no período.

- Eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos: foi calculado pela divisão do consumo de lisina/ave em gramas dos quatro subperíodos, pela produção total de ovos/ave dos quatro subperíodos, em cada unidade experimental.

- Conversão alimentar: foi calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dúzia) e pela massa de ovos (kg/kg), em cada um dos quatro subperíodos.

- Peso médio dos ovos: foram utilizados todos os ovos íntegros coletados nos três últimos dias de cada um dos quatro subperíodos de 28 dias. A média do peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados, por unidade experimental e expressos em gramas.

- Massa de ovos: foi expresso em gramas de ovos por ave por dia (g/ave/dia), multiplicando o peso médio dos ovos no subperíodo pelo número total de ovos produzidos no respectivo subperíodo, dividido pelo número total de aves dos dias relativos a esse período.

- Ovos não comerciais: foram computados os ovos trincados, quebrados, de casca mole, sem casca, de duas gemas e sem gema. A relação de ovos perdidos e o total de ovos produzidos no experimento foram apresentados na forma de porcentagem para cada um dos tratamentos.

- Componentes dos ovos: foram coletados 2 ovos por dia de cada repetição durante os três últimos dias a cada período de 28 dias. Obteve-se primeiramente o peso total do ovo e em seguida procedeu-se a quebra do mesmo para a pesagem da gema e da casca. Para realizar a separação dos componentes dos ovos (gema,

casca e albúmen), foi utilizado um separador de gemas convencional. As cascas foram lavadas, deixadas a secar e em seguida pesadas. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso total do ovo, menos o peso da casca e da gema. A gema, o albúmen e a casca foram determinados em porcentagem.

- Ganho de peso: todas as poedeiras de cada repetição foram pesadas no início e no final do período experimental, para obtenção do ganho de peso médio, que foi obtido pela diferença entre as duas pesagens.

- Qualidade interna dos ovos: a qualidade interna dos ovos foi medida por uma amostra de todos os ovos de cada repetição, coletados nos três últimos dias de cada um dos quatro subperíodos de 28 dias. Os ovos, identificados com o número de cada tratamento e repetição, foram coletados e pesados em balança com precisão de 0,1 g. No mesmo dia, procedeu-se a quebra dos mesmos, para a medição da altura de gema e de albúmen, feita com micrômetro do tipo AMES S-6428, seguindo-se a metodologia descrita por Snyder (1961), para, posteriormente, determinar as unidades Haugh, segundo o critério desenvolvido por Haugh (1937), que utiliza a seguinte fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, em que: H = altura do albúmen em mm; e W = peso do ovo, em gramas. Também foram medidos os diâmetros de albúmen e de gema, com paquímetro, para determinação dos índices de albúmen e de gema, por meio das seguintes fórmulas:

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

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

O valor da exigência do aminoácido em estudo foi estimado através das variáveis estudadas, mediante o uso de modelos quadrático ou LRP (Linear Response Plateau), conforme ajustamento dos dados, utilizando o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – UFV (2005).

Resultados e discussão

1. Consumo alimentar

Os resultados de consumo de ração, de metionina+cistina digestíveis e de lisina digestível estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis consumo de ração (CR), de metionina+cistina digestíveis (CMC) e de lisina (CL) de poedeiras leves de 42 a 58 semanas.

Tratamento (% M+C)	CR ¹ (g/ave/dia)	CMC ¹ (mg/ave/dia)	CL ¹ (mg/ave/dia)
0,650	89,35	580,8	688,0
0,700	88,55	619,9	681,9
0,750	90,05	675,3	693,4
0,800	91,88	735,1	707,5
0,850	93,12	791,6	717,1
0,900	93,94	845,5	723,3
Média	91,15	708,0	701,9
CV ² (%)	2,34	2,48	2,34

1 Efeito linear; (P<0,01), pelo teste F

2 Coeficiente de variação

Foi verificado efeito (P<0,01) dos níveis de metionina+cistina sobre as variáveis consumo de ração e de metionina+cistina digestíveis e de lisina digestível, que aumentaram de forma linear. O consumo médio de ração das

poedeiras (91,2 gramas) foi abaixo do esperado e do sugerido pelo manual da linhagem Hy-line W36 (95 gramas). O consumo de ração pode ter sofrido influência da temperatura ambiente, que variou durante o período estudado, chegando a temperaturas máximas de 29°C no interior do galpão (Tabela 2), podendo dessa forma, ter reduzido a ingestão de alimento ao longo do dia. Os resultados estatísticos para consumo de lisina seguiram os resultados encontrados para consumo de ração, pois este aminoácido encontrava-se proporcionalmente igual entre os tratamentos. O consumo de metionina + cistina digestíveis aumentou linearmente devido à concentração destes aminoácidos na dieta.

Efeito estatístico similar a este estudo foi observado por Cupertino et al. (2006), que verificaram efeito linear para consumo de ração com níveis de 0,492 a 0,700% de metionina+cistina digestíveis para poedeiras semipesadas de 54 a 70 semanas. Porém, testando os mesmos níveis, no mesmo período, com poedeiras leves, não constataram diferença significativa para consumo de ração. Barbosa et al. (2004) também obtiveram resposta linear crescente de consumo de ração com níveis variando de 0,520 a 0,720% de metionina+cistina para poedeiras leves de 45 a 61 semanas de idade. Por outro lado, Barbosa et al. (1999) constataram efeito quadrático com dietas variando os níveis de metionina+cistina de 0,484 a 0,734% para poedeiras leves de segundo ciclo. Os variados resultados estatísticos encontrados entre os trabalhos, podem estar relacionados ao balanço aminoacídico das rações experimentais, pois, segundo Andrigueto et al. (2003), o desequilíbrio entre os aminoácidos pode afetar o consumo de alimento, devido a mudanças na concentração dos aminoácidos no plasma.

2. Produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos

Os resultados de produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis produção de ovos (P) e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos (ELP) de poedeiras leves de 42 a 58 semanas.

Tratamento (% M+C)	P ¹ (%)	ELP ¹ (g/ave/prod. total ovos)
0,650	80,75	0,852
0,700	82,55	0,826
0,750	85,29	0,813
0,800	87,13	0,813
0,850	85,07	0,843
0,900	85,90	0,842
Média	84,45	0,832
CV ² (%)	3,73	4,66

1 Efeito quadrático; (P<0,05), pelo teste F

2 Coeficiente de variação

Houve efeito quadrático (P<0,05) dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a produção de ovos e a eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos ao nível de 0,833 e de 0,775% de metionina+cistina digestíveis, respectivamente, que correspondem a consumos de aminoácidos sulfurosos digestíveis de 771 e de 708 mg/ave/dia, e relações metionina+cistina/lisina de 108 e de 101%. Embora tenha verificado efeito quadrático para o parâmetro produção de ovos, o modelo LRP foi o que apresentou menor soma dos quadrados dos desvios e que melhor se ajustou aos dados, obtendo um platô ao nível de 0,761%, que corresponde a 693 mg/ave/dia de consumo de metionina+cistina digestíveis e 99% de relação metionina +cistina com a lisina (Figura 1 e 2). As relações de metionina+cistina com a lisina encontradas para as variáveis produção de ovos e eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos são superiores às recomendadas por Rostagno et al. (2005) e NRC (1994), que são de 91 e 84%, respectivamente. No entanto, ao considerar o consumo diário de aminoácidos sulfurosos encontrado para a variável eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos, verifica-se maior similaridade em relação ao consumo de 724 mg proposto por Rostagno et al. (2005). Porém, o consumo médio de lisina digestível encontrado no presente estudo, de 702 mg/ave/dia, foi inferior ao preconizado por Rostagno et al. (2005), de 796 mg/ave/dia. Isto sugere que os níveis de lisina digestíveis utilizados por

