

WILLIAM VICENTE NARVÁEZ SOLARTE

EXIGÊNCIAS EM METIONINA+CISTINA PARA POEDEIRAS LEVES E
SEMIPESADAS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Zootecnia,
para obtenção do título de "*Magister
Scientiae*".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
SETEMBRO -1996

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

N238e
1996

Narváez Solarte, William Vicente, 1965-

Exigências em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas / William Vicente Narváez Solarte. - Viçosa : UFV, 1996.
57p. : il.

Orientador: Paulo Rubens Soares

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa

1. Galinha poedeira - nutrição - Necessidades. 2. Metionina+cistina na nutrição de aves. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed.636.50855

CDD 20.ed.636.50855

WILLIAM VICENTE NARVÁEZ SOLARTE

EXIGÊNCIAS EM METIONINA+CISTINA PARA POEDEIRAS LEVES E
SEMPESADAS

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para obtenção do título de "*Magister Scientiae*".

APROVADA: 16 de agosto de 1996

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Conselheiro)

Prof. Martinho de Almeida e Silva
(Conselheiro)

Prof. Altair Soares das Graças

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino

Prof. Paulo Rubens Soares
(Orientador)

A Deus.
À minha mãe, Rosalba.
Ao meu pai, Antonio.
Às minhas irmãs, Enis, Nancy, Lucy, Margoth e Elisabeth.
Ao meu irmão, Diego.
Ao meu amigo, Servio.
A Ana Isabel
e
David.
Dedico este Trabalho

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, ao Conselho de Pós-Graduação e ao Departamento de Zootecnia, pela acolhida.

À Embaixada do Brasil na Colômbia, pela bolsa de estudos concedida.

Ao professor Paulo Rubens Soares, pela eficiente e imprescindível orientação, pelos conhecimentos transmitidos, pela compreensão e pela amizade.

Aos professores Horácio Santiago Rostagno e Martinho de Almeida e Silva, conselheiros de inestimável valor, pela orientação, pelos aconselhamentos e pelos ensinamentos transmitidos.

Aos professores Luiz Fernando Teixeira Albino, Altair Soares das Graças e Ricardo Euclides Baja, pelas sugestões na elaboração deste trabalho.

Aos amigos Renato Alves Ferreira e Ricardo da Fonseca, pela valiosa colaboração nos trabalhos de campo.

Aos amigos, Eduardo Paz Meneses, Jorge Luis Tovar Paredes, Teresa Hidalgo Guerrero, Luis Angel Echeverri Valência, Alvaro Henry Solarte e Jorge A. Bolaños, pela amizade, nos quais sempre encontrei uma voz de coragem para a luta e alento para o estudo.

Aos colegas e amigos Marcelo Aparecido da Silva, José Geraldo de Vargas Jr., Newton Deniz Piovesan, Fernando Bartoli, Sergio Renan S. Alves,

Claudia de Castro Goulart, Gardenia Holanda Cabral e Celeste Santana da Silva, pela amizade e pelo exemplo de sinceridade, profissionalismo e dedicação.

À colonia colombiana em Viçosa, nas pessoas de Harold, Carmenza, Laura, Federico, Alvaro, Magda, Ana Lilia, Luis Fernando, Libardo, Joaquin Patarroyo e Marlene Vargas, pela amizade e pelo carinho.

Aos funcionários da Seção de Avicultura e aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia, que tenham contribuído, direta ou indiretamente, para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

WILLIAM VICENTE NARVÁEZ SOLARTE, filho de António Narváez Bastidas e de Rosalba Solarte, nasceu no município de Guaitarilla, Departamento de Nariño, República da Colômbia.

Concluiu o curso primário na “Escuela Urbana de Varones No. 1”, do mesmo município.

Em 1984, graduou-se Bachiller Acadêmico, no Instituto Champagnat dos Irmãos Maristas.

Em abril de 1991, diplomou-se em Zootecnia, na “Universidad de Nariño”, onde, em fevereiro de 1993, foi admitido na Faculdade de Zootecnia, como professor das disciplinas Produção Avícola e Zootecnia Geral.

Em março de 1994, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, sob orientação do professor Paulo Rubens Soares, concentrando seus estudos nas áreas de nutrição e produção de monogástricos.

Em agosto de 1996, submeteu-se à defesa de tese.

CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	x
EXTRATO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Efeito do nível de proteína bruta da ração sobre o desempenho de galinhas poedeiras	3
2.2. Exigências nutricionais em metionina e metionina+cistina para poedeiras	7
2.3. Deficiência e excesso de metionina versus desempenho de poedeiras	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Local e duração	12
3.2. Animais e manejo	12
3.3. Tratamentos e rações experimentais	14
3.4. Características avaliadas	14
3.4.1. Produção de ovos	14
3.4.2. Massa de ovo (g/ave/dia)	16

	Página
3.4.3. Peso médio dos ovos (g)	16
3.4.4. Consumo de ração (g/ave/dia).....	16
3.4.5. Conversão alimentar (kg/dz e g/g).....	16
3.4.6. Qualidade interna do ovo	16
3.4.7. Ganho de peso corporal (g).....	17
3.5. Análises estatísticas	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1. Produção de ovos	19
4.2. Peso médio e massa de ovo	21
4.3. Consumo de ração	26
4.4. Conversão alimentar	28
4.4.1 Conversão alimentar (g de ração/dúzia de ovos)	28
4.4.2 Conversão alimentar (g de ração/g de ovo)	28
4.5. Qualidade interna do ovo	29
4.6. Ganho de peso corporal	35
3. RESUMO E CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE	55

LISTA DE QUADROS

		Página
1	Temperatura do ar no interior do galpão, durante o período de 22 a 38 semanas de idade das poedeiras	13
2	Composição percentual da ração basal.....	15
3	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina (Met+Cis) sobre a produção de ovos, o peso médio dos ovos e a massa de ovo em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade	20
4	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina (Met+Cis) sobre o consumo de ração e a conversão alimentar em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade	26

	Página
5	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina (Met+Cis) sobre as unidades Haugh, o índice de albúmen e o índice de gema em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade 32
6	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina (Met+Cis) sobre o ganho de peso em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade 35
7	Exigências em metionina+cistina, em percentagem, para poedeiras leves de 22 a 38 semanas de idade, estimadas por meio de modelos de regressão polinomial e Linear Response Plateau (LRP) 38
8	Exigências em metionina+cistina em percentagem, para poedeiras semipesadas de 22 a 38 semanas de idade, estimadas por meio de modelos de regressão polinomial e Linear Response Plateau (LRP) 39
1A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para produção, peso médio e massa de ovo em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade 56
2A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para consumo de ração e conversão alimentar em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade 56
3A	Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para o ganho de peso, as unidades Haugh, o índice de albúmen e o índice de gema em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade 57

LISTA DE FIGURAS

	Página
1	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a produção de ovos em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade 22
2	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a produção de ovos em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade 22
3	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o peso médio dos ovos em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade 24
4	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o peso médio dos ovos em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade 24

5	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a massa de ovo em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade	25
6	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a massa de ovo em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade	25
7	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão alimentar (kg ração/dúzia de ovos) em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade..	30
8	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão alimentar (kg ração/dúzia de ovos) em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade	30
9	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão alimentar (g ração/g ovo) em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade	31
10	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão alimentar (g ração/g ovo) em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade	31
11	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre as unidades Haugh em ovos de poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade	33
12	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre as unidades Haugh em ovos de poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade	33
13	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o índice de albúmen em ovos de poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade	34

14	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o índice de albúmen em ovos de poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade	34
15	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o ganho de peso (g/ave) em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade	37
16	Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o ganho de peso (g/ave) em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade	37

EXTRATO

NARVÁEZ SOLARTE, William Vicente, M.S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 1996. **Exigências em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas.** Professor Orientador: Paulo Rubens Soares. Professores Conselheiros: Horácio Santiago Rostagno e Martinho de Almeida e Silva.

Com o objetivo de estabelecer as exigências nutricionais em metionina+cistina (Met+Cis) para galinhas poedeiras leves e semipesadas, foram utilizadas 288 poedeiras Lohmann Selected Leghorn (LSL) e 288 poedeiras Lohmann Brown (LB), submetidas a uma ração basal com 2750 kcal de EM/kg, 14,4% de proteína bruta e 0,484% de metionina+cistina, suplementada com seis níveis de DL metionina (0, 0,04, 0,08, 0,12, 0,16 e 0,20%). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, tendo os tratamentos consistidos de duas linhagens de poedeiras e seis níveis de suplementação de DL-metionina, com seis repetições e oito aves por unidade experimental. Foram avaliados a produção de ovos (%), a massa e o peso médio dos ovos (g), o consumo de ração (g/ave/dia), a conversão alimentar (g de ração/g de ovo e kg de ração/dúzia de ovos), o ganho de peso corporal (g) e a qualidade interna do ovo (unidades Haugh, índice de albúmen e índice de gema). Os níveis crescentes de metionina+cistina da ração influenciaram positivamente ($P < 0,01$) a conversão

alimentar, o ganho de peso, a produção, o peso médio dos ovos e a massa de ovo, o que propiciou aumento no desempenho produtivo das aves. Os níveis crescentes de metionina+cistina influenciaram negativamente as características de índice de albúmen e unidades Haugh, mas não influíram no índice de gema. As exigências em metionina+cistina, estimadas por meio do modelo quadrático, foram de 0,629 e 0,643%, para aves leves e semipesadas, respectivamente, as quais correspondem ao consumo diário por ave de 679 e 687 mg de metionina+cistina, respectivamente. Considerando a digestibilidade verdadeira da metionina+cistina da ração, as poedeiras leves exigem 0,586% e as poedeiras semipesadas 0,600% de metionina+cistina; níveis estes que correspondem ao consumo diário de 632 e 641 mg de metionina+cistina digestível por ave, respectivamente, dos quais no mínimo 50% deve corresponder à metionina.

ABSTRACT

NARVÁEZ SOLARTE, William Vicente, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 1996. **Requirements of white laying hens and brown laying hens for methionine and cystine.** Adviser: Paulo Rubens Soares. Committee Members: Horácio Santiago Rostagno and Martinho de Almeida e Silva.

An experiment with 288 Lohmann Selected Leghorn (LSL) and 288 Lohmann Brown (LB) laying hens was conducted to determine the requirements for methionine and cystine (Met+Cys). The hens were subjected to a basal diet containing 2750 kcal of ME/kg, 14.4% crude protein, and 0.484% methionine+cystine, adequately supplemented with six levels of methionine (0, 0.04, 0.08, 0.12, 0.16, and 0.20%). The experiment was arranged in a completely randomized design with the treatments consisting of two egg laying strains and six DL-methionine supplementation levels, three replications and eight hens per experimental unit. The following parameters were evaluated: egg production (%), egg mass yield and egg weight (g), feed intake (g/hen/day), feed conversion (g feed / g egg and kg feed /egg dozen), weight gain (g) and egg quality (Haugh Units, albumen and yolk indices). The increasing methionine+cystine levels in the diet had a positive effect ($P < 0.01$) on feed

conversion, weight gain, egg production, egg weight and egg mass yield, resulting in an improvement in laying performance. However, there was a negative effect of increasing methionine+cystine levels on albumen index and Haugh Units without any significant effect on yolk index. The methionine+cystine requirements estimated by the quadratic model were of 0.629 and 0.643% for white-egg layers and brown-egg layers, respectively, corresponding to intake per hen per day of 697 and 687 mg of methionine+cystine, respectively. Considering the diet's true digestibility of methionine+cystine, the white-egg layers require 0.586% and brown-egg layers 0.600% of digestible methionine+cystine in the diet, which correspond to a daily intake of 632 and 641 mg of methionine+cystine digestible per hen, respectively, of which a minimum of 50% must consist of methionine.

1. INTRODUÇÃO

A proteína, contida nos ingredientes de uma ração, é um de seus principais nutrientes, 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). Durante muitos anos, a formulação de rações para poedeiras esteve baseada no conceito da proteína bruta, o que, normalmente, resulta em rações com conteúdo de aminoácidos superior ou inferior ao exigido para maximizar o desempenho dos animais.

A produção de aminoácidos sintéticos em escala comercial e a preços compatíveis possibilitou a formulação de rações com níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades do animal, com menores custos de produção e maior eficiência de utilização da proteína, além de permitir 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.

A metionina é o aminoácido mais limitante, em rações à base de milho e farelo de soja, na alimentação de galinhas poedeiras (SCHUTTE e VAN WEERDEM, 1978), sendo esta indispensável na síntese de proteína. Na forma de S-adenosilmetionina, é o mais importante doador de radicais metil no corpo do animal, sendo necessária para a biossíntese de creatina, carnitina, poliaminas,

epinefrina, colina e melatonina, que são componentes corporais fundamentais para o normal desempenho das aves, além de ser fonte alternativa de cistina num processo não-reversível, que tem função especial na estrutura de muitas proteínas (hormônio insulina, imunoglobulinas), interligando cadeias polipeptídicas pela ponte dissulfeto (CREEK, 1969; BAKER, 1991; LEHNINGER, 1991).

Os avanços tecnológicos nas áreas de melhoramento, manejo, sanidade animal e ambiência têm permitido obter aves de postura com maior eficiência alimentar, com maiores taxas de produção e persistência do pico de postura. Assim, pesquisas no campo da nutrição avícola, visando o estabelecimento adequado das exigências nutricionais para poedeiras e a otimização da utilização de nutrientes, são necessárias para que as aves possam ter a expressão máxima do seu potencial genético.