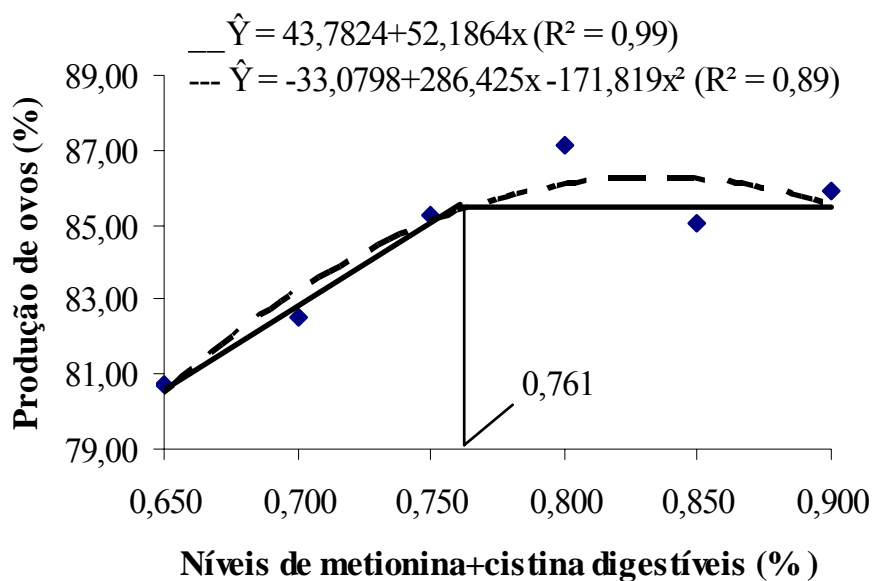


Figura 1 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre produção de ovos de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

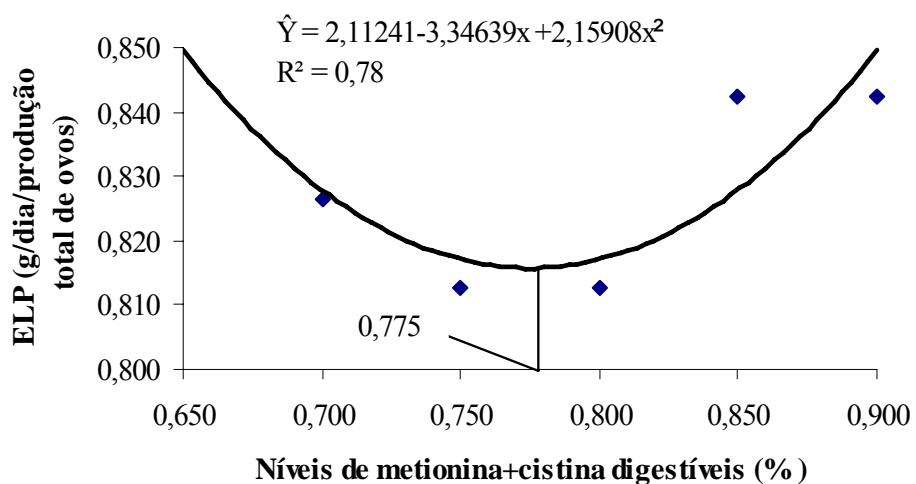


Figura 2 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre a eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

esses autores em função da relação entre aminoácidos podem estar superestimados. Os altos índices produtivos (84,5 % de postura) alcançados neste trabalho reforçam ainda mais esta hipótese. O manual da linhagem Hy-line W36 preconiza produção média de ovos de 86% em condições ótimas de manejo e

recomenda um consumo médio de 729 mg/ave/dia de lisina digestível no período de 42 a 58 semanas de idade. Da mesma forma, baixa relação aminoácidos sulfurosos/lisina foi recomendada no manual da linhagem Hy-line W36, que estabelece uma relação metionina+cistina com a lisina de 78%.

Sá et al. (2007) identificaram resposta na produção de ovos de poedeiras quando suplementaram dietas com diversos níveis de aminoácidos sulfurosos. Estimaram como exigências para poedeiras leves e semipesadas de 34 a 50 semanas de idade, consumos de 825 e de 793 mg/ave/dia, e relação metionina+cistina/lisina de 101%. De forma semelhante, Cupertino et al. (2006) trabalhando com poedeiras leves e semipesadas de 54 a 70 semanas de idade, verificaram resposta na produção de ovos ao variar consumos de 521 a 784 mg/ave/dia de aminoácidos sulfurosos. Definiram como relação ideal metionina+cistina/lisina 98 e 100% para consumos de 712 e de 723 mg/ave/dia de aminoácidos sulfurosos, respectivamente, para poedeiras leves e semipesadas. Relação aminoácidos sulfurosos com a lisina similar foi verificada por Bregendahl et al. (2008), que foi de 99%, para máxima produção de ovos, com poedeiras leves, no período de 28 a 34 semanas de idade.

Outros autores (Bertran et al., 1995; Narvaez-Solarte, 1996; Rodrigues et al., 1996; Novak et al., 2004; Novak et al., 2006) também constataram resposta na porcentagem de postura de galinhas poedeiras ao forneceram dietas com diferentes níveis de aminoácidos sulfurosos.

Devido à variação no consumo de ração, e conseqüentemente no consumo dos demais aminoácidos, principalmente a lisina, aminoácido de grande importância na produção de ovos, tornou-se necessário, para definir a relação ideal metionina + cistina/lisina digestível, o parâmetro eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos. Foi considerado o melhor tratamento aquele que apresentar menor valor deste parâmetro. O melhor valor de eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos não significa que a lisina proporcionou este ganho, mas que a relação de metionina+cistina/lisina digestível deste tratamento é a mais ajustada, pois os sulfurosos são os únicos aminoácidos com relações diferentes entre os tratamentos. Ao comparar os consumos médio de lisina

ocorridos nos níveis de 0,80 e de 0,85% de metionina+cistina digestíveis, que foram de 707,5 e de 717,1 mg/ave/dia, respectivamente, e suas respectivas produções de ovos, de 87,13 e de 85,07 %, pode-se verificar que apesar do maior consumo de lisina digestível do nível 0,85% e de metionina+cistina digestíveis, que foi de 791,6 mg/ave/dia, o nível de 0,80%, que apresentou consumo de 735,1 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis, apresentou maior porcentagem de postura e melhor valor de eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos. Estes dados sugerem que a relação entre os aminoácidos sulfurosos com a lisina foi mais ajustada no nível de 0,80%.

Os parâmetros produção de ovos e massa de ovos são considerados os mais importantes para estabelecer as recomendações dos nutrientes para poedeiras. Devido a grande influência dos aminoácidos metionina+cistina sobre o tamanho dos ovos e conseqüentemente sobre a massa de ovos, podendo ocasionar superestimação deste parâmetro, considerou-se a produção de ovos como o principal parâmetro para correção da variação do consumo de ração e de lisina.

3. Peso e massa de ovos

Os efeitos dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o peso médio dos ovos e massa de ovos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis peso médio dos ovos (PO) e massa de ovos (MO) de poedeiras leves de 42 a 58 semanas.

Tratamento (% M+C)	PO ¹ (g)	MO ² (g/ave/dia)
0,650	58,32	47,11
0,700	60,00	49,54
0,750	60,01	51,23
0,800	60,93	54,24
0,850	62,98	53,66
0,900	63,93	55,10
Média	61,03	51,81
CV ³ (%)	2,17	3,84

1 Efeito linear; (P<0,01), pelo teste F

2 Efeito quadrático; (P<0,07), pelo teste F

3 Coeficiente de variação

Houve um efeito linear crescente ($P < 0,01$) para o peso dos ovos com o aumento dos níveis de aminoácidos. Porém, constatou-se um platô ao nível de 0,897% de metionina+cistina digestíveis, que corresponde a um consumo de 840 mg/ave/dia destes aminoácidos, uma relação aminoácidos sulfurosos/lisina de 116 e um peso médio de ovo de 63,5 gramas (Figura 3). O manual da linhagem estudada sugere peso médio de ovo para o período de 42 a 58 semanas de idade, de 62 gramas, com consumo de 558 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis e relação aminoácidos sulfurosos/ lisina de 78%. Segundo Hsu et al. (1998), há um incremento no tamanho dos ovos quando a ingestão de aminoácidos sulfurados é aumentada pelas aves. Sá et al. (2007) constataram aumento do peso dos ovos em razão do aumento do consumo de metionina+cistina digestíveis (593 a 836 mg/ave/dia) para poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. Cupertino et al. (2006) também verificaram aumento no peso dos ovos de forma proporcional ao consumo de aminoácidos sulfurosos de poedeiras semipesadas quando variou o consumo de metionina+cistina digestíveis de 521 a 784 mg/ave/dia.

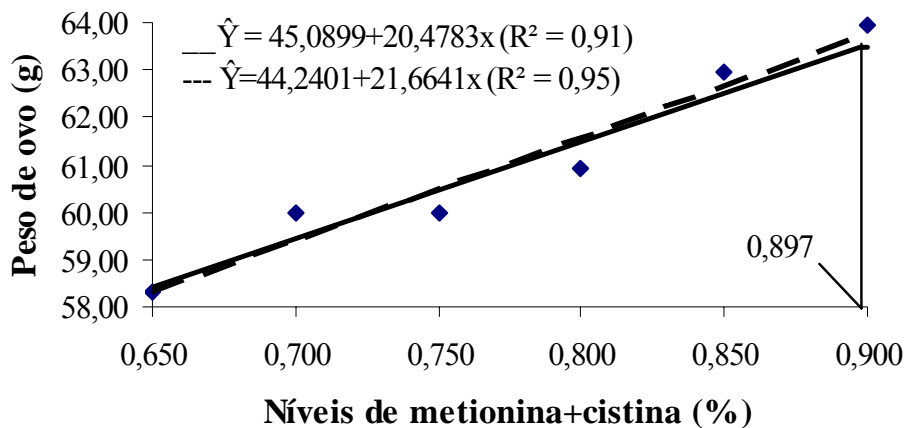


Figura 3 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre o peso de ovo de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

O peso médio dos ovos é reflexo do aumento no peso da gema e do albúmen, que variaram de 15,4 a 17,5 e de 37,8 a 41,4 gramas, respectivamente, e no aumento da porcentagem de gema, de modo proporcional ao consumo de

metionina+cistina digestíveis pelas aves. O consumo crescente de lisina ($P<0,05$) pode aumentar o peso dos componentes dos ovos e conseqüentemente, o peso dos ovos, conforme constatado por outros autores (Scheideler et al., 1996; Prochaska et al., 1996; Novak et al., 2000; Novak et al., 2004).

Constatou-se efeito ($P<0,07$) dos níveis de metionina+cistina sobre a massa de ovos, variando de forma quadrática, obtendo 0,932% como nível ótimo, que corresponde a consumo de 878 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis, equivalendo a uma massa de ovos de 55 g de ovo/ave/dia e relação aminoácidos sulfurosos/lisina de 112 (Figura 4). Os efeitos estatísticos dos níveis de metionina+cistina digestíveis observados sobre a produção e o peso dos ovos refletem de forma similar sobre a massa de ovos, pois esta variável é influenciada diretamente tanto pela produção quanto pelo peso dos ovos.

A massa de ovos estipulada pelo manual da linhagem Hy-line W36 em condições ótimas de manejo, para o período de 42 a 58 semanas de idade, foi de 53 g de ovo/ave/dia, com consumos de 558 e de 720 mg/ave/dia de metionina+cistina e de lisina digestíveis, respectivamente.

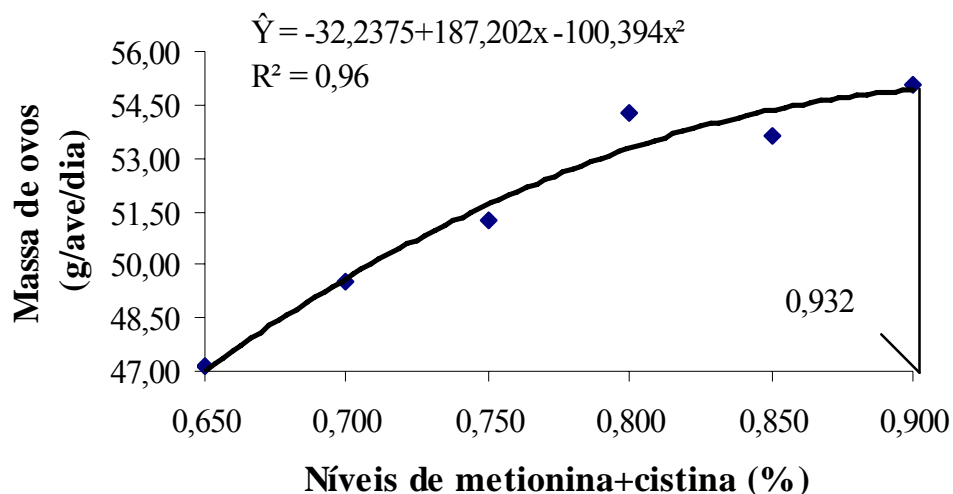


Figura 4 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre a massa de ovos de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Schutte et al. (1994) e Zollitsch et al. (1996), também obtiveram maior massa de ovos com o aumento no consumo de metionina+cistina. Cao et al. (1992)

determinaram as exigências em metionina+cistina em 785 mg/ave/dia, para uma massa de ovos de 54,3 g de ovo/ave/dia. Cupertino et al. (2006) verificaram efeito quadrático para o parâmetro massa de ovos, ao trabalharem com poedeiras leves de 54 a 70 semanas de idade, em níveis de consumo de metionina+cistina que variaram de 536 a 784 mg/ave/dia. No entanto, o consumo dos aminoácidos sulfurosos estimado por estes autores para máxima massa de ovos, foi inferior (712 mg/ave/dia) ao verificado neste trabalho. Sá et al. (2007) constataram consumos de 817 e 793 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis para poedeiras leves e semipesadas, obtendo massa de ovos de 59,75 e 58,27 g de ovo/ave/dia, respectivamente, no período de 34 a 50 semanas de idade, como exigência para máxima massa de ovos. O presente trabalho apresentou massa de ovos inferior e consumo de metionina+cistina digestíveis superior ao constatado por esses autores. Porém, o consumo médio de lisina na referida literatura pode ser considerado alto (816 mg/ave/dia), quando comparado ao presente estudo (702 mg/ave/dia), pois, uma maior ingestão de lisina pode aumentar o peso e a produção de ovos, afetando diretamente a massa de ovos.

4. Conversão alimentar

Os resultados obtidos para conversão alimentar por dúzia de ovos e por massa de ovos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis conversão alimentar por dúzia de ovos (CAD) e por massa de ovos (CAM) de poedeiras leves de 42 a 58 semanas.