Visando obter informações atuais sobre exigências nutricionais em poedeiras, realizou-se a presente pesquisa, objetivando estabelecer as exigências em metionina+cistina para poedeiras comerciais das linhagens leve e semipesada, durante a fase de produção, compreendida de 22 a 38 semanas de idade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Efeito do nível de proteína bruta da ração sobre o desempenho de galinhas poedeiras*

O nível protéico na ração para aves de postura é influenciado por vários fatores, entre os quais se encontram o genótipo (Mc DANIEL et al., 1957; LILLIE e DENTON, 1965; KONGRA et al., 1968; BAKER e VADEHRA, 1970), a taxa de postura e o peso dos ovos (JENSEN, 1975; NORTH, 1977), o peso corporal (REID, 1972; HENKEN, 1977; COSTA et al., 1981; MARTINEZ et al., 1983; SILVA et al., 1983), a idade (PETERSEN et al., 1971; JENNINGS et al., 1972), o número de aves por gaiola (QUISENBERRY e BRADLEY, 1972; AITKEN et al., 1973; FOSS e CAREW, 1974), a natureza da fonte alimentar (MUELLER, 1956), o tipo de piso (SUGANDI et al., 1975), a estação do ano (DAGHIR, 1973) e a temperatura ambiente (KURNICK et al., 1961; GLEAVES e DEWAN, 1971; CHAWLA et al., 1976).

Larbier (1986), citado por SANTOMA (1991), ao diminuir o nível de proteína de 16 para 14,5 e 13%, mantendo constante o nível de metionina+cistina à razão de 670 mg/ave/dia e variando o nível de lisina, não observou efeito da diminuição do nível protéico da ração de 16 para 14,5% sobre o ganho de peso corporal, a produção, o peso médio e a massa de ovo, nem sobre a conversão

alimentar, quando o aporte de lisina foi de 770 mg/ave/dia. Mas as poedeiras que consumiram ração com 13% de PB diminuíram a massa de ovo.

SEBASTIÁ et al.(1973), trabalhando com poedeiras que receberam rações com 14, 16, 18, 20 e 22% de PB, concluíram que a produção e o peso médio de ovos não foram influenciados pelos níveis protéicos, mas a eficiência alimentar foi pior nas aves que receberam rações com 14 e 22% de PB.

A não-influência do nível protéico da ração sobre o peso médio dos ovos e a melhoria na conversão alimentar foi também observada por HOCHREICH et al.(1958), que obtiveram poedeiras com melhor produção de ovos, como resposta ao aumento do nível protéico da ração de 15,7 para 17,0 e 18,3%. Da mesma forma, CHI e SPEERS (1976) reportaram aumento significativo na produção de ovos em poedeiras, com o aumento de 12 a 15% no nível de proteína da ração.

CARMO (1981) observou que as poedeiras alimentadas com rações que continham 12 e 13% de PB, sem suplementação de metionina, apresentaram queda no consumo de ração e peso médio dos ovos, significativamente, inferior à das que receberam ração com 15% de PB, sendo a diminuição do consumo atribuída, principalmente, à deficiência em metionina.

No entanto, BRAGA (1978) não notou diferença significativa na taxa de postura, no peso médio dos ovos e nas unidades Haugh de poedeiras submetidas a rações com 13, 15 e 17% de PB, enquanto a conversão alimentar das poedeiras alimentadas com rações de 15 e 17% de PB foi significativamente melhor que as alimentadas com 13% de PB na ração.

BRAGA (1984) observou que poedeiras leves, alimentadas com 13% de PB na ração, sem suplementação de metionina, proporcionaram menores peso médio dos ovos e consumo de ração, em comparação com as que consumiram a ração com 15% de PB. Resultados semelhantes foram obtidos por QUISENBERRY e BRADLEY (1962), que conduzindo experimentos com poedeiras, submetidas a rações de 13, 15 e 17% de PB, observaram diminuição no peso médio dos ovos, com a queda do nível protéico da ração.

PENZ e JENSEN (1991) não encontraram diferença significativa na produção de ovos e no consumo de ração, em aves Hy-Line W36 alimentadas

com rações com 13 e 16% de PB, mas observaram diminuição significativa no peso médio dos ovos e menor ganho de peso corporal, nas poedeiras alimentadas com a ração de menor nível protéico.

SUGANDI et al.(1975), trabalhando com poedeiras submetidas a rações com 15 a 18% de proteína, observaram melhores conversões e maiores produções de ovos nas aves alimentadas com os níveis mais altos de proteína. No entanto, MILLAR e SMITH (1975) encontraram que poedeiras alimentadas com rações com 18% de PB apresentaram diminuição significativa na produção de ovos, quando comparadas com poedeira, submetidas a rações com 16 e 17% de PB.

Entretanto, Latshaw (1981), citado por SANTOMA (1991), observou melhores produção e peso médio de ovo em poedeiras alimentadas com 15,2% de proteína na ração, quando comparadas com outras alimentadas com 16,5%, mantendo, ambas, níveis semelhantes de metionina+cistina e lisina.

REID (1976), trabalhando com poedeiras leves, submetidas a rações isocalóricas, variando o nível protéico de 10 a 19,5%, estimou em 14,6% a exigência de PB, para um consumo de proteína diário de 16,54 g por ave. Da mesma forma, TOUCHBURN e NABER (1962) recomendam consumo de 17g de proteína/ave/dia para poedeiras com 72% de produção.

Os resultados experimentais de MAIER et al.(1978) indicaram que poedeiras alimentadas com rações com 15% de PB mostraram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar e aumentaram a produção e o peso médio dos ovos, em comparação com as que receberam rações com nível de 13% de PB.

THORNTON et al.(1956) não observaram efeito do aumento no nível protéico da ração de 11 para 17% sobre a conversão alimentar, nem nas unidades Haugh. Resultados semelhantes foram obtidos por SUGANDI et al.(1975), variando o nível de proteína entre 15 e 18% de PB. Entretanto, CARMO (1981) não soube dar explicação biológica para poedeiras alimentadas com rações com 12 e 13% de PB terem apresentado ovos de qualidade interna superior, em relação às que consumiram rações com semelhante nível de PB, suplementadas

com metionina, e o mesmo quando comparadas com aves alimentadas com ração de 15% de PB.

THORNTON e WHITTET (1959) encontraram resultados semelhantes, tendo relatado que, ao reduzirem o nível de proteína da ração, verificaram aumento nas unidades Haugh.

CHI e SPEERS (1976) não constataram influência dos níveis de suplementação de lisina (de 0,35 a 0,85%) em rações de poedeiras, contendo 14% de PB, sobre os valores de unidades Haug.

BRAGA (1984) não observou efeito sobre as unidades Haugh, nem sobre a altura de albúmen em poedeiras alimentadas com 13 e 15% de PB, suplementadas com diferentes níveis de metionina.

A não-influência do nível protéico da ração (de 15,4 a 21,3%) sobre as unidades Haugh também foi constatada por McINTYRE e AITKEN (1957), enquanto HARMS e DOUGLAS (1960), utilizando poedeiras alimentadas com rações de 14,7 e 16,7% de proteína, constataram melhores unidades Haugh nas aves que receberam a ração de menor nível protéico.

No entanto, GLEAVES et al. (1973) e IVY e GLEAVES (1976) sugerem que o nível protéico na ração para poedeiras pode ser mais baixo que os recomendados. Esta sugestão é reforçada por QUISENBERRY e BRADLEY (1972), GOAN (1973) e CARMO (1981), segundo os quais as rações de mais baixos níveis protéicos proporcionam maior retorno financeiro.

BRAY (1965) observou que a adição de ácido glutâmico em rações que ofereciam entre 13 e 13,5 g de proteína/ave/dia não influenciou a produção de ovos. A partir destas descobertas, vários pesquisadores têm demonstrado que as poedeiras necessitam de aminoácidos essenciais e de nitrogênio proveniente de aminoácidos não-essenciais, no lugar de proteína bruta.

O ARC (1975) recomenda, para poedeiras leves, 16,5% de proteína na ração, com base em um consumo de 110 g de ração/ave/dia. Da mesma forma, o nível de proteína sugerido pelo NRC (1994) é de 15%, com base em um consumo de 100 e 110 g de ração/ave/dia, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente.

ROSTAGNO (1990) recomenda, nas condições brasileiras, um total de 14,45% de proteína bruta na ração para poedeiras leves, com um consumo de 110 g de ração e 308 kcal de EM/ave/dia.

2.2. Exigências nutricionais em metionina e metionina+cistina para poedeiras

Estudos realizados por SELL e JOHNSON (1974), SCHUTTE e VAN WEERDEM (1978) e SCHUTTE et al. (1983) indicaram que a suplementação das rações com metionina melhorou a eficiência de utilização da proteína e que a metionina é o aminoácido mais limitante na formulação de rações para poedeiras.

HARMS et al.(1962), usando rações com 14, 17 e 18% de proteína bruta, suplementadas com 0,075% de metionina hidroxí-análogo (MHA), verificaram melhora significativa no desempenho das poedeiras, nos níveis de proteína utilizados. Entretanto, JENSEN et al.(1974) não observaram efeito sobre a taxa de postura, o peso de ovos e o ganho de peso corporal de poedeiras leves, consumindo rações à base de milho e farelo de soja, com 16% de PB, suplementadas com diferentes níveis de DL-metionina. Entretanto, observaram aumento na produção de ovos, quando realizaram a suplementação com DL-metionina, numa ração do mesmo nível protéico, à base de milho e alfafa desidratada. Além disso, verificaram perda de peso corporal nas poedeiras que consumiram a segunda ração, sem suplementação de DL-metionina.

JANSSEN (1974) e SCHUTTE et al.(1994) verificaram que o nível de metionina+cistina exigido para otimizar a conversão alimentar é maior que o para otimizar a produção de ovos.

O NRC (1994) recomenda 300 mg de metionina e 580 mg de metionina+cistina/ave/dia, para poedeiras leves, consumindo diariamente 100 g de ração com 15% de PB, enquanto para poedeiras semipesadas, com consumo diário de 110 g de ração com 16,5% de PB, a recomendação é de 330 e 645 mg de metionina e metionina+cistina, respectivamente. Entretanto, ROSTAGNO et al. (1983) sugerem para poedeiras com consumo médio de 105 g ração/ave/dia,

independentemente da linhagem, níveis de 0,311% de metionina e 0,567% de metionina+cistina.

HARMS e DAMRON (1969), utilizando poedeiras com 40 semanas de idade, verificaram que, para suprir 530 mg de metionina+cistina, são necessários, aproximadamente, de 250 a 280 mg de metionina. Porém, que JENSEN et al. (1974) verificaram que as poedeiras exigem, para adequada produção de ovos, durante todo o ciclo de produção, um consumo diário de 290 a 300 mg de metionina/ave.

Segundo o ARC (1975), para que poedeiras, em início de produção, apresentem massa de ovo de 50 g/ave/dia, é necessário um consumo de 350 mg de metionina, de um total de 470 mg de metionina+cistina.

REID e WEBER (1973), submetendo poedeiras a rações com 15,6% de PB, verificaram que a exigência de metionina+cistina para 70% de produção foi estabelecida em 497,7 mg/ave/dia, para aves mantidas a 21°C, e 514,1 mg/ave/dia, para aves mantidas a 32°C. Entretanto, CARMO (1981) recomenda consumo diário de 498 mg de metionina+cistina/ave para poedeiras leves, mantidas sob regime de alta temperatura e alimentadas com ração com 15,5% de PB.

Segundo BRAGA (1984), o nível protéico das rações para poedeiras leves de 30 a 37 semanas de idade, com base na estimativa média das exigências para otimizar a conversão alimentar, a produção e o peso médio dos ovos, pode ser reduzido para 13% de PB, desde que o consumo mínimo de metionina+cistina seja de 575 mg/ave/dia e que 55% deste total (316 mg/ave/dia) corresponda à metionina.

MULLER e BALLOUN (1974), avaliando o desempenho de poedeiras, verificaram resposta significativa à suplementação de metionina, quando o nível de PB da ração foi aumentado de 12 para 16%, crescendo a produção e o peso médio dos ovos. Entretanto, CALDERON e JENSEN (1990) constataram que a elevação de nível de PB de 13 para 19% aumentou a exigência de 659 para 773 mg/ave/dia.

Schutte et al. (1985), citados por SCHUTTE et al. (1994), avaliando as exigências em metionina e metionina+cistina para poedeiras de alta produção, verificaram que os melhores resultados de desempenho foram obtidos, quando o consumo de metionina e metionina+cistina foram 375 e 750 mg/ave/dia, respectivamente. Já CAO et al. (1992) determinaram as exigências em metionina e metionina+cistina em 424 e 785 mg/ave/dia, respectivamente, para massa de ovo de 54,3 g/ave/dia. Entretanto, para massa de ovo de 50,8 g/aves/dia estimaram exigência de 670 mg de metionina+cistina ave/dia, dos quais 364 mg correspondem à metionina. Assim mesmo, exigências de metionina de 300 a 320 mg/ave/dia são relatadas por NOVACEK e CARLSON (1969) e FISHER e MORRIS (1970).

Trabalhando com poedeiras leves, durante o período de produção de 52 semanas, SCHUTTE et al. (1994) verificaram maior eficiência alimentar (g de ovo produzido/g de ração), quando o consumo diário de metionina+cistina foi igual a 740 mg de metionina+cistina por ave/dia, dos quais 440 mg corresponderam à metionina. Contudo, WALDROUP e HELLWIG (1995) não verificaram diferenças nas estimativas das exigências em metionina para maximizar a produção de ovos (384 mg/ave/dia), o peso médio dos ovos (380 mg/ave/dia) e a massa de ovo (402 mg/ave/dia). Entretanto, os autores sugerem 690 mg de metionina+cistina/ave/dia e recomendam fazer ajuste nos níveis de aminoácidos da ração, para compensar as variações no consumo diário de alimento, quando este for influenciado por fatores ambientais, fisiológicos ou de outro tipo, de tal forma que o consumo de aminoácidos seja, praticamente, constante, ressaltando-se que não há necessidade de ajustes em função da idade, ou fase de produção das poedeiras.

2.3. Deficiência e excesso de metionina "versus" desempenho de poedeiras

Segundo HARPER et al. (1970), os aminoácidos fornecidos pelas proteínas da ração alteram o perfil aminoacídico plasmático no animal. Neste sentido, PARR e 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). Para evitar o efeito do desequilíbrio aminoacídico na regulação do consumo, BREDFORD e SUMMERS (1985) sugerem manter uma relação ideal entre aminoácidos essenciais e não-essenciais, na procura de ótimo desempenho das aves.

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 (CAO et al.,1995).