Tratamento (% M+C)	CAD ¹ (Kg/dúzia)	CAM ¹ (kg/kg)
0,650	1,329	1,899
0,700	1,289	1,790
0,750	1,268	1,763
0,800	1,239	1,694
0,850	1,314	1,738
0,900	1,310	1,706
Média	1,292	1,765
CV ² (%)	4,07	3,59

1 Efeito quadrático; (P<0,01), pelo teste F

2 Coeficiente de variação

O aumento linear no consumo de ração não refletiu em efeito linear na conversão alimentar por dúzia, que apresentou resposta quadrática ($P < 0,01$), obtendo melhora até o nível estimado de 0,778% de metionina+cistina digestíveis, equivalente a consumo de 711 g/ave/dia de aminoácidos sulfurosos e relação metionina+cistina com a lisina de 101% (Figuras 5). Da mesma forma, a conversão alimentar por massa de ovos apresentou efeito quadrático ($P < 0,01$) aos níveis crescentes de metionina+cistina digestíveis da ração, alcançando um nível ótimo de 0,846% de metionina+cistina. No entanto, devido ao melhor ajuste dos dados e menor soma dos quadrados dos desvios, optou-se pelo modelo LRP para a conversão por massa de ovos, que apresentou o nível ótimo de 0,775%, correspondendo a consumo médio de 708 mg/ave/dia de aminoácidos sulfurosos, e relação metionina+cistina/lisina de 101% (Figuras 6).

A relação aminoácidos sulfurosos/lisina obtida neste experimento foi similar à verificada por Sá et al. (2007), que foram de 97 e de 99% para poedeiras leves e semipesadas de 34 a 50 semanas de idade, respectivamente, considerando a variável conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovos). Cupertino et al. (2006), constataram consumo de 685 mg/ave/dia de metionina+cistina e relação aminoácidos sulfurosos/lisina de 105% para poedeiras leves de 54 a 70 semanas de idade, considerando o parâmetro conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos), que apresentou efeito quadrático.

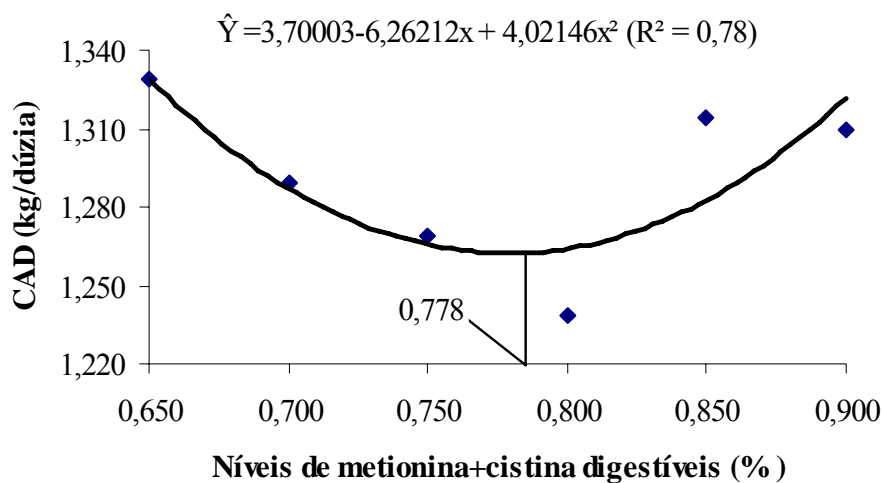


Figura 5 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre conversão por dúzia de ovos de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

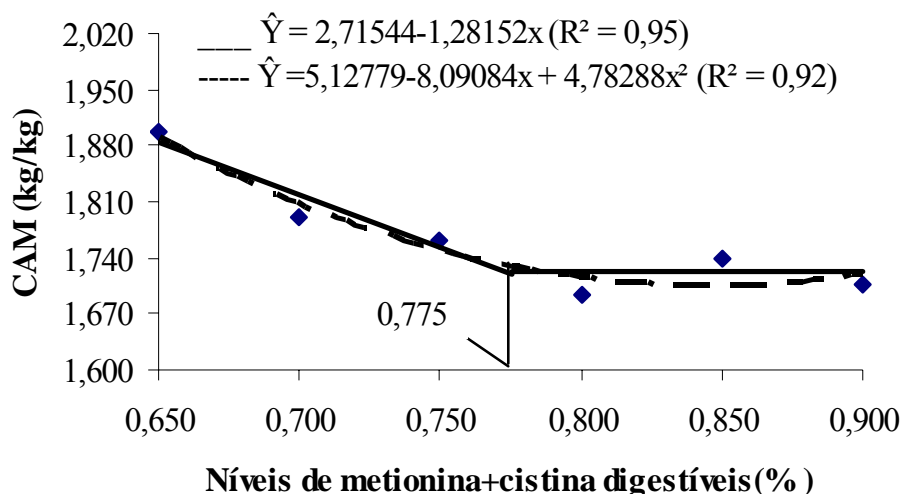


Figura 6 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre conversão por massa de ovos de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

5. Componentes dos ovos e ovos não comerciais

Os resultados obtidos para os componentes dos ovos (gema, casca e albúmen) e para os ovos não comerciais (trincados, quebrados, sem casca, duas gemas e sem gema) são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis porcentagem de gema (G), de casca (C) de albúmen (A) e de ovos não comerciais (PE) de poedeiras leves de 42 a 58 semanas.

Tratamento (% M+C)	G ¹ (%)	C ² (%)	A (%)	PE (%)
0,650	26,20	9,33	64,48	0,59
0,700	26,60	9,34	64,09	0,45
0,750	26,84	9,13	64,02	0,38
0,800	26,75	8,92	64,32	0,49
0,850	27,06	8,85	64,09	0,67
0,900	27,07	8,86	64,07	0,68
Média	26,75	9,07	64,18	0,54
CV ³ (%)	2,40	2,93	1,20	87,67

1 Efeito linear; (P<0,05), pelo teste F

2 Efeito linear; (P<0,01), pelo teste F

3 Coeficiente de variação

Foi verificado efeito linear crescente (P<0,05) para porcentagem de gema e linear decrescente (P<0,01) para porcentagem de casca com o aumento dos níveis

de metionina+cistina digestíveis na ração. Não houve efeito significativo ($p>0,05$) dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a porcentagem de albúmen e de ovos não comerciais.

Uma provável explicação para o aumento na porcentagem de gema pode estar relacionada à formação da colina a partir de metionina, somada aos fosfolípidios para formar as lipoproteínas da gema. A quantidade de colina fornecida neste trabalho parece estar abaixo do exigido pelo animal, que segundo Rostagno et al. (2005), a exigência em colina para poedeiras em produção seria de 20 mg/ave/dia. Assim, um aumento na ingestão de metionina, poderia proporcionar maior produção das lipoproteínas da gema, ocasionando aumento no percentual de gema.

De acordo com Novak et al. (2004), a síntese de proteína no tecido do magno pode ser afetada por mudanças na concentração de aminoácidos no sangue. Porém, o aumento da ingestão de metionina+cistina digestíveis no presente estudo, não aumentou a porcentagem de albúmen ($P>0,05$), embora tenha aumentado o peso médio do albúmen, que variou de 35,4 a 38,5 gramas.

A redução na porcentagem de casca pode ser devido ao aumento verificado no tamanho dos ovos, sem aumento na produção da casca. Menor percentual de casca nos ovos poderia ocasionar cascas menos espessas, o que proporcionaria maior porcentagem de ovos não comerciais, devido a trincas e quebras nas cascas. No entanto, não houve reflexo significativo ($P>0,05$) desta redução na porcentagem de casca do ovo sobre a incidência de ovos não comerciais.