SCHUTTE et al. (1994 e 1983) observaram que poedeiras com deficiência marginal em metionina apresentaram tendência a aumentar o consumo, entretanto, diminuíram o consumo de alimento com uma deficiência mais severa. Resultados semelhantes foram observados por SCHUTTE e VAN WEERDEN (1978) e WALDROUP e HELLWIG (1995).

Segundo SOLBERG et al. (1971) e BAKER (1993), o grau de deficiência determina a resposta do animal, e uma deficiência marginal em metionina não apresenta suficiente magnitude para acionar os mecanismos responsáveis pela redução no consumo; pelo contrário, aumenta o consumo, como resposta às mudanças no metabolismo energético, ou em resposta ao aumento na demanda do aminoácido limitante. Comparativamente, se a deficiência é drástica e provoca diminuição na concentração do aminoácido limitante no plasma, ocasiona um sinal que é enviado ao cérebro, encarregado de ativar os mecanismos responsáveis pela redução do consumo de alimento (AUSTIC, 1986; SEKIZ et al., 1975).

Segundo SMITH (1968), todos os aminoácidos essenciais apresentam efeitos tóxicos em aves. Porém, a metionina é o aminoácido de maior toxicidade, sendo este o aminoácido regulador do consumo, conforme proposto por CHEE e POLIN (1978). Entretanto, o efeito negativo sobre o crescimento do

excesso de cistina é baixo, ou nulo (OKUMURA e YAMAGUCHI, 1980). Segundo KHALIL (1968), o excesso em 4% de metionina acima da exigência nutricional ótima apresenta efeito tóxico, em frangos de corte.

De acordo com SCHUTTE et al. (1983), a adição de metionina na ração de poedeiras leves, com concentrações de 0,5 a 3,5 g/kg, acima das exigências mínimas recomendadas, não influencia a produção de ovos, porém, piora a conversão alimentar. Além disso, afirmam que as poedeiras são mais susceptíveis ao excesso de metionina que os frangos de corte em crescimento, os quais só manifestam diminuição no crescimento quando o excesso deste aminoácido alcança os 10 g por kg de ração (GRIMINGER e FISHER, 1968; EDMONDS e BAKER, 1987; KATZ e BAKER, 1975; HAFEZ et al., 1978).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. *Local e duração*

O presente experimento foi realizado nas instalações da Seção de Avicultura, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de 27 de março a 19 de junho 1995.

3.2. *Animais e manejo*

Foram utilizadas 288 poedeiras de linhagem leve da marca comercial Lohmann Selected Leghorn e 288 poedeiras de linhagem semipesada da marca comercial Lohmann Brown. Durante as fases de cria e recria, as aves foram manejadas, seguindo as recomendações dos manuais de criação e manejo da Lohmann (LOHMANN CUXHAVEN, 1987 e 1989).

Após a 17ª semana de idade, as poedeiras foram transferidas do galpão de recria para um galpão de postura de 60 x 9 m, totalmente aberto e coberto com telhas de barro. As poedeiras foram alojadas aos pares, em gaiolas de 25x40x45cm.

A partir da 18ª semana de idade, as poedeiras receberam estímulo crescente de luz, sendo completada a luz natural com luz artificial, durante o anoitecer e o amanhecer, por meio de lâmpadas de 60 W, até atingir uma iluminação diária de 17 horas, na 27ª semana de idade, período de iluminação que foi mantido constante por meio de um relógio automático, até o final do período experimental.

Todas as poedeiras consumiram a mesma ração até a 21ª semana de idade, e antes de começar a ministrar as rações experimentais, realizou-se a distribuição das poedeiras, padronizando-as por peso corporal e produção de ovo. A partir da 21ª semana de idade, após um período de adaptação de sete dias, as poedeiras foram submetidas aos tratamentos, iniciando-se o período experimental, que teve a duração de 16 semanas.

Água corrente foi posta à disposição das poedeiras, em calhas de alumínio tipo V, localizadas acima dos comedouros.

Os dados da temperatura do ar, durante o período experimental, foram obtidos por meio de termômetros de máxima e mínima, instalados dentro do galpão. As temperaturas médias e absolutas, registradas durante as 16 semanas de experimentação, são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Temperatura do ar no interior do galpão, durante o período de 22 a 38 semanas de idade das poedeiras

Semanas	Temperatura °C			
	Mínima		Máxima	
	Média	Absoluta	Média	Absoluta
22-26	18,97	15,00	30,03	37,00
27-30	17,66	15,00	29,36	36,00
31-34	16,15	10,00	27,11	30,00
35-38	11,96	9,00	25,68	29,00

3.3. *Tratamentos e rações experimentais*

Os tratamentos consistiram em uma ração basal com 14,4% de proteína bruta (PB), suplementada com seis níveis de DL-metionina (0,00, 0,04, 0,08, 0,12, 0,16 e 0,20%), resultando em rações com 0,484, 0,524, 0,564, 0,604, 0,644 e 0,684% de metionina+cistina.

A ração basal (Quadro 2) foi formulada à base de milho, farelo de soja e sorgo, para conter 2.750 kcal de EM/kg, 14,4% de PB, 0,234% de metionina e 0,484% de metionina+cistina, balanceada de modo a satisfazer às exigências nutricionais mínimas, exceto de metionina e metionina+cistina, segundo as recomendações de ROSTAGNO (1990). Foram determinados os níveis de proteína bruta, cálcio e fósforo total, segundo SILVA (1990), em análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Na suplementação de metionina, foi utilizada DL-metionina com 99% de pureza, em substituição ao amido de milho, ficando todas as rações isoprotéicas, em relação à ração basal.

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

3.4. *Características avaliadas*

3.4.1. *Produção de ovos*

A produção de ovos foi registrada diariamente, tendo sido os ovos coletados duas vezes ao dia. A taxa de postura das poedeiras, de 22 a 38 semanas de idade, foi determinada a cada 28 dias.

Quadro 2 - Composição percentual da ração basal

Ingrediente	Quantidade (%)
Milho	44,72
Farelo de soja	17,94
Sorgo-BT	25,00
Calcário	9,55
Fosfato bicálcico	1,71
Sal comum	0,33
Glúten de milho	0,26
Amido de milho	0,25
Mist. vitamínica ¹	0,10
Mist. mineral ²	0,05
L-lisina HCL (78%)	0,05
Cloreto de colina (60%)	0,02
Óleo	0,01
BHT ³	0,01
TOTAL	100,00

Composição

E. Metabolizável (kcal / kg) ⁵	2.750
Cálcio (%) ⁴	3,96
Fósforo total ⁴	0,582
Fósforo disponível (%) ⁵	0,385
Proteína bruta ⁴ (%)	14,40
Metionina (%) ⁵	0,234
Metionina digestível (%) ⁵	0,210
Metionina + Cistina (%) ⁵	0,484
Metionina+Cistina digestível (%) ⁵	0,441
Lisina (%) ⁵	0,710
Lisina digestível (%) ⁵	0,624
Treonina (%) ⁵	0,557
Triptofano (%) ⁵	0,179

1 - Rovimix matrizes (Roche) - Composição/kg: Vit.A 12.000.000 U.I, Vit D₃ 3.600.000 U.I, Vit.E 3.500 U.I, Vit.B₁ 2.500 mg, Vit. B₂ 8.000 mg, Vit.B₆ 3.000 mg, Ác. Pant. 12.000 mg, Biotina 200 mg, Vit.K 3.000 mg, Ác. Fólico 3.500 mg, Ác. Nicot. 40.000 mg, Vit.B₁₂ 20.000 mcg, Selênio 130 mg, Veículo q.s.p.- 1.000 g.

2 - Rologomix Aves (Roche). - Composição/kg: Manganês 160 g, Ferro -100 g, Zinco - 100 g, Cobre - 20 g, Cobalto 2 g, Iodo 2 g, Excipiente q.s.p. - 1.000 g.

3 - Butil-Hidróxi-tolueno (Antioxidante).

4 - Determinado no Laboratório de Nutrição Animal do DZO da UFV.

5 - Calculado segundo ROSTAGNO (1990) e ROSTAGNO et al. (1995).

3.4.2. *Massa de ovo (g/ave/dia)*

A massa de ovo obtida pelo produto entre o número de ovos postos e o peso médio dos mesmos, dividido entre o número de aves de cada repetição, dentro de cada período de 28 dias.

3.4.3. *Peso médio dos ovos (g)*

Obtido pela média de peso de todos os ovos de cada repetição, coletados durante os últimos quatro dias de cada período de 28 dias.

3.4.4. *Consumo de ração (g/ave/dia)*

No início do período experimental, foi pesada a ração, e a cada 28 dias todos os comedouros eram esvaziados, para a pesagem das sobras, determinando-se o consumo de ração, por ave, no período correspondente.

3.4.5. *Conversão alimentar (kg/dz e g/g)*

A conversão alimentar foi avaliada, a cada 28 dias, de acordo com dois critérios. O primeiro, pela razão entre o consumo de ração em kg e o número de dúzias de ovos, produzidos no período respectivo, e o segundo, pela razão entre as gramas de ração consumida e a massa de ovo, em gramas, produzida.

3.4.6. *Qualidade interna do ovo*

A qualidade interna dos ovos foi medida por uma amostra de quatro ovos de cada repetição, coletados no dia 27 de cada período 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 à quebra

dos mesmos, para a medição da altura de albúmen e de gema, 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 gema, por meio das seguintes fórmulas:

$$\text{Índice de Albúmen} = \frac{\text{altura do albúmen denso}}{\text{média dos diâmetros do albúmen}}$$

$$\text{Índice de Albúmen} = \frac{\text{altura de gema}}{\text{média dos diâmetros de gema}}$$

3.4.7 *Ganho de peso corporal (g)*

Todas as poedeiras de cada repetição foram pesadas no início e final do período experimental, tendo sido obtido o ganho de peso médio, pela diferença entre as duas pesagens.

3.5. *Análises estatísticas*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6, duas linhagens de poedeiras e seis níveis de suplementação de DL-metionina, com seis repetições e oito aves, por unidade experimental.

As análises de variância foram realizadas de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha.\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que

Y_{ijk} = produção observada na unidade experimental k do nível de metionina+cistina j, dentro da linhagem i;

= média geral;

###_i = efeito da linhagem i;

β_j = efeito do nível de metionina+cistina j;

$\alpha.\beta_{ij}$ = interação linhagem i x níveis de suplementação de metionina+cistina j; e

ε_{ijk} = erro aleatório, associado a cada observação.

Os graus de liberdade do nível de metionina+cistina, dentro de cada linhagem, para cada característica analisada, foram decompostos nos seus efeitos linear e quadrático.

As análises estatísticas das características foram realizadas de acordo com o programa Sistema para Análises Estatísticas e Genética (SAEG), desenvolvido por EUCLYDES (1983). As estimativas das exigências de metionina+cistina foram estabelecidas por meio dos modelos de regressão polinomial e do modelo descontínuo Linear Response Plateau - LRP (BRAGA,1983). Considerou-se na escolha do modelo, respeitando a interpretação biológica, aquele que apresentou o melhor ajuste estatístico, com base nos valores da soma de quadrados dos desvios.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. *Produção de ovos*

As produções médias das poedeiras leves e semipesadas, durante o período experimental, em função dos níveis de metionina+cistina da ração, são apresentadas no Quadro 3.

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias de produção de ovos das poedeiras leves e semipesadas, alimentadas com diferentes níveis de metionina+cistina na ração, sendo as taxas de produção médias, no período estudado, de 87,06 e 86,39%, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente.

Os níveis crescentes de metionina+cistina da ração influenciaram positivamente ($P<0,01$) a produção de ovos, independentemente da linhagem. Houve efeito quadrático ($P<0,01$) dos níveis de metionina+cistina da ração sobre a produção de ovos dentro de cada linhagem de poedeiras.

As poedeiras alimentadas com ração sem suplementação de metionina apresentaram menores produções de ovos, sendo 70,21 e 66,32% em poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Porém, a suplementação da ração basal com metionina+cistina provocou aumento na produção de ovos, até o nível de 0,644%, quando ocorreu o máximo de produção.

Quadro 3 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina (Met+Cis) sobre a produção de ovos, o peso médio dos ovos e a massa de ovo em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade

Níveis de Met+Cis (%)	Produção de Ovos ² (%)		Peso Médio dos Ovos ² (g)		Massa de Ovo ² (g/ave/dia)	
	Leve ¹	Semipesada ¹	Leve ¹	semipesada ¹	Leve ¹	Semipesada ¹
0,484	70,21	66,32	53,93	51,99	37,83	34,40
0,524	86,55	84,84	57,42	54,83	49,66	46,51
0,564	90,85	89,40	59,69	57,47	54,25	51,36
0,604	90,34	91,11	59,68	57,59	53,95	52,49
0,644	93,58	93,38	60,46	57,57	56,62	53,74
0,684	90,83	93,29	60,50	57,60	54,72	53,68
Média	87,06 A	86,39 A	58,61 A	56,18 B	51,17 A	48,70 B
CV (%)	3,69		2,27		3,83	

¹ Efeito quadrático dos níveis de metionina+cistina, pelo teste F (P < 0,01).

² Médias da mesma característica, seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste F (P < 0,01).

Esses resultados estão em concordância com os obtidos por REID e WEBER (1973), CARMO (1981), WALDROUP e HELLWIG (1995) e BERTRAM et al. (1995), que também constataram que a suplementação com metionina em rações à base de milho e farelo de soja, com nível de proteína abaixo de 15%, aumentou a produção de ovos. CALDERON e JENSEN (1990), observando a produção de ovos dentro dos níveis de 13 e 16% de proteína, também obtiveram resposta à suplementação com metionina. Entretanto, resultados discrepantes foram obtidos por SCHUTTE et al. (1994), que não observaram efeito significativo na produção de ovos de galinhas poedeiras, ao suplementarem a ração com metionina.

A menor produção de ovos, no presente estudo, com os níveis mínimos de metionina+cistina pode ser, parcialmente, atribuída à deficiência deste aminoácido na ração. A diminuição na produção de ovos, em galinhas alimentadas com rações de baixo nível de metionina+cistina, também foi observada por PARR e SUMMERS (1991) e CARMO (1981).