Resultados semelhantes ao presente estudo foram obtidos por Novak et al. (2004) e Cupertino (2006) ao trabalharem com poedeiras leves de 44 a 63 semanas de idade, com consumos de aminoácidos sulfurosos que variaram de 615 a 833 mg/ave/dia, e poedeiras leves de 54 a 70 semanas de idade, com consumos de 536 a 784 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis, respectivamente, verificando efeito significativo para porcentagem de gema e não significativo para porcentagem de albúmen. Por outro lado, Pavan et al. (2005) trabalhando poedeiras semipesadas e consumos que variaram de 661 a 823 mg/ave/dia de

aminoácidos sulfurosos, constataram efeito significativo tanto para percentual de gema quanto para percentual de albúmen.

Geraldo et al. (2006) também obteve resultados similares a este experimento, verificando aumento da porcentagem de gema e diminuição da porcentagem de casca ao variarem os níveis de aminoácidos sulfurosos de 0,578 a 0,810% para poedeiras leves no pico de produção. Cupertino (2006) igualmente verificou efeito significativo decrescente para porcentagem de casca à medida que aumentava o consumo de metionina+cistina digestíveis, que variou de 536 a 784 mg/ave/dia.

Shafer et al. (1996), Scheideler & Elliot (1998) e Pavan et al. (2005) não constataram alteração no percentual da casca dos ovos quando variaram o consumo de aminoácidos sulfurosos para poedeiras. No entanto, Carey et al. (1991) verificaram aumento no percentual de casca quando aumentou o consumo de metionina de poedeiras de 330 para 450 mg/ave/dia.

6. Qualidade interna dos ovos

Os efeitos dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre os índices de gema, índices de albúmen e sobre as unidades Haugh são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis, índice de gema (IG) e de albúmen (IA) e unidade Haugh (UH) de poedeiras leves de 42 a 58 semanas.

Tratamento (% M+C)	IG ¹	IA ²	UH ²
0,650	0,463	0,126	93,51
0,700	0,455	0,118	91,77
0,750	0,452	0,114	90,43
0,800	0,447	0,115	90,92
0,850	0,449	0,111	89,72
0,900	0,449	0,115	90,60
Média	0,453	0,117	91,16
CV ³ (%)	1,38	4,02	1,35

1 Efeito quadrático; (P<0,05), pelo teste F

2 Efeito quadrático; (P<0,01), pelo teste F

3 Coeficiente de variação

Houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre os parâmetros índice de gema ($P<0,05$), índice de albúmen ($P<0,01$) e unidade Haugh ($P<0,01$), apresentando resposta quadrática a todos os parâmetros (Figuras 7, 8 e 9).

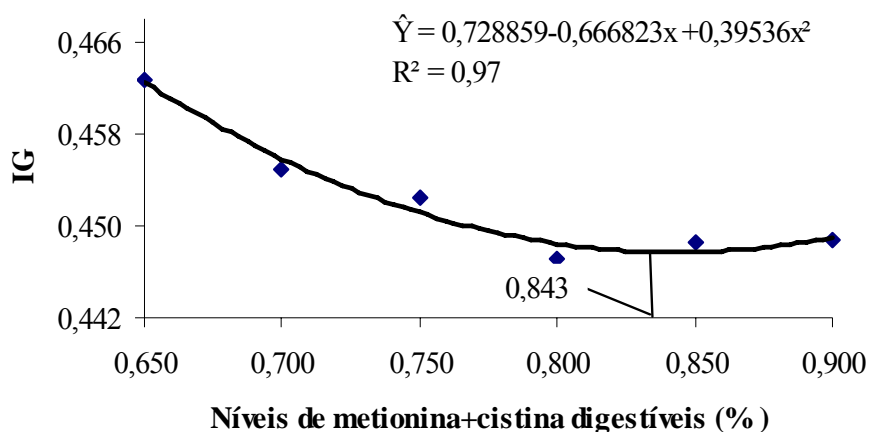


Figura 7 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre índice de gema de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

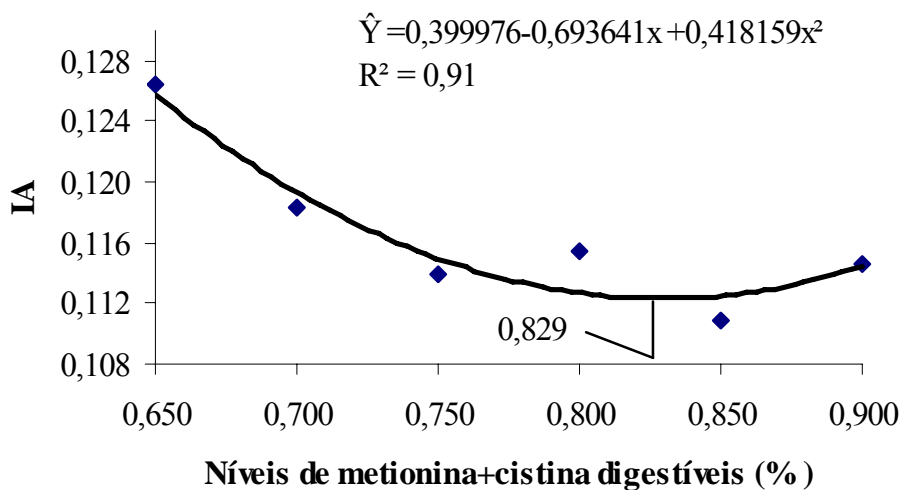


Figura 8 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre índice de albúmen de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Houve influência do peso dos ovos sobre os parâmetros de qualidade interna dos ovos. Os melhores índices de gema, de albúmen e de unidade Haugh foram encontrados para os tratamentos que apresentaram menor peso de ovo, que são os

de menores consumos de metionina+cistina digestíveis. Pelo efeito do peso sobre a gravidade, ovos maiores, de maior peso de gema e de albúmen, tendem a apresentar menores alturas destes componentes. As alturas dos componentes dos ovos são dados primordiais nos cálculos dos parâmetros de qualidade interna dos ovos. Os consumos estabelecidos pelos modelos de regressão para os parâmetros de qualidade interna dos ovos variaram de 767 a 782 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis, com relações aminoácidos sulfurosos/lisina variando de 108 a 109%.

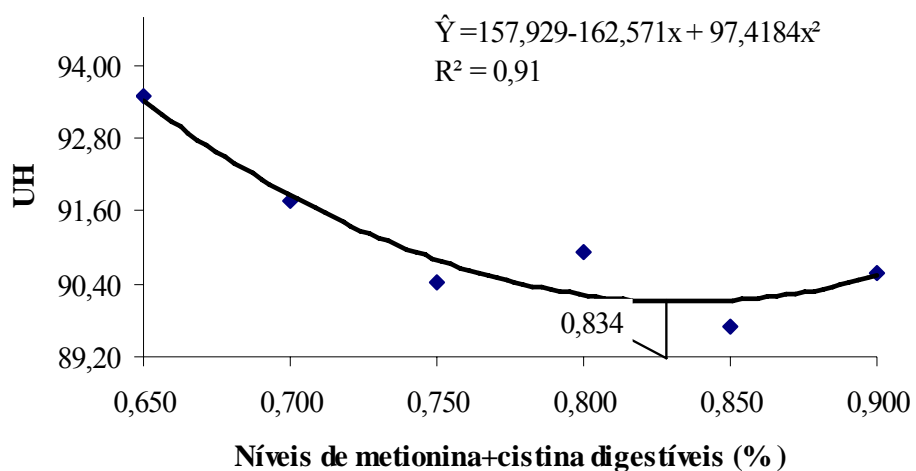


Figura 9 – Efeito dos níveis de metionina+cistina na ração sobre unidade Haugh de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