De modo semelhante, a ração com nível de 0,684% de metionina+cistina diminuiu a produção de ovos. O aumento acima do limite máximo no nível de metionina, possivelmente, causou desequilíbrio aminoacídico, como descrito por ELVEHJEN (1956), HARPER (1956), e HARPER et al. (1970), que assinalaram, como conseqüências deste fenômeno, a diminuição do crescimento e da síntese protéica e a inibição da absorção e o aumento no catabolismo do aminoácido limitante. Diminuição na produção de ovos também foi observada por SCHUTTE et al. (1983), ao aumentarem as concentrações de metionina de 0,05 para 0,35%, acima das exigências mínimas normais.

As exigências em metionina+cistina, em função da produção de ovos, ilustradas nas Figuras 1 e 2, foram estimadas em 0,624 e 0,635%, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, quando ajustadas por meio do modelo quadrático. Entretanto, por meio do modelo LRP, que apresentou a menor soma de quadrados dos desvios (SQD) para esta característica, as exigências em metionina+cistina foram estimadas em 0,536%, para poedeiras leves, e em 0,539%, para poedeiras semipesadas.

4.2. *Peso médio e massa de ovo*

Os valores de peso médio dos ovos e da massa de ovo observados são apresentados no Quadro 3, e revelam que houve efeito significativo da linhagem ($P < 0,01$) sobre estas características.

As poedeiras leves mostraram, em média, ovos mais pesados (58,61 g) e maior massa de ovo diária (51,17 g), em relação às poedeiras semipesadas.

Os níveis de metionina+cistina influenciaram, significativamente ($P < 0,01$), o peso e a massa de ovo, tendo sido verificado efeito quadrático ($P < 0,01$) dos níveis de metionina+cistina sobre estas características, ocorrendo elevações no peso e na massa de ovo com o aumento dos níveis de metionina+cistina, nas duas linhagens de poedeiras estudadas.

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por CALDERON e JENSEN (1990), que verificaram aumento significativo no peso médio dos ovos

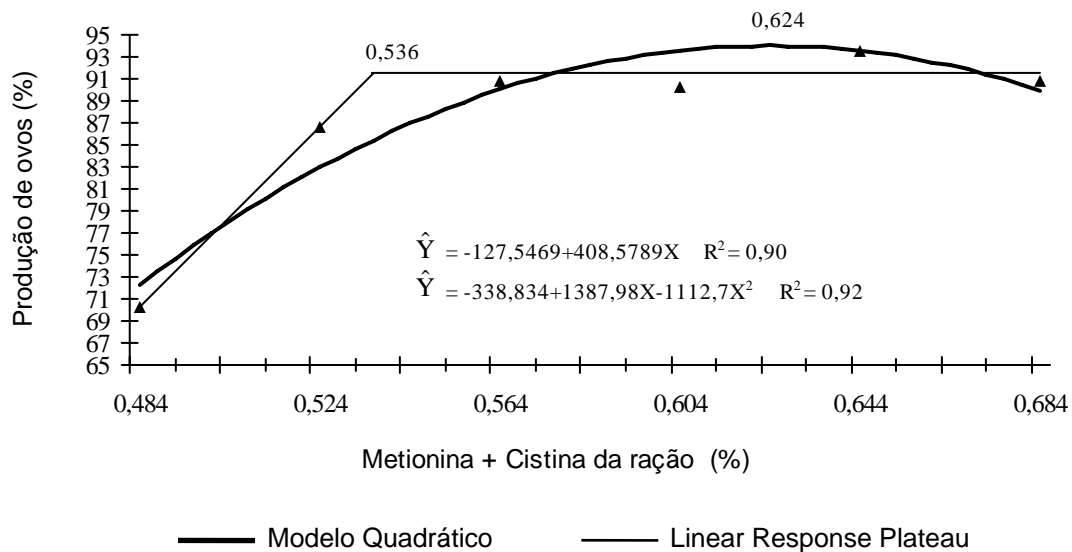


Figura 1- Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a produção de ovos em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade.

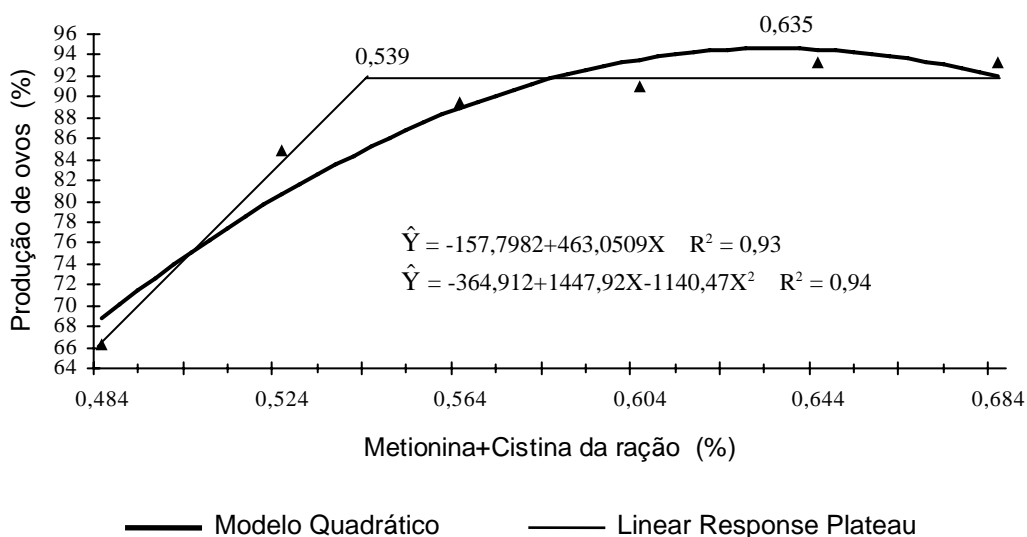


Figura 2 Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a produção de ovos em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade.

em poedeiras, como resposta à suplementação de 0,5 a 0,15% de metionina, quando alimentadas com rações com 13, 16 e 19% de PB. Igualmente, WALDROUP e HELLWIG (1995) e BERTRAM et al. (1995) obtiveram resposta positiva, quando alimentaram poedeiras com rações à base de milho e farelo de soja, suplementadas com níveis crescentes de metionina. Estas observações não foram verificadas nos resultados obtidos por SCHUTTE et al. (1983), que não observaram efeito de diferentes níveis de metionina na ração de poedeiras sobre a massa de ovo.

Verificou-se que os níveis de 0,484 e 0,524% de metionina+cistina foram insuficientes para promover, nas poedeiras leves e semipesadas, peso médio dos ovos, semelhantes àsquelas que consumiram os níveis de 0,564, 0,604, 0,644 e 0,684%. No entanto, os níveis de 0,644 e 0,604% de metionina+cistina, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, podem ser considerados o mínimo, que as poedeiras exigem, quando o peso médio relativo dos ovos é utilizado como característica de determinação de exigências nutricionais dessas aves. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por HARMS e DAMRON (1969), HARMS e RUSELL (1993) e SCHUTTE et al. (1994), os quais relataram que a suplementação do nível de metionina+cistina na ração influenciou o peso médio dos ovos.

O peso médio dos ovos (Figuras 3 e 4) e a massa de ovo (Figuras 5 e 6) de poedeiras leves, ajustados por meio do modelo quadrático, foram maximizados, quando o nível de metionina+cistina foi de 0,642 e 0,628%, respectivamente. Entretanto, para aves semipesadas, estas características foram maximizadas com níveis de 0,631 e 0,635%.

As exigências estimadas em metionina+cistina para maximizar o peso médio e a massa de ovo, por meio do modelo LRP, em poedeiras leves, foram de 0,555 e 0,542%, respectivamente. Entretanto, em poedeiras semipesadas foram de 0,565% para peso médio dos ovos e de 0,545% para massa de ovo, tendo o LRP apresentado a menor SQD para estas duas características.

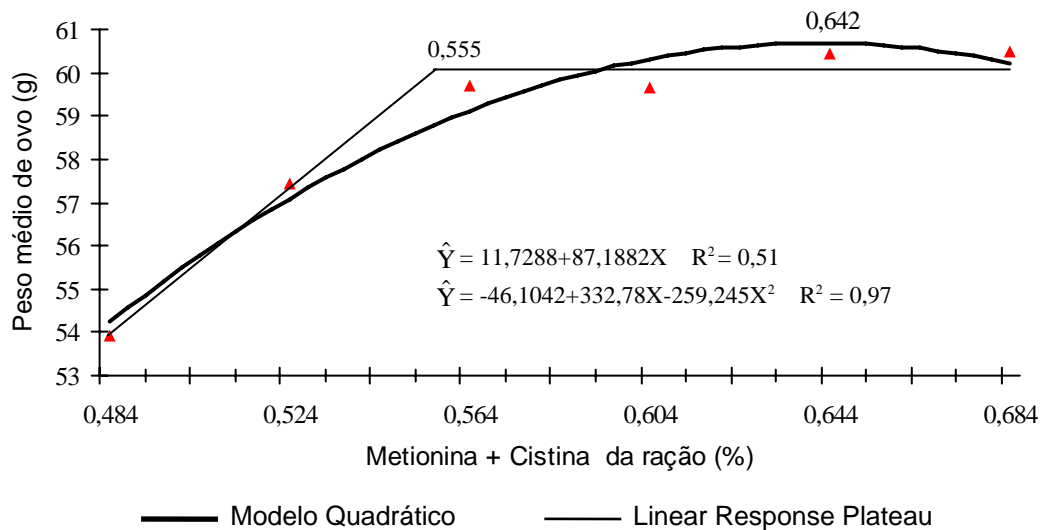


Figura 3 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o peso médio dos ovos em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade.

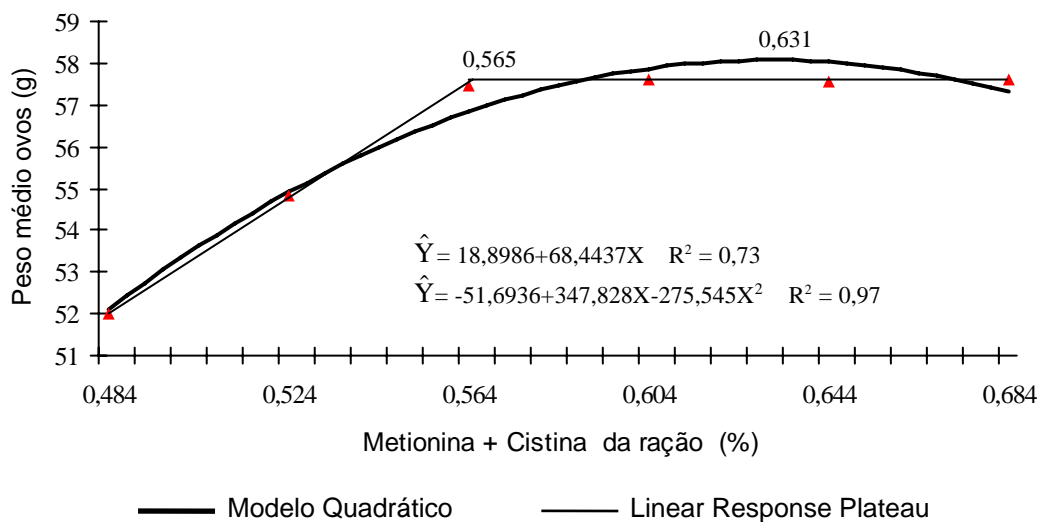


Figura 4 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o peso médio dos ovos em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade.

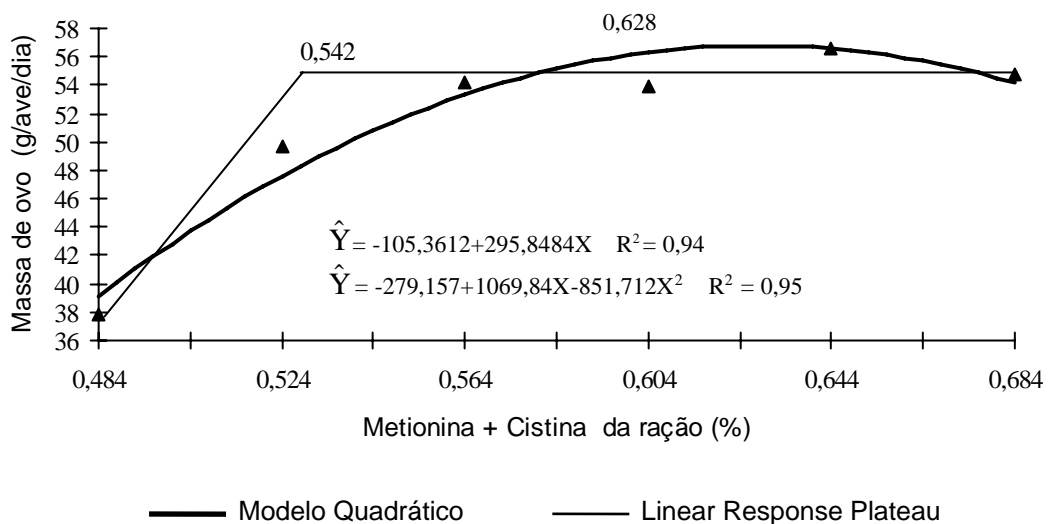


Figura 5 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a massa de ovo em poedeiras de leves, no período de 22 a 38 semanas de idade.