O valor médio da unidade Haugh (91,2) determinado neste estudo foi superior ao apresentado pelo manual da linhagem (85,2) para o mesmo período, ou seja, apresentou melhor qualidade interna de ovos, para um consumo médio maior de aminoácidos sulfurados digestíveis (708 vs. 558 mg/ave/dia), menor consumo médio de lisina digestível (702 vs. 720 mg/ave/dia), similar valor médio de postura (84,5 vs. 86%), e similar valor médio de peso de ovos (61 vs. 62 gramas). Estes resultados demonstram que as relações metionina+cistina/lisina digestíveis encontradas neste experimento, para os diversos parâmetros de qualidade estudados, que são superiores ao sugerido pelo manual, que foi de 78%, mostraram-se mais ajustadas para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Togashi et al. (2002) também verificaram efeito quadrático dos níveis de metionina+cistina estudados (540 a 780 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis) sobre a unidade Haugh em poedeiras de 51 a 63 semanas de idade. Porém, Novak et al. (2004), não constataram efeito dos níveis de ingestão de aminoácidos sulfurosos (635 a 877 mg/ave/dia) para poedeiras de 44 a 63 semanas de idade, sobre as unidades Haugh. Sá et al. (2007) também não verificaram alteração na qualidade interna dos ovos (índice de albúmen e de gema e unidade Haugh) quando variou o consumo de metionina+cistina digestíveis de 610 a 744 e de 593 a 715 mg/ave/dia para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Da mesma forma, Braga (1984) e Britzan & Carlson (1965) não constataram efeito sobre os parâmetros de qualidade interna do ovo ao suplementarem rações de poedeiras com níveis crescentes de metionina. No entanto, semelhante a este experimento, Narvaez-Solarte (1996) percebeu uma melhora nas unidades Haugh à medida que se reduzia os níveis de aminoácidos sulfurosos da dieta.

Os parâmetros de qualidade interna dos ovos (índice de gema e de albúmen e unidade Haugh) apresentam grandes variações de resultados para os diversos ensaios no qual foram analisados. O tempo de armazenamento dos ovos, a idade das aves, a temperatura ambiente, tipos de aparelhos usados para determinar as medições, dentre outros fatores, afetam os resultados encontrados para essas variáveis.

7. Ganho de peso

Na Tabela 9 estão descritos os efeitos dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o peso inicial e final e ganho de peso das aves durante todo período experimental.

Foi verificado efeito linear ($P < 0,01$) dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o peso final e ganho de peso das aves, onde as aves ganharam em média 61 gramas durante o período experimental. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre o peso inicial. Verificou-se maior ganho corporal para os tratamentos de maior consumo de

metionina+cistina digestíveis. Os tratamentos de maior consumo de aminoácidos sulfurosos apresentaram também maior consumo de ração e conseqüentemente de lisina, aminoácido este, mais relacionado ao ganho de peso. As aves ganharam o dobro de peso em relação ao estabelecido pelo manual da linhagem Hy-line W36 (30 gramas) no período de 42 a 58 semanas de idade.

Tabela 9 – Efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis (M+C) sobre as variáveis, peso inicial e final e ganho de peso de poedeiras leves de 42 a 58 semanas.

Tratamento (% M+C)	Peso inicial (kg/ave)	Peso final ¹ (kg/ave)	Ganho de peso ¹ (g/ave)
0,650	1,429	1,454	25,0
0,700	1,416	1,466	49,7
0,750	1,406	1,450	44,0
0,800	1,415	1,482	67,0
0,850	1,441	1,529	88,5
0,900	1,421	1,513	91,4
Média	1,422	1,482	61,0
CV ² (%)	2,19	2,65	58,14

1 Efeito linear; (P<0,01), pelo teste F

2 Coeficiente de variação

De forma contrária, Sá (2005) constatou perda de peso de poedeiras semipesadas no período de 34 a 50 semanas de idade, variando o consumo de metionina+cistina digestíveis de 595 a 844 mg/ave/dia. No entanto, para o mesmo período e trabalhando com poedeiras leves, este autor verificou ganho de peso médio de 158 gramas. Novak et al. (2004) também constataram perda de peso médio de 80 gramas para poedeiras leves de 44 a 63 semanas de idade com níveis de ingestão metionina+cistina variando de 616 a 851 mg/ave/dia.

8. Mortalidade

A mortalidade no período estudado foi de 0,92% distribuídos entre os tratamentos, similar ao manual da linhagem Hy-line (2005), que estabelece uma mortalidade para o período de 42 a 58 semanas de idade de 1,10%. Apesar da influência dos aminoácidos metionina+cistina sobre o tamanho dos ovos, não foi constatado mortalidade das aves por prolapso.

Tabela 10 – Mortalidade de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Tratamento (% metionina+cistina digestíveis)	Mortalidade (%)
0,650	0,00
0,700	0,00
0,750	0,00
0,800	0,46
0,850	0,00
0,900	0,46

9. Equações de estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis

As equações de resposta aos níveis de metionina+cistina digestíveis estimados por meio de regressão linear, quadrática e linear response plateau, para as variáveis estudadas, estão apresentadas nas Tabelas 11, 12 e 13, respectivamente.

As relações metionina+cistina/lisina digestíveis estabelecidas para as principais variáveis produtivas (produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar) foram similares entre as diversas variáveis avaliadas. Entretanto, o baixo e variável consumo de ração e conseqüentemente dos demais aminoácidos, principalmente da lisina, fez-se necessário uma correção através do cálculo do parâmetro eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos. Assim, corrigiu-se a influência do aminoácido lisina sobre a produção de ovos das aves, parâmetro este, de grande importância econômica.

Tabela 11 – Estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis (M+C), pelo modelo linear, para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Modelo	Equação de regressão	Exigência (%)	R²	SQD
Linear				
Consumo de ração	$\hat{Y} = 74,0906 + 22,0115x$	$\geq 0,900$	0,90	2,2392
Consumo de lisina	$\hat{Y} = 0,570497 + 0,169489x$	$\geq 0,900$	0,90	0,0001
Consumo de M+C	$\hat{Y} = -0,132677 + 1,08476x$	$\geq 0,900$	1,00	0,0001
Peso de ovo	$\hat{Y} = 44,2401 + 21,6641x$	$\geq 0,900$	0,95	1,1439
% de gema	$\hat{Y} = 24,2106 + 3,27584x$	$\geq 0,900$	0,86	0,0745
% de casca	$\hat{Y} = 10,8315 - 2,26837x$	$\geq 0,900$	0,90	0,0259
Peso final	$\hat{Y} = 1,25459 + 0,294017x$	$\geq 0,900$	0,73	0,0014
Ganho de peso	$\hat{Y} = -147,789 + 269,333x$	$\geq 0,900$	0,93	253,81

Tabela 12 – Estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis, pelo modelo quadrático, para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Modelo	Equação de regressão	Pmáx/ Pmín	Exigência (%)	R²	SQD
Quadrático					
Produção de ovos	$\hat{Y} = -33,0798 + 286,425x - 171,819x^2$	86,29	0,833	0,89	3,1413
ELP	$\hat{Y} = 2,11241 - 3,34639x + 2,15908x^2$	0,815	0,775	0,78	0,0003
Massa ovos	$\hat{Y} = -32,2375 + 187,202x - 100,394x^2$	55,03	0,932	0,96	1,6811
Conversão alimentar/ massa de ovos	$\hat{Y} = 5,12779 - 8,09084x + 4,78288x^2$	1,706	0,846	0,92	0,0022
Conversão alimentar/ dúzia de ovos	$\hat{Y} = 3,70003 - 6,26212x + 4,02146x^2$	1,262	0,778	0,78	0,0017
Unidade Haugh	$\hat{Y} = 157,929 - 162,571x + 97,4184x^2$	90,10	0,834	0,91	0,8157
Índice gema	$\hat{Y} = 0,728859 - 0,666823x + 0,39536x^2$	0,447	0,843	0,97	0,000005
Índice albúmen	$\hat{Y} = 0,399976 - 0,693641x + 0,418159x^2$	0,112	0,829	0,91	0,00001

ELP = eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos

Tabela 13 – Estimativas dos níveis de metionina + cistina digestíveis (M+C), pelo modelo linear response plateau (LRP), para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Modelo	Equação de regressão	Plateau	Exigência (%)	R²	SQD
LRP					
Produção de ovos	$\hat{Y} = 43,7824+52,1864x$	85,49	0,761	0,99	0,5198
Peso de ovo	$\hat{Y} = 45,0899+20,4783x$	63,46	0,897	0,91	1,5195
Conversão alimentar/ dúzia de ovos	$\hat{Y} = 1,7045-0,583644x$	1,312	0,672	0,98	0,0031
Conversão alimentar/ massa de ovos	$\hat{Y} = 2,71544-1,28152x$	1,722	0,775	0,95	0,0017
Ganho de peso	$\hat{Y} = -161,525+288,5x$	91,4	0,877	0,90	232,382

Conclusão

O nível de metionina+cistina digestíveis considerado como exigência para poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade, com base nos parâmetros estudados, foi de 0,775%, que corresponde a um consumo de 708 mg/ave/dia de metionina+cistina digestíveis e relação metionina+cistina/lisina de 101%.

Literatura citada

- Barbosa, B. A. C., Soares, P. R., Rostagno, H. S., et al., Exigência nutricional de metionina+cistina para galinhas poedeiras de ovos brancos e marrons, no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, n.3, p.526-533, 1999.
- Barbosa, M. J. B., Botti, D. G., Murakami, A. E., Sakaguti, E. S. Níveis de aminoácidos sulfurados para poedeiras comerciais leves com 45 semanas. In: 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande, MS. **Anais...** 2004.
- Bertram, H.L., Danner, E., Jeroch, K., et al. The influence of DL-methionine supplementation on the performance of laying hens under heat stress. **Arch. Gefl.**, v.59, p.314-318, 1995.
- Braga, D.F. **Exigências nutricionais de lisina e aminoácidos sulfurosos para galinhas poedeiras e de lisina para suínos em crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005, 186p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- Bregendahl, K., Roberts, S.A., Kerr, B., Hoehler, D. Ideal rations of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744-758, 2008.
- Britzman, D.G., Carlson, C.W. Limiting amino acids in corn-soybean meal diets for laying hens. **Feddstuffs**, v.37, n.43, p.20-21, 1965.
- Cao, Z., Jevne, C., Coon, N. The methionine and methods of feeding on feed intake. **Poultry Science**, v.71 Suppl 1, p.39, 1992. (Abstr.).
- Carey, J. B., Asher, R. K., Angel, J. F., and Lowder, L. S. The influence of methionine intake on egg composition. **Poultry Science** v. 70 (Suppl. 1):151. 1991. (Abstr.).
- Coon, N. C. Feeding egg-type replacement pullets. In: Bell, D. D., Jr Weaver, W. D. **Commercial chicken meat and egg production 5 th**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, p. 287-393, 2002.

- Cupertino, E.S. **Exigência de aminoácidos digestíveis (lisina, aminoácidos sulfurosos e treonina) para poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 110p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- Cupertino, E.S., Gomes, P.C., Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Calderano, A.A., Schmidt, M. Exigência nutricional de metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas de 54 a 70 semanas de idade. In: 43 Reunião Anual da Sociedade de Zootecnia. João Pessoa, PB. **Anais...** 2006.
- Dale, N. Proteína ideal para pollos de engorde. In: **Avicultura Profissional**. V.11, n.3, p.104-107, 1994.
- Geraldo, A. Bertechini, A. G., Carvalho, J. C. C., et al. Níveis de aminoácidos sulfurosos digestíveis e seus efeitos sobre o rendimento no processamento, qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais leves em pico de produção. In: 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa, PB. **Anais...** 2006.
- Guia de manejo- Hy-line W36, 2003-2005, 23p.
- Harms, R. H. **Proteína (aminoácidos) para poedeiras.** In: Simpósio Internacional sobre Nutrição de Aves. Campinas, p. 111-122, 1999.
- Haugh, R.R. The Haugh Unit for measuring egg quality. **U.S. Egg and Poultry Mag.**, v.4, p.552, 1937.
- Hsu, J.C, Lin, C.Y., Chiou, P.W.S. Effects of ambient temperature and methionine supplementation of a low protein diet on the performance of laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, 74:289-299. 1998.
- Jansman, A. J. M., Van Der Klis, J. D. Evaluation of the amino acid requirements in laying hens. In: Conference European Poultry 11th, Bremen. **Anais...** Conference European Poultry. CD-ROM. 2002.
- Klasing, K.C., Amino acids In: **Comparative Avian Nutrition**. CAB INTERNATIONAL, Cambridge, UK, p.133-170, 1998.
- Narváez-Solarte, W.V. **Exigências em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas.** Viçosa, MG: UFV, 1996. 57p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- National Research Council-NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9. ed. Washington, National Academy of Sciences: 1994. 155p.

- Novak, C., Yakout, H., Scheideler, S. Lysine levels in laying hens diets. **The Nebraska Poultry Report**, p.21-23, 2000.
- 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**, v.83, p.977-984, 2004.
- Novak, C., Yakout, H., Scheideler, S. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid:lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. **Poultry Science**, v. 85 (suppl.12): 2195-2206, 2006. (Abstr.).
- Pack, M. Excess protein can depress amino acid utilization. **Feed Mix**. v. 3:6, 24 – 25, 1995.
- Pavan, A. C., Móri, C., Garcia, E.A., et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p. 568-574, 2005.
- Prochaska, J.F., Carey, J.B., Shafer, D.J. The effect of L-lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**, v.75, p.1268-1077, 1996.
- Rodrigues, P.B.; Bertechini, A.G.; Oliveira, B.L. et al. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de aminoácidos sulfurados totais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.248-260, 1996.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Ferreira, A.S., Oliveira, R.F., Lopes, D.C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos - composição de alimentos e exigências nutricionais** (2a edição). Viçosa-MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 186p. 2005.
- Sá, L.M., Gomes, P.C., Albino, L.F.T., Rostagno, H.S., Nascif, C.C. Exigência nutricional de metionina + cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1837-1845, 2007.
- Schutte, J.B., Jong, J., Bertram, H.L. Requirements of the laying hen for sulfur amino acids. **Poultry Science**, v.73, p.274-280, 1994.
- Scheideler, S. E., and Elliot, M. A. Total sulfur amino acid (TSAA) intake to maximize egg mass and feed efficiency in young layers (19-45 wk of age). **Poultry Science**, 77(Suppl. 1):130. 1998. (Abstr.).