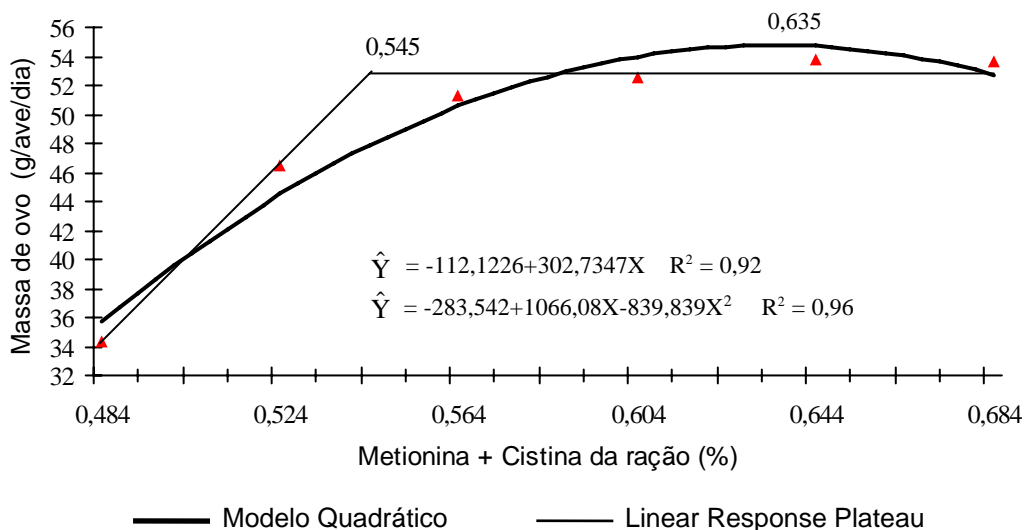


Figura 6 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a massa de ovo em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade.

4.3. Consumo de ração

No Quadro 4, são apresentados os consumos de ração das poedeiras leves e semipesadas, em função dos níveis de metionina+cistina da ração. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) no consumo médio de ração, entre as poedeiras leves e semipesadas.

Quadro 4□- Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina (Met+Cis) sobre o consumo de ração e a conversão alimentar em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade

Níveis de Met+Cis (%)	Consumo de Ração ² (g/ave/dia)		Conversão Alimentar ² (g ração/dúzia de ovos)		Conversão Alimentar ³ (g ração/g de ovo)	
	Leve ¹	Semipesada ¹	Leve ¹	Semipesada ¹	Leve ¹	Semipesada ¹
0,484	91,73	93,38	1,576	1,712	2,433	2,738
0,524	104,25	106,17	1,449	1,508	2,101	2,291
0,564	107,79	109,59	1,425	1,472	1,988	2,133
0,604	106,52	107,35	1,417	1,414	1,978	2,044
0,644	107,96	106,87	1,383	1,374	1,906	1,988
0,684	107,17	106,26	1,426	1,369	1,963	1,979
Média	104,24 A	104,98 A	1,446 D	1,475 C	2,062 B	2,196 A
CV (%)	1,74		3,32		3,43	

¹ Efeito quadrático dos níveis de metionina+cistina ($P < 0,01$), pelo teste F.

² Médias para uma mesma característica, seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste F ($P < 0,01$).

³ Médias para uma mesma característica, seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste F ($P < 0,05$).

Os níveis de metionina+cistina influenciaram, significativamente ($P<0,01$), o consumo de ração das poedeiras, independentemente da linhagem, sendo maximizado o consumo relativo, quando a ração continha 0,644 e 0,564% de metionina+cistina, para aves leves e semipesadas, respectivamente.

O consumo de proteína foi diminuído nas poedeiras que consumiram rações com 0,484% de metionina+cistina, independentemente da linhagem. No

entanto, as poedeiras leves e semipesadas que consumiram os níveis de 0,644 e 0,564%, respectivamente, maximizaram o consumo de proteína bruta, sendo de 15,55 g/ave nas poedeiras leves e 15,78 g/ave nas semipesadas.

WALDROUP e HELLWIG (1995) verificaram que poedeiras Leghorn, submetidas à ração à base de milho e farelo de soja, suplementada com diferentes níveis de metionina, apresentaram aumento no consumo de alimento, sendo as aves que receberam os níveis menor e maior de metionina+cistina as que apresentaram os menores consumos. Resultados divergentes foram obtidos por SCHUTTE et al. (1994), quando alimentaram galinhas Leghorn com diferentes níveis de metionina+cistina, sendo as aves que consumiram o nível inferior (0,610%) e superior (0,760%) as que apresentaram o maior (113 g/ave/dia) e o menor consumo de alimento (108 g/ave/dia), respectivamente.

Observou-se, portanto, no presente estudo, a ação reguladora do consumo pela metionina, como proposto anteriormente por CHEE e POLIN (1978), em que a magnitude da variação dos níveis de metionina+cistina, possivelmente, foi suficiente para produzir desequilíbrio aminoacídico, alterando o perfil aminoacídico plasmático no animal e ativando os mecanismos reguladores do apetite, como descrito por HARPER et al. (1970), SEKIZ et al. (1975) e AUSTIC (1986).

A diminuição da proteína bruta consumida foi paralela à diminuição do consumo de ração, verificando-se, por tanto, potencialização do problema na deficiência severa de metionina+cistina sobre o desempenho das poedeiras, ocasionada pelo baixo consumo de ração, sendo possível que diferentes taxas de absorção de aminoácidos livres e peptídios resultem numa concentração subótima de aminoácidos nos sítios específicos de síntese protéica, manifestando-se no baixo desempenho das poedeiras. A respeito, BRAGA (1984) observou, em poedeiras alimentadas com 13% de proteína bruta na ração, sem suplementação de metionina, menores peso médio dos ovos e consumo de ração, em comparação com as que consumiram ração com 15% de proteína bruta.

4.4. *Conversão alimentar*

4.4.1. *Conversão alimentar (g de ração/ dúzia de ovos)*

A conversão alimentar, expressa em gramas de ração por dúzia de ovos produzida (Quadro 4), foi significativamente influenciada pelos níveis de metionina+cistina da ração ($P < 0,01$), sendo a média das poedeiras leves significativamente melhor ($P < 0,05$) que a média das poedeiras semipesadas.

Houve melhora na conversão alimentar relativa com o aumento do nível de metionina+cistina da ração, até os níveis de 0,644 e 0,684%, em poedeiras leves e semipesadas, respectivamente.

Nas poedeiras leves, as exigências estimadas em metionina+cistina para otimizar a conversão alimentar, em kg de ração/dúzia de ovos (Figuras 7 e 8), ajustadas por meio do modelo quadrático, foram de 0,622%. Entretanto, para poedeiras semipesadas, estas estimativas foram de 0,655%, sendo este o modelo que apresentou a menor SQD.

As exigências estimadas em metionina+cistina, ajustadas por meio do modelo LRP, para as aves leves, em função da conversão alimentar em kg de ração/dúzia de ovos, foram de 0,536%, sendo este o modelo que apresentou a menor SQD dentro da linhagem. Entretanto, em poedeiras semipesadas, foram de 0,584%.

4.4.2. *Conversão alimentar (g de ração/g de ovo)*

Houve efeito significativo da linhagem ($P < 0,01$) sobre a conversão alimentar das poedeiras, expressa em gramas de ração consumida por gramas de ovo produzidas (Quadro 4), tendo as poedeiras semipesadas apresentado a pior conversão alimentar, em ralação às poedeiras leves.

Os níveis de metionina+cistina influenciaram, significativamente ($P<0,01$), a conversão alimentar. As poedeiras leves, alimentadas com 0,644% de metionina+cistina na ração, e as poedeiras semipesadas, com 0,684%, apresentaram a melhor conversão alimentar relativa.

A explicação para melhoria na conversão alimentar foi a melhor eficiência de utilização da ração, para produção de ovos, atribuída a um melhor equilíbrio aminoacídico. Resultados semelhantes foram encontrados por HARMS e DAMRON (1969), SCHUTTE et al. (1983), KUANA et al. (1988) e WALDROUP e HELLWIG (1995), quando suplementaram rações à base de milho e farelo de soja com níveis crescentes de metionina.

Nas poedeiras leves, as exigências estimadas em metionina+cistina para otimizar a conversão alimentar em g de ração/g de ovo (Figuras 9 e 10), ajustadas por meio do modelo quadrático, foram de 0,629%. Entretanto, para poedeiras semipesadas, estas estimativas foram de 0,643% de metionina+cistina.

As exigências estimadas em metionina+cistina, ajustadas por meio do modelo LRP, para aves leves, em função da conversão alimentar em g de ração/g de ovo, foram de 0,541%. Entretanto, em aves semipesadas, foram de 0,547%, sendo este o modelo que apresentou a menor SQD.

4.5. *Qualidade interna do ovo*

Os valores de unidades Haugh, índice de albúmen e índice de gema, apresentados no Quadro 5, mostram que para estas características não houve diferença estatística significativa ($P>0,05$) entre as poedeiras leves e semipesadas.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis crescentes de metionina+cistina sobre índice de gema, independente da linhagem.

Os níveis crescentes de metionina+cistina da ração influenciaram, significativamente ($P<0,05$), as unidades Haugh e o índice de albúmen, independente da linhagem, verificando-se efeito linear ($P<0,01$) sobre estas características, como ilustradas nas Figuras 11, 12, 13 e 14, tendo as poedeiras

que consumiram rações com níveis menores de metionina+cistina apresentado maximização no valor destas características. Os melhores valores de unidades Haugh, para aves que consumiram ração com menores níveis de metionina+cistina, devem-se ao menor peso dos ovos observado nessas aves, uma

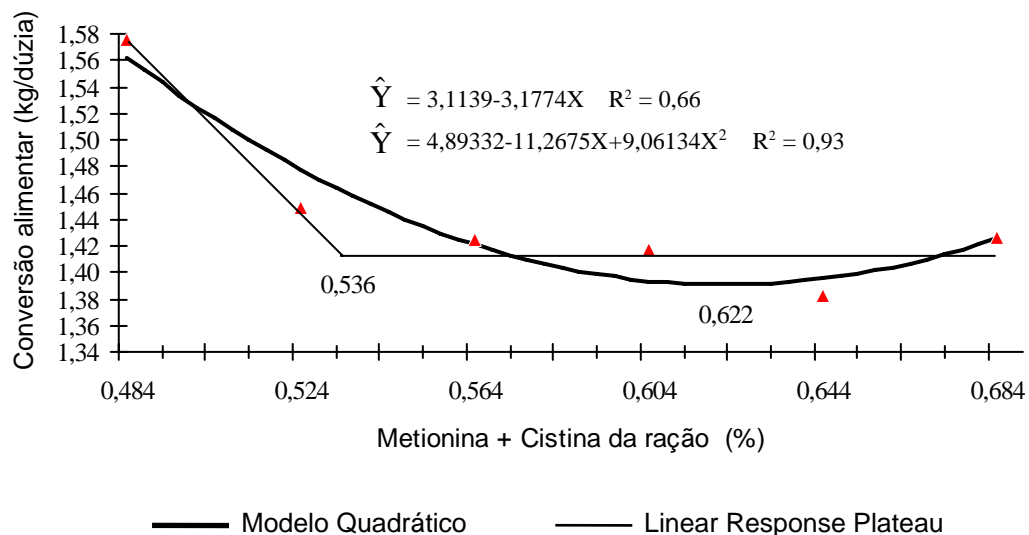


Figura 7 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão alimentar (kg ração/dúzia de ovos) em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade.

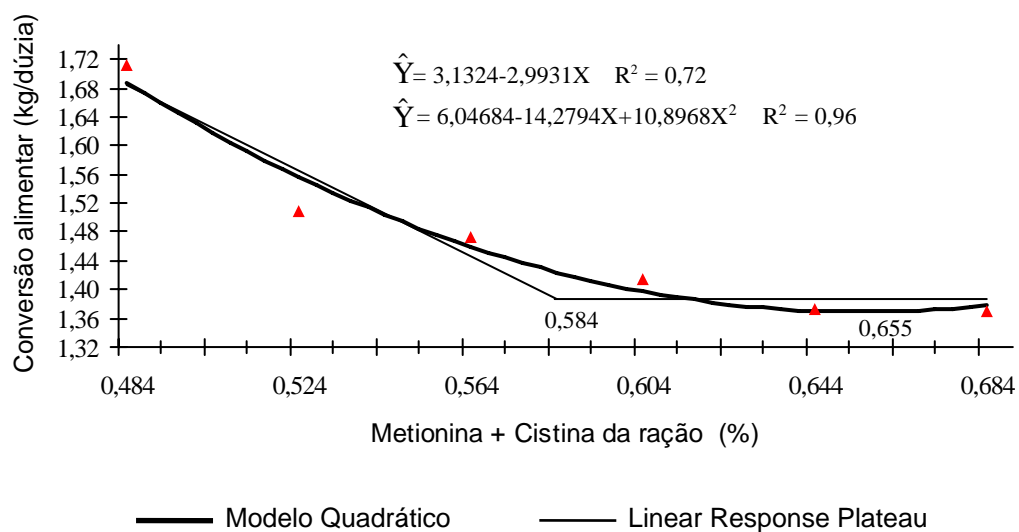


Figura 8 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão alimentar (kg ração/dúzia de ovos) em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade.

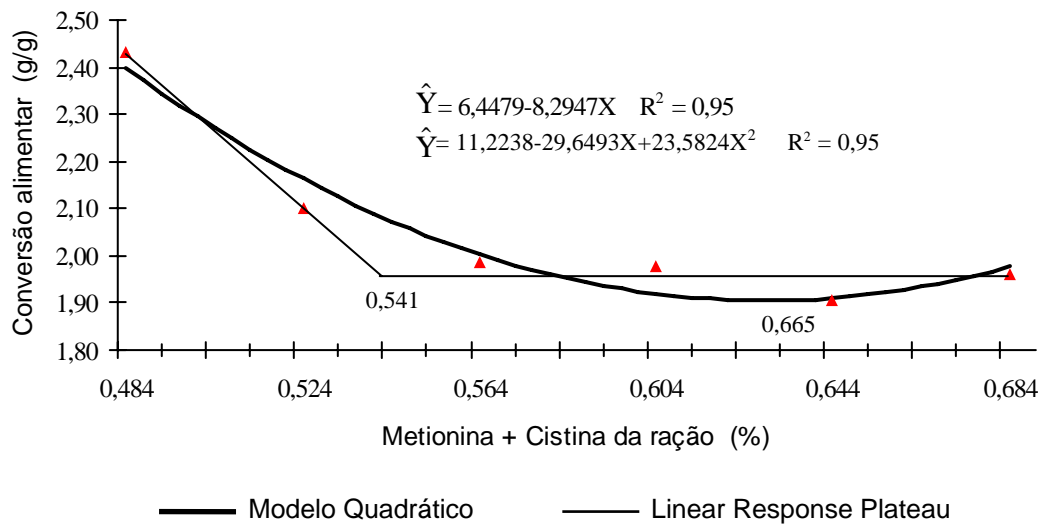


Figura 9 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão alimentar (g ração/g ovo) em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade.