- Scheideler, S. E., Novak, C., Sell, J. L., and Douglas, J. Hisex White Leghorn lysine requirement for optimum body weight and egg production during early lay. **Poultry Science**, 75(Suppl. 1):86. 1996. (Abstr.).
- Shafer, D.J., Carey, J.B., Prochaska, J.F. Effect of dietary methionine intake on egg component yield and composition. **Poultry Science**, v.75, p.1080-1085, 1996.
- Snyder, E.S. Eggs, the production, the identification and retention of quality in eggs. **Ontario Agricultural College**, Guelph, Ontario, 90p., 1961.
- Togashi, C.K., Fonseca, J.B., Soares, R.T.R.N., Souza, C.L.M. Determinação de Níveis de Metionina+Cistina para Poedeiras Semi-pesadas Alimentadas com Rações contendo Levedura Seca (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1426-1433, 2002.
- Universidade Federal de Viçosa - UFV. Central de Processamento de Dados – UFV/CPD. **SAEG – Sistema para análise estatística e genética**. Versão 9.0 Viçosa, MG:UFV, 54 p., 2005.
- Waldroup, P.W., Hellwig, H.M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. **Journal Applied Poultry Science**, v.4, p.283-292. 1995.
- Zollitsch, W., Zhiqiang, C., Peguri, A., Zhang, B., Cheng, T. and Coon C. **Nutrient requirements of laying hens**. In: Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos. Viçosa, MG, p. 109 – 159, 1996.

APÉNDICE

Quadro 1 – Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) do consumo de ração (CR), do consumo de metionina+cistina (CMC), consumo de lisina (CL), da produção de ovos (P), eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos (ELP), do peso médio dos ovos (PO), da massa de ovos (MO), da conversão alimentar/dúzia de ovos (CAD) e da conversão alimentar/massa de ovos (CAM), para poedeiras de 24 a 40 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios								
		CR	CMC	CL	P	ELP	PO	MO	CAD	CAM
Bloco	5	42,8485**	0,002620**	0,002540**	2,244749 ^{ns}	0,002097**	4,271919*	6,893682*	0,005196**	0,002577 ^{ns}
Níveis de M+C dig.	5	7,352411 ^{ns}	0,047082**	0,000435 ^{ns}	17,56834**	0,000396 ^{ns}	9,996996**	25,30071**	0,000255 ^{ns}	0,013090**
Efeito Linear	1	16,02754 ^{ns}	0,233884**	0,000950 ^{ns}	78,84830**	0,001348*	41,70988**	112,0602**	0,000721 ^{ns}	0,055637**
Efeito Quadrático	1	0,1683496 ^{ns}	0,000070 ^{ns}	0,000009 ^{ns}	3,204606 ^{ns}	0,000331 ^{ns}	5,126491*	6,049153 ^{ns}	0,000146 ^{ns}	0,008219*
Resíduo	25	4,694396	0,000329	0,000278	3,090673	0,000302	1,18090	1,957637	0,000697	0,001503
CV(%)		2,45	2,65	2,45	1,89	2,38	1,94	2,68	2,32	2,29

* (p<0,05); ** (p<0,01); e ns (p>0,05) pelo teste F

Quadro 2 – Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) da porcentagem de gema (G), da porcentagem de casca (C), da porcentagem de albúmen (A), porcentagem de ovos não comerciais (PE), do índice de gema (IG) do índice de albúmen (IA), da unidade Haugh (UH), e do ganho de peso (GP), para poedeiras de 24 a 40 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios							
		G	C	A	PE	IG	IA	UH	GP
Bloco	5	0,384688 ^{ns}	0,169573 ^{ns}	0,469222 ^{ns}	0,233327 ^{ns}	0,0000318 ^{ns}	0,0000254 ^{ns}	1,904386 ^{ns}	1485,136 ^{ns}
Níveis de M+C dig.	5	0,308089 ^{ns}	0,342038 [*]	0,379384 ^{ns}	0,144610 ^{ns}	0,0001653 ^{**}	0,0001245 ^{**}	6,868868 ^{**}	3700,716 ^{ns}
Efeito Linear	1	1,310106 [*]	0,364147 ^{ns}	0,292846 ^{ns}	0,466841 ^{ns}	0,0005955 ^{**}	0,0005085 ^{**}	27,93933 ^{**}	12427,86 [*]
Efeito Quadrático	1	0,020271 ^{ns}	0,038049 ^{ns}	0,113867 ^{ns}	0,246197 ^{ns}	0,0000008 ^{ns}	0,0000432 ^{ns}	2,666268 ^{ns}	270,4048 ^{ns}
Resíduo	25	0,227506	0,100931	0,266647	0,227553	0,0000359	0,0000238	1,454615	1696,994
CV(%)		1,90	3,51	0,78	78,16	1,34	3,71	1,27	17,27

* (p<0,05); ** (p<0,01); e ns (p>0,05) pelo teste F

Quadro 3 – Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) do consumo de ração (CR), do consumo de metionina+cistina (CMC), consumo de lisina (CL), da produção de ovos (P), eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos (ELP), do peso médio dos ovos (PO), da massa de ovos (MO), da conversão alimentar/dúzia de ovos (CAD) e da conversão alimentar/massa de ovos (CAM), para poedeiras de 42 a 58 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios								
		CR	CMC	CL	P	ELP	PO	MO	CAD	CAM
Bloco	5	73,60438**	0,0044185**	0,004364**	4,95846 ^{ns}	0,0054581*	5,512234*	8,734247 ^{ns}	0,011209**	0,007436
Níveis de M+C dig.	5	28,12372**	0,0619624**	0,0016674**	33,5637*	0,0016782 ^{ns}	26,01272**	57,23775**	0,006721 ^{ns}	0,033224**
Efeito Linear	1	127,1830**	0,3088857**	0,0075406**	106,032**	0,000000008 ^{ns}	123,1996**	261,9912**	0,000218 ^{ns}	0,120445**
Efeito Quadrático	1	3,528132 ^{ns}	0,0004335 ^{ns}	0,0002091 ^{ns}	41,3076*	0,0065262*	1,485750 ^{ns}	14,11041 ^{ns}	0,022640**	0,032026**
Resíduo	25	4,536433	0,0003096	0,0002689	9,918619	0,0014998	1,762332	3,964209	0,002762	0,004022
CV(%)		2,34	2,48	2,34	3,73	4,66	2,17	3,84	4,07	3,59

* (p<0,05); ** (p<0,01) e ns (p>0,05) pelo teste F

Quadro 4 – Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) da porcentagem de gema (G), da porcentagem de casca (C), da porcentagem de albúmen (A), porcentagem de ovos não comerciais (PE), do índice de gema (IG) do índice de albúmen (IA), da unidade Haugh (UH), e do ganho de peso (GP), para poedeiras de 42 a 58 semanas de idade.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios							
		G	C	A	PE	IG	IA	UH	GP
Bloco	5	0,295033 ^{ns}	0,0097324 ^{ns}	0,287979 ^{ns}	0,322053 ^{ns}	0,0000682 ^{ns}	0,0000271 ^{ns}	1,257517 ^{ns}	4819,226 [*]
Níveis de M+C dig.	5	0,652764 ^{ns}	0,3013383 ^{**}	0,195289 ^{ns}	0,090550 ^{ns}	0,0002033 ^{**}	0,0001726 ^{**}	10,66689 ^{**}	4112,948 [*]
Efeito Linear	1	2,816932 [*]	1,350699 ^{**}	0,266437 ^{ns}	0,130441 ^{ns}	0,0007658 ^{**}	0,0005433 ^{**}	35,15342 ^{**}	19041,87 ^{**}
Efeito Quadrático	1	0,206588 ^{ns}	0,0193195 ^{ns}	0,099555 ^{ns}	0,215445 ^{ns}	0,0002188 [*]	0,0002447 ^{**}	13,28647 ^{**}	0,007936 ^{ns}
Resíduo	25	0,4121909	0,070751	0,5898059	0,2270801	0,0000389	0,00002201	1,509762	1255,736
CV(%)		2,40	2,93	1,20	87,67	1,38	4,02	1,35	58,14

* (p<0,05); ** (p<0,01); e ns (p>0,05) pelo teste F