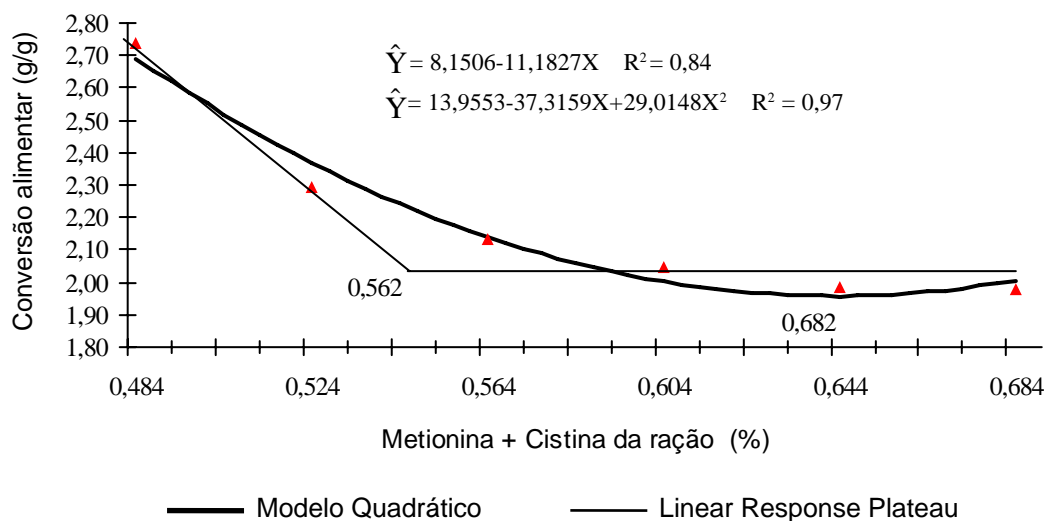


Figura 10 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre a conversão alimentar (g ração/g ovo) em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade.

Quadro 5 Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina (Met+Cis) sobre as unidades Haugh, o índice de albúmen e o índice de gema em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade

Níveis de Met+Cis (%)	Unidades Haugh ²		Índice de Albúmen ²		Índice de Gema ²	
	Leve ¹	Semipesada ¹	Leve ^{ns}	Semipesada ¹	Leve ^{ns}	Semipesada ^{ns}
0,484	97,07	99,02	0,137	0,146	0,471	0,480
0,534	97,00	96,39	0,135	0,133	0,454	0,466
0,584	99,81	97,21	0,144	0,132	0,465	0,475
0,634	96,89	95,51	0,132	0,126	0,461	0,467
0,684	96,63	96,03	0,131	0,129	0,462	0,473
0,734	94,57	95,08	0,125	0,127	0,456	0,473
Média	96,66 A	96,54 A	0,134 A	0,132 A	0,461 A	0,472 A

¹ Efeito linear dos níveis de metionina+cistina ($P < 0,01$), pelo teste F.

² Médias para uma mesma característica, seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste F ($P < 0,01$).
ns - Não-significativo ($P > 0,05$), pelo teste F.

vez que se observa que, para a mesma altura de albúmen, quanto menor o peso dos ovos, maiores as unidades Haugh. Igualmente, a qualidade interna do ovo apresenta relação negativa com a produção de ovos, com as poedeiras com maior frequência de produção apresentando decréscimo nas unidades Haugh e no índice de albúmen, possivelmente, ocasionado por algum ou vários fatores que reduzem a deposição de albúmen, nas poedeiras de maior taxa de postura. Resultados semelhantes foram encontrados por MIDDEN et al. (1959) e THORNTON e WHITTET (1959). Entretanto, BRITZMAN e CARLSON (1965) e BRAGA (1984) não constataram efeito sobre os valores de unidades Haugh, ao suplementarem rações de poedeiras com níveis crescentes de metionina.

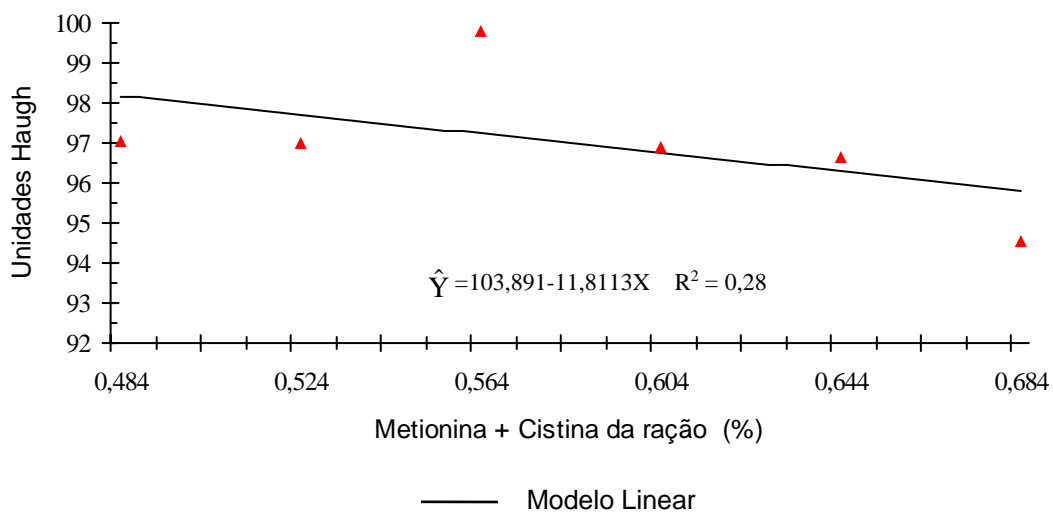


Figura 11 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre as unidades Haugh em ovos de poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade.

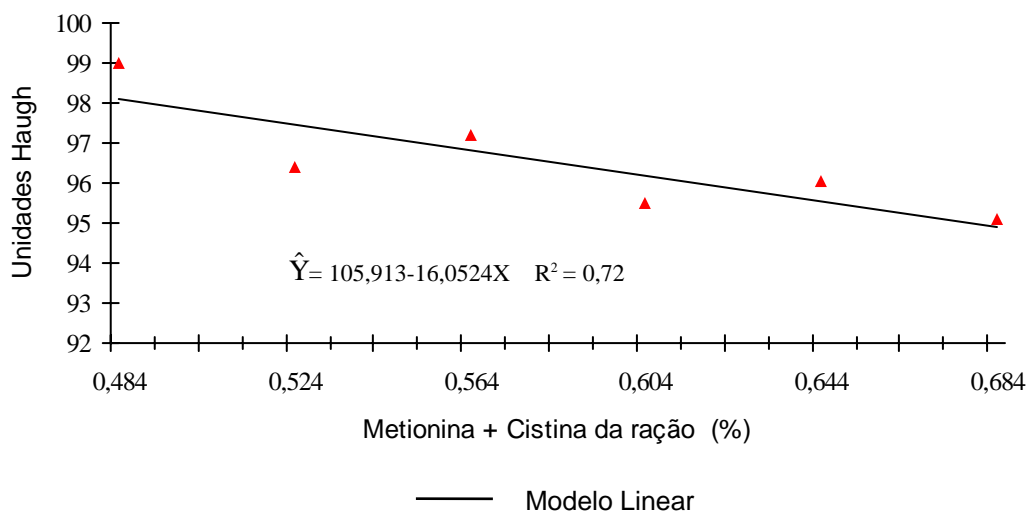


Figura 12 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre as unidades Haugh em ovos de poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade.

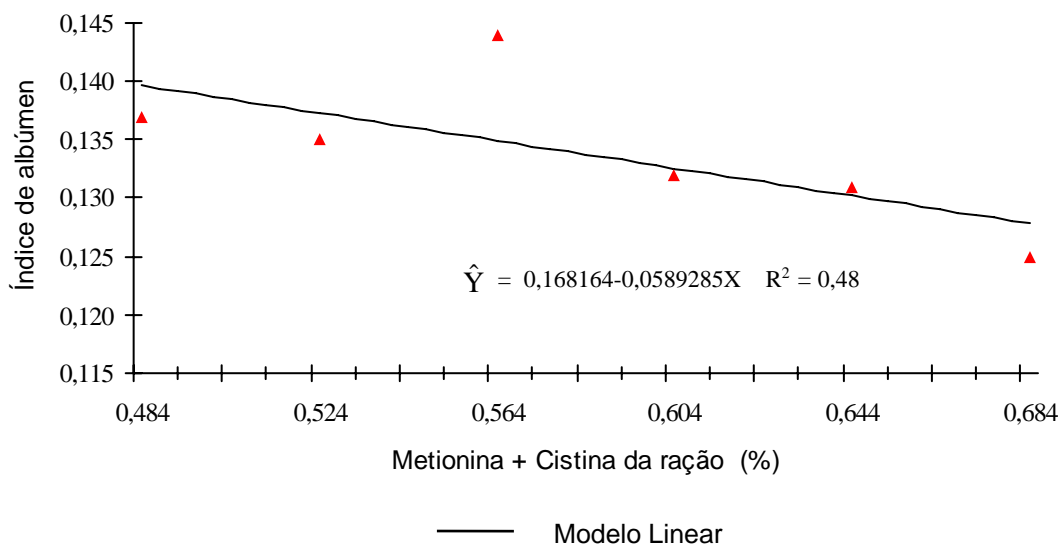


Figura 13 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o índice de albúmen em ovos de poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade.

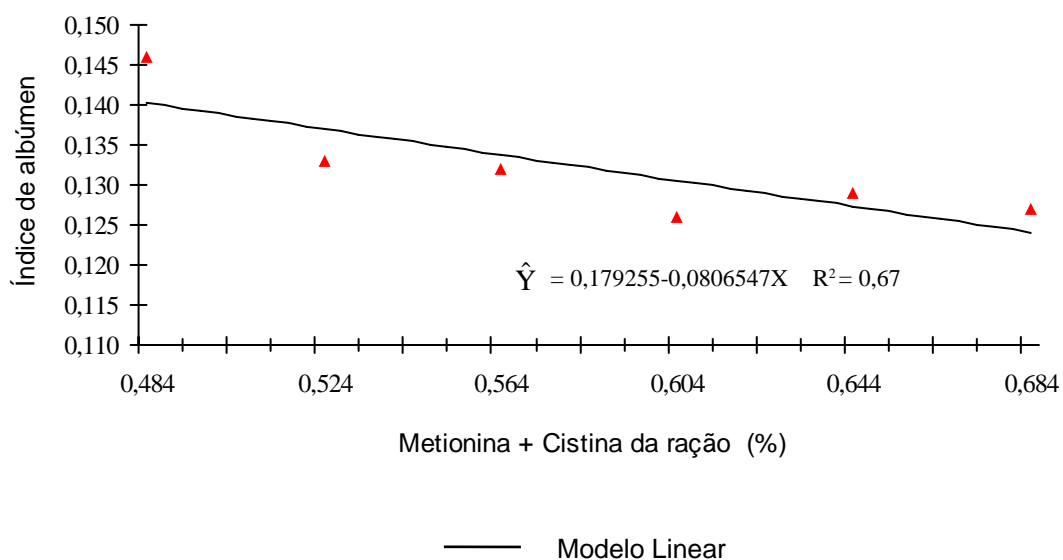


Figura 14 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o índice de albúmen em ovos de poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade.

4.6. *Ganho de peso corporal*

No Quadro 6, são apresentados os ganhos de peso das aves. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) no ganho de peso médio entre as aves leves e semipesadas.

Quadro 6 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina (Met+Cis) sobre o ganho de peso em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade

Níveis de Met+Cis (%)	Peso Inicial (g)		Peso Final (g)		Ganho de Peso ² (g)	
	Leve	Semipesada	Leve	Semipesada	Leve ¹	Semipesada ¹
0,484	1.359,58	1.620,00	1.378,54	1.586,04	18,96	-33,21
0,524	1.361,04	1.619,79	1.479,58	1.673,12	118,54	53,33
0,564	1.360,41	1.618,96	1.546,04	1.784,17	185,63	165,21
0,604	1.360,20	1.617,50	1.539,99	1.819,79	179,79	202,29
0,644	1.360,00	1.617,71	1.575,41	1.813,96	215,21	196,25
0,684	1.360,83	1.618,16	1.568,12	1.802,58	207,29	184,58
Média	1333,68	1.618,69	1.514,61	1.746,61	154,24A	127,95 A
CV (%)						40,00

¹ Efeito quadrático dos níveis de metionina+cistina ($P < 0,01$), pelo teste F.

² Médias da mesma característica, seguidas de letras diferentes, diferem pelo teste F ($P < 0,05$).

Os níveis de metionina+cistina influenciaram, significativamente ($P<0,01$), o ganho de peso das poedeiras, independente da linhagem. Foi observado efeito quadrático ($P<0,01$) dos níveis de metionina+cistina sobre o ganho de peso das poedeiras, sendo as poedeiras leves e semipesadas que consumiram, respectivamente, rações com 0,644 e 0,604% as que apresentaram os melhores ganhos de peso relativos.

As poedeiras alimentadas com 0,484% de metionina+cistina apresentaram o pior ganho de peso relativo (18 e -33 g para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente). Verificou-se que as poedeiras da linhagem semipesada

perderam peso durante o período experimental. Embora as poedeiras leves não tivessem perdido peso, estas apresentaram, na 38^a semana, peso inferior ao recomendado no Manual de Criação e Manejo da Lohmann LSL, da LOHMANN CUXHAVEN (1987), provavelmente em razão da redução no consumo de ração.

Considerando que as poedeiras não devem perder peso durante o ciclo de produção, conforme recomendação da marca comercial, as poedeiras leves deveriam ter ganho de 360 g e as poedeiras semipesadas, de 150 g, da 22^a à 38^a semana de idade. Isto não ocorreu, em função da queda acentuada no consumo da ração com níveis deficientes em metionina+cistina. Estes resultados são coerentes com os de BRAY (1965) e SCHUTTE e VAN WEERDEN (1978), que verificaram aumento significativo do ganho de peso em poedeiras alimentadas com ração basal, suplementada com diferentes níveis de metionina+cistina.

CALDERON e JENSEN (1990) observaram aumento no ganho de peso de poedeiras, na 36^a semana de idade, independente do nível de proteína bruta da ração (13, 16 e 19% de PB), suplementada com níveis crescentes de metionina+cistina. Entretanto, observaram perda de peso, na 57^a semana de idade, em poedeiras alimentadas com ração de 16% de PB e 0,540% de metionina+cistina.

As estimativas das exigências em metionina+cistina, ajustadas pelo modelo quadrático para maximizar o ganho de peso (Figuras 15 e 16), foram de 0,643% em poedeiras leves e 0,636% em poedeiras semipesadas. Entretanto, as exigências em metionina+cistina em função desta mesma característica, quando ajustadas por meio do modelo LRP, foram estimadas em 0,555 e 0,577%, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente.

As exigências em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas, da 22^a à 38^a semana de idade, em função da produção de ovo, do peso médio dos ovos, da massa de ovo, da conversão alimentar, do ganho de peso e das unidades Haugh, estimadas a partir das equações ajustadas por meio de modelos de regressão polinomial e do Linear Response Plateau (LRP), são apresentadas nos Quadros 7 e 8.

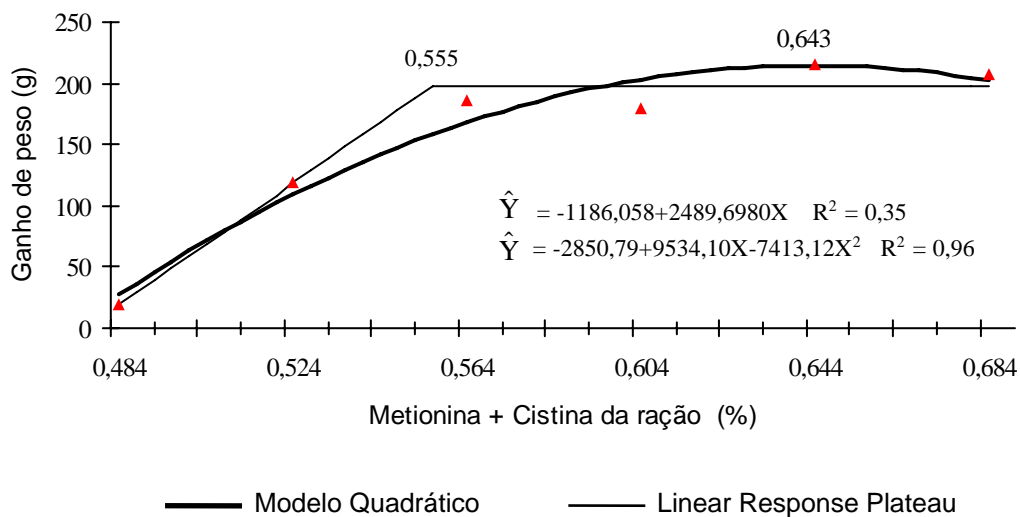


Figura 15 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o ganho de peso (g/ave) em poedeiras leves, no período de 22 a 38 semanas de idade.

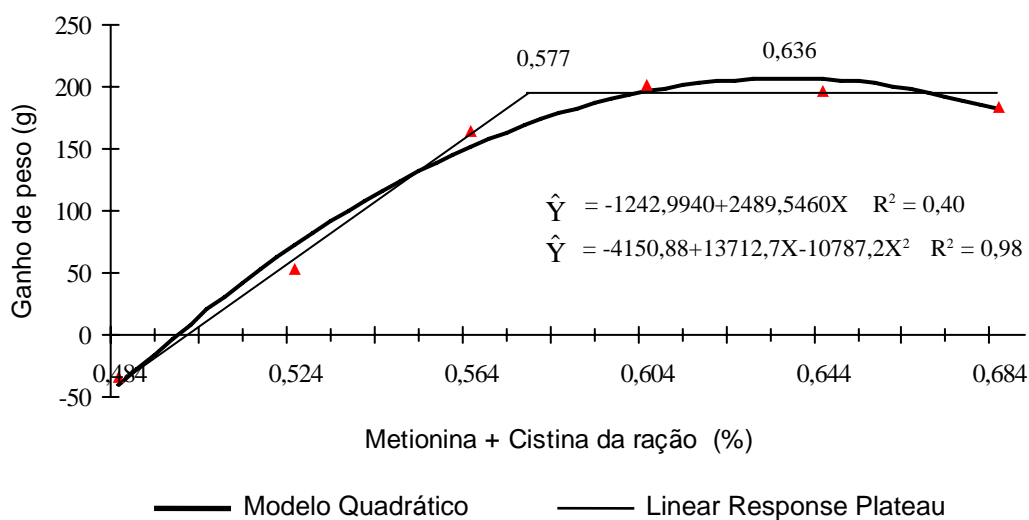


Figura 16 - Efeito de diferentes níveis de metionina+cistina na ração sobre o ganho de peso (g/ave) em poedeiras semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade.

Quadro 7 - Exigências em metionina+cistina, em percentagem, para poedeiras leves de 22 a 38 semanas de idade, estimadas por meio de modelos de regressão polinomial e Linear Response Plateau (LRP)

Modelo	Equação de Regressão	Pmáx. ou PMin	Exigên- cia Met+Cis (%)	R ²	SQD
Linear					
Produção de ovo (%)	$\hat{Y} = 35,4664+88,3444X$		>0,684	0,60	885,076
Peso médio dos ovos (g)	$\hat{Y} = 41,1032+29,9818X$		>0,684	0,77	44,924
Massa de ovo (g/ave/dia)	$\hat{Y} = 7,35089+75,0378X$		>0,684	0,66	424,800
Conversão alimentar (kg/dúzia)	$\hat{Y} = 1,84518-0,683831X$		>0,684	0,58	0,057
Conversão alimentar (g/g)	$\hat{Y} = 3,29093-2,105090X$		>0,684	0,67	0,373
Ganho de peso (g/ave)	$\hat{Y} = -357,112+875,595X$		>0,684	0,77	37.670,300
Unidades Haugh	$\hat{Y} = 103,891-11,8113X$		<0,484	0,28	60,404
Índice de albúmen	$\hat{Y} = 0,168164-0,0589285X$		<0,484	0,48	0,001
Quadrático					
Produção de ovos	$\hat{Y} = -338,834+1387,98X-1112,70X^2$	94,01	0,624	0,92	175,200
Peso médio dos ovos (g)	$\hat{Y} = -46,1042+332,78X-259,245X^2$	60,69	0,642	0,97	6,390
Massa de ovo (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -279,157+1069,84X-851,712X^2$	56,80	0,628	0,95	78,876
Conversão alimentar (kg/dúzia)	$\hat{Y} = 4,89332-11,2675X+9,06134X^2$	1,391	0,622	0,93	0,010
Conversão alimentar (g/g)	$\hat{Y} = 11,2238-29,6493X+23,5824X^2$	1,905	0,629	0,95	0,054
Ganho de peso (g/ave)	$\hat{Y} = -2850,79+9534,10X-7413,12X^2$	214,68	0,643	0,96	6.161,960
Linear Response Plateau					
Produção de ovo (%)	$\hat{Y} = -127,5439+408,5789X$	91,40	0,536	0,90	38,985
Peso médio dos ovos (g)	$\hat{Y} = 11,7288+87,1882X$	60,08	0,555	0,51	3,772
Massa de ovo (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -105,3612+295,8484X$	54,89	0,542	0,94	25,901
Conversão alimentar (kg/dúzia)	$\hat{Y} = 3,1139-3,1774X$	1,412	0,536	0,66	0,007
Conversão alimentar (g/g)	$\hat{Y} = 6,4479-8,2947X$	1,958	0,541	0,88	0,024
Ganho de peso (g/ave)	$\hat{Y} = -1186,058+2489,6980X$	196,98	0,555	0,35	5.177,863

** (P< 0,01), * (P<0,05), pelo teste F.

PMáx. (Ponto de máxima) e PMin. (Ponto de mínima).

SQD Soma de quadrados dos desvios.

Quadro 8 - Exigências em metionina+cistina, em percentagem, para poedeiras semipesadas de 22 a 38 semanas de idade, estimadas por meio de modelos de regressão polinomial e Linear Response Plateau (LRP)

Modelo	Equação de Regressão	PMáx. ou PMin.	Exigên- cia Met+Cis (%)	R ²	SQD
Linear					
Produção de ovo (%)	$\hat{Y} = 18,728+115,859X$		>0,684	0,71	943,320
Peso médio dos ovos (g)	$\hat{Y} = 40,9971+25,9905X$		>0,684	0,70	48,324
Massa de ovo (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -0,0102946+85,1464X$		>0,684	0,72	467,114
Conversão alimentar (kg/dúzia)	$\hat{Y} = 2,38126-0,0155195X$		>0,684	0,82	0,089
Conversão alimentar (kg:kg)	$\hat{Y} = 4,19504-0,0342375X$		>0,684	0,78	0,553
Ganho de peso (g/ave)	$\hat{Y} = -522,183+1113,24X$		>0,684	0,75	71.209,900
Unidades Haugh	$\hat{Y} = 105,913-16,0524X$		<0,484	0,72	17,204
Índice de albúmen	$\hat{Y} = 0,179255-0,0806547X$		<0,484	0,67	0,001
Quadrático					
Produção de ovo (%)	$\hat{Y} = -364,912+1447,92X-1140,47X^2$	94,65	0,635	0,94	197,574
Peso médio dos ovos (g)	$\hat{Y} = -51,6936+347,828X-275,545X^2$	58,07	0,631	0,97	4,792
Massa de ovo (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -283,542+1066,08X-839,839X^2$	54,77	0,635	0,96	62,708
Conversão alimentar (kg/dúzia)	$\hat{Y} = 6,04684-14,2794X+10,8968X^2$	1,369	0,655	0,96	0,021
Conversão alimentar (g/g)	$Y = 13,9553-37,3159X+29,0148X^2$	1,957	0,643	0,97	0,070
Ganho de peso (g/ave)	$Y = -4150,88+13712,7X-10787,2X^2$	207,01	0,636	0,98	4.492,720
Linear Response Plateau					
Produção de ovo (%)	$\hat{Y} = -157,7982+463,0509X$	91,79	0,539	0,93	65,833
Peso médio dos ovos (g)	$\hat{Y} = 18,8986+68,4437X$	57,59	0,565	0,73	0,043
Massa de ovo (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -112,1226+302,7347X$	52,81	0,545	0,92	22,970
Conversão alimentar (kg/dúzia)	$\hat{Y} = 3,1324-2,9931X$	1,386	0,584	0,72	0,036
Conversão alimentar (g/g)	$\hat{Y} = 8,1506-11,1827X$	2,036	0,547	0,84	0,090
Ganho de peso (g/ave)	$\hat{Y} = -1242,9940+2489,5460X$	194,37	0,577	0,40	1.576,726

** (P< 0,01) , * (P<0,05), pelo teste F.

PMáx. (Ponto de máxima) e PMin. (Ponto de mínima).

SQD Soma de quadrados dos desvios.

As estimativas de exigências de metionina+cistina, determinadas pelo modelo quadrático, foram superiores às obtidas pelo modelo descontínuo LRP, o que concorda com COELHO et al. (1987) e ABREU (1989), que encontraram resultados superiores de exigência nutricional, quando determinados com o modelo quadrático, em relação aos encontrados com o modelo LRP.

As estimativas de exigências obtidas por meio do modelo LRP, tanto para poedeiras leves quanto para semipesadas, embora tenham apresentado menor soma de quadrados dos desvios (SQD) e, conseqüentemente, proporcionado melhor ajuste, considerando o senso estatístico, não representam, adequadamente, as respostas biológicas obtidas em função do nível de metionina+cistina da ração, quase sempre subestimando a dose ótima. A respeito, MORRIS (1989) e DALE (1994) manifestaram que a característica própria do modelo LRP é de sempre subestimar a dose ótima do aminoácido exigido.

Com base nas respostas de desempenho das poedeiras, consideradas as características de massa de ovo e conversão alimentar (g ração/g de ovo), respeitando-se o ajuste estatístico, obtido por meio do modelo de regressão quadrática, e a interpretação biológica, pode-se sugerir, para poedeiras da 22^a à 38^a semana de idade, a exigência mínima em 0,629 e 0,643% de metionina+cistina na ração, que correspondem ao consumo diário por ave de 679 e 687 mg de metionina+cistina, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente.

As poedeiras leves exigem 0,586% de metionina+cistina digestível na ração e as poedeiras semipesadas 0,600%, que correspondem ao consumo diário de 632 e 641 mg de metionina+cistina digestível/ave/dia, respectivamente, valores obtidos considerando a digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes da ração, segundo os valores calculados, anteriormente, por ROSTAGNO et al (1995) e assumindo que a DL-metionina é 100% digestível, conforme ROSTAGNO e BARBOZA (1995).

Segundo, BAKER et al. (1996), a metionina deve constituir pelo menos 50% da exigência em metionina+cistina. Considerando esta afirmação, as poedeiras leves exigem no mínimo 0,315% de metionina na ração e 0,293% de metionina digestível, entretanto, as poedeiras semipesadas exigem 0,322% de metionina e 0,300% de metionina digestível.

O consumo de proteína bruta das poedeiras, para os níveis de metionina e metionina+cistina estimados, foram de 15,55 g/ave/dia nas poedeiras leves e 15,39 g/ave/dia nas poedeiras semipesadas, contendo a ração 2.750 kcal de EM/kg. Logo, pode-se concluir que poedeiras leves exigem níveis de 0,315 e 0,629% de metionina e metionina+cistina, respectivamente, que correspondem ao consumo diário de 340 e 679 mg/ave. Entretanto, as poedeiras semipesadas exigem 0,322 e 0,643% de metionina e metionina+cistina, respectivamente, que equivalem ao consumo diário por poedeira de 344 mg de metionina e 687 mg de metionina+cistina.

Considerando-se o coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos da ração, as poedeiras leves e semipesadas exigem 0,586 e 0,600% de metionina+cistina digestível; níveis estes que correspondem ao consumo de 632 e 641 mg de metionina+cistina digestível/ave/dia, dos quais no mínimo 50% deve corresponder à metionina.

As estimativas das exigências em metionina+cistina para poedeiras, neste estudo, são semelhantes às de WALDROUP e HELLWIG (1995) e superiores às de NOVACEK e CARLSON (1969), JENSEN et al. (1974), ARC (1975), ROSTAGNO (1983) e NRC (1994).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Objetivando determinar as exigências nutricionais em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas, da 22^a à 38^a semana de idade, foram utilizadas 288 poedeiras Lohmann Selected Leghorn e 288 poedeiras Lohmann Brown, submetidas a uma ração basal com 2.750 kcal de EM/kg, 14,4% de PB e 0,484% de metionina+cistina, suplementada com seis níveis de DL-metionina (0; 0,04; 0,08; 0,12; 0,16 e 0,20%), sendo as exigências nutricionais mínimas, exceto metionina+cistina, atendidas, segundo as recomendações de ROSTAGNO (1990). A temperatura média do galpão onde se realizou o experimento foi de 22,1 °C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6, duas linhagens de poedeiras e seis níveis de suplementação de metionina, com seis repetições e oito aves por unidade experimental.

Neste experimento, foram estimadas as exigências em metionina+cistina para produção de ovos (%), massa de ovo (g/ave/dia), peso médio dos ovos (g), consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovos e g de ração/g de ovo), ganho de peso corporal (g/ave), qualidade interna do ovo (avaliada nas unidades Haugh), índice de albúmen e índice de gema.

Os níveis de metionina+cistina da ração influenciaram positivamente ($P<0,01$) a conversão alimentar, a produção de ovos, o ganho de peso, o peso

médio dos ovos e a massa de ovo, o que propiciou aumento no desempenho produtivo das poedeiras. Entretanto, as características de índice de albúmen e unidades Haugh, para avaliar a qualidade interna de ovo, pioraram com o aumento no nível de metionina+cistina da ração, não tendo o índice de gema apresentado diferença significativa ($P>0,05$).

As poedeiras que consumiram a ração com 0,644% de metionina+cistina apresentaram maximização nos valores relativos de produção e massa de ovo, e com este nível, foram otimizados os valores relativos de conversão alimentar nas poedeiras leves, entretanto, nas poedeiras semipesadas, foi otimizada a conversão alimentar com o nível de 0,684% de metionina+cistina. O peso médio relativo dos ovos aumentou com a suplementação do nível de metionina+cistina na ração até o nível de 0,684%. Entretanto, o ganho de peso relativo foi maximizado com níveis de 0,644% e 0,604% de metionina+cistina, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente.

As exigências em metionina+cistina em função da produção de ovos, ajustadas pelo modelo quadrático, foram estimadas em 0,624 e 0,635%, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, entretanto, por meio do modelo LRP, foram de 0,536% para poedeiras leves e 0,539% para poedeiras semipesadas.

As exigências em metionina+cistina, estimadas por meio do modelo quadrático, para peso médio e massa de ovo de poedeiras leves foram de 0,642 e 0,628%, respectivamente, entretanto pelo modelo LRP, foram de 0,555% para peso médio dos ovos e 0,542% para massa de ovo. Estas estimativas, para poedeiras semipesadas, pelo modelo quadrático foram de 0,631% para peso médio e 0,635% para massa de ovo, entretanto, por meio do LRP, foram estimadas as exigências em 0,565% para peso médio dos ovos e 0,545% para massa de ovo.

Nas poedeiras leves, as exigências estimadas em metionina+cistina para otimizar a conversão alimentar em kg de ração/dúzia de ovos e g de ração/g de ovo, ajustadas por meio do modelo quadrático, foram de 0,622 e 0,629%, respectivamente, e de 0,536 e 0,541%, respectivamente, pelo modelo LRP.

Entretanto, para poedeiras semipesadas, estas estimativas foram de 0,655% e 0,643% pelo modelo quadrático e de 0,584% e 0,547%, respectivamente, pelo modelo LRP.

As exigências em metionina+cistina para maximizar o ganho de peso, estimadas por meio do modelo quadrático, foram 0,643 e 0,636%, para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, e de 0,555 e 0,577%, respectivamente, pelo modelo LRP.

As respostas de desempenho das poedeiras, respeitando-se o ajuste estatístico, obtido por meio do modelo de regressão quadrática, e a interpretação biológica, permitem concluir que as poedeiras leves e semipesadas, na fase de produção de 22 a 38 semanas de idade, exigem 0,629 e 0,643% de metionina+cistina na ração, respectivamente, que correspondem, respectivamente, ao consumo diário por ave de 679 e 687 mg de metionina+cistina. Considerando-se o coeficiente de digestibilidade dos aminoácidos da ração, as poedeiras leves e semipesadas exigem 0,586 e 0,600% de metionina+cistina digestível na ração, respectivamente, níveis que correspondem ao consumo de 632 e 641 mg de metionina+cistina digestível/ave/dia, dos quais no mínimo 50% deve corresponder à metionina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R.D. *Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em diversos alimentos para aves*. Viçosa, MG: UFV, 1989. 142p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. *The nutrient requirements of farm livestock*. n.1, Poultry, London, UK, 1975. 1975p.
- AITKEN, J.R.; DICKERSON, G.E., GOWE, S.R. Effect of intake and source of protein on laying performance of seven strain under single and double cage housing. *Poultry Science*, v.52. n.6, p.2127-2134, 1973.
- AUSTIC, R.E. Nutrient requirements of poultry and nutritional research. Ed. Fisher and Boorman. Butterworths. London, UK, 1986.
- BAKER, D.H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions. *Poultry Science*, v.70, p.1797-1805, 1991.
- BAKER, D.H. *Amino acid nutrition of pig and poultry*. In: COLE, D.J., HARESING, W., GARNSWORTH, P. Recent developments in pig nutrition 2. Nottingham, UK University Press, 1993. p.60-75.
- BAKER, D.H., FERNANDEZ, S.R., WEBEL, D.M. et al. Sulfur amino acid requirement and cystine replacement value of broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. *Poultry Science*, v.75, p.737-742, 1996.

- BAKER, R.C., VADEHRA, D.V. The influence of quantity of tick albumen on internal egg quality measurements. *Poultry Science*, v.49. n.2, p.493-496, 1970.
- BERTRAM, H.L., DÄNNER, E., JEROCH, K., et al. Effect of DL-methionine in a cereal pea diet on the performance of brown laying hens. *Arch. geflügelk*, v.59, p.103-107, 1995.
- BRAGA, D.F. *Níveis de energia e de proteína para duas linhagens de poedeiras legornes*. Viçosa, MG: UFV, 1978. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1978.
- BRAGA, D.F. *Exigências nutricionais de lisina e aminoácidos sulfurosos para galinhas poedeiras e de lisina para suínos em crescimento*. Viçosa, MG: UFV, 1984. 186p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1984.
- BRAGA, J.M. *Avaliação da fertilidade do solo (Ensaio de Campo)*. Imprensa Universitaria, UFV, MG, pub. n.156, 101p. 1983.
- BRAY, D.J. The methionine requirements of young laying pullets. *Poultry Science*, v.44. n.5, p.1173-1180, 1965.
- BREDFORD, M.R., SUMMERS, J.D. Influence of the ratio of essential to non-essential amino acids on performance and carcass composition of the broiler chick. *British Poultry Science*, v.26, p. 483-491, 1985.
- BRITZMAN, D.G., CARLSON, C.W. Limiting amino acids in corn-soybean meal diets for laying hens. *Feedstuffs*, v.37. n.43, p.20-21, 1965.
- CALDERON, V., JENSEN, L. The requirement for sulfur amino acid laying hens as influenced by the protein concentration. *Poultry Science*, v.69. p.934-944, 1990.
- CAO, Z., CAI, H., COON, C. The methionine and cystine metabolism and requirement of laying. *Poultry Science*, v.74. Suppl 1, p.105, 1995. (Abstr.).
- 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.).
- CARD, L.E., NESHEIM, M.C. *Producción avícola*. Editorial Acribia, Zaragoza (España): Acribia, 1968. 392p.

- CARMO, M.B. *Níveis de proteína e de aminoácidos sulfurosos em rações de galinhas poedeiras sob regime de alta temperatura.* Viçosa, MG: UFV, 1981, 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1981.
- CHAWLA, J.S., LODHI, G.N., ICHHPONANI, J.S. The protein requirement of laying pullets with changing seasons in the tropics. *British Poultry Science*, v.17, n.3, p.275-283, 1976.
- CHEE, K.M., POLIN, D. Effect of methionine and methods of feeding on feed intake. *Poultry Science*, v.57, p.1126, 1978.
- CHI, M.S., SPEERS, G.M. Effects of protein and lysine levels in layers diets. *poultry Science*, v.54. n.5, p.1746-1747, 1976.
- COELHO, L.S., COSTA, P.M., SILVA, M.A. Modelos para estimar exigências nutricionais de suínos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG: v.16. n.1, p.102-110, 1987.
- COSTA, PT., HARMS, R.H., MILES, R.D. Consumo alimentar diário de poedeiras agrupadas de acordo com o peso corporal, aves selecionadas segundo o peso individual. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18, 1981, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, p.181, 1981.
- CREEK, R.D. Non equivalence in mass in the conversion of phenylalanine to tyrosine and methionine to cystine. *Poultry Science*, v.10, p.1385-1386. 1969.
- DAGHIR, N.J. Energy requirements of laying hens in semiarid continental climate. *British Poultry Science*, v.14. n.5, p. 451-461, 1973.
- DALE, N. Los requerimientos de nutrientes: Hasta qué punto son aplicables?. *Avicultura Profesional*. v.2. n.2, p.63-64, 1984.
- DALE, N. Proteína ideal para pollos de engorde. In: *Avicultura Profesional*. v.11. n.3, p.104-107, 1994.

- EDMONDS, M.S., BAKER, D.H. Comparative effects of individual amino acids excesses when added to a corn-soybean meal diet: effects on growth and dietary choice in the chick. *Journal Animal Science*, v.65, p.699-705, 1987.
- EUCLYDES, R.F. Manual de utilização do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG: UFV, 1983, 59p.
- ELVEHJEN, C.A. Amino acid imbalance. *Federation Proc.* v.15, p.965-970, 1956.
- FISHER, C., MORRIS, T.R. The determination of the methionine requirement of laying pullets by a diet dilution technique. *British Poultry Science*, n.11, p.67-82, 1970.
- FOSS, D.C., CAREW, L.B. Effect of dietary energy and hen density on performance of caged leghorn pullets. *Poultry Science*, v.53, n.5, p.1924-1925, 1974.
- GLEAVES, E.W., DEWAN, S. The influence of dietary and environmental factors upon feed consumption and production responses in laying chickens. *Poultry Science*, v.50. n.1, p.46-55, 1971.
- GLEAVES, E.W., HOCHSTETLER, H., BENITEZ, H. Maintenance levels of protein and energy and effect of egg production upon feed consumption of laying hens. *Poultry Science*, v.52. n.4, p.1406-1414, 1973.
- GOAN, H.C. Lower protein may save on layer feed. *Poult. Dig.*, v.32, n.373, p.104-105, 1973.
- GRIMINGER, P., FISHER, H. Methionine excess and chick growth. *Poultry Science*, v.47, p.1271-1273, 1968.
- HAFEZ, Y.S., CHAVEZ, E., VOHRA, P. et al. Methionine toxicity in chicks and poult. *Poultry Science*, v.57, p.699-703, 1978.
- HARMS, R.H., DOUGLAS, C.R. Relationship of rate of egg production as affected by feed to Haugh Units of eggs. *Poultry Science*, v.39 n.1, p.75-76, 1960.

- HARMS, R., DOUGLAS, C., WALDROUP, P.W. Methionine supplementation of laying hen diets. *Poultry Science*, v.41 n.3, p.805-812, 1962.
- HARMS, R.H., DAMRON, B.L. Protein and sulfur amino acid requirement of the laying hen as influenced by dietary formulation. *Poultry Science*, v.48, n.1, p.144-149, 1969.
- HARMS, R.H., RUSSELL, G.B. Optimizing egg mass with amino acid supplementation of low-protein diet. *Poultry Science*, v.72, p.1892-1896, 1993.
- HARPER, A.E. Amino acid imbalances, toxicities and antagonisms. *Nutritional Reviews*, v.14, p.225-227, 1956.
- HARPER, A.E., BENEVENGA, N.J., WOHLHUETER R.M. Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. *Physiological Reviews*, v.50, n.3, p.428-558, 1970.
- HAUGH, R.R. The Haugh Unit for measuring egg quality. *U.S. Egg and Poultry Mag.*, v.43, p.552, 1937.
- HENKEN, H. Conceitos modernos sobre a alimentação de broilers e poedeiras. (s.n.), Lab. Roche, São Paulo, 1977. 20p.
- HOCHREICH, H.J., DOUGLAS, C.R., KIDD, I.H. et al. The effect of dietary protein and energy levels upon production of single comb white leghorn hens. *Poultry Science*, v.37, n.4, p.949-953, 1958.
- IVY, R.E., GLEAVES, E.W. Effect of egg production level, dietary protein and energy on feed consumption and nutrient requirements of laying hens. *Poultry Science*, v.55, n.6, p.2166-2171, 1976.
- JANSSEN, W.M. Pluimveevoeding in het licht van voederprijzen en voedernormen. *Bedrijfsontwikkeling*, n.5, p.601-606, 1974.
- JENNINGS, R.C., FISHER, C., MORRIS, T.R. Changes in the protein requirements of pullets during the first laying year. *British Poultry Science*, v.13, n.6, p.579-588, 1972.

- JENSEN, L. S., FALEN, L., SCHUMAIER, G. W. Requirement of white leghorn laying and breeding hens for methionine influenced by stage of production cycle and inorganic sulphate. *Poultry Science*, v.53, p.535-544, 1974.
- JENSEN, L.S. Feeding laying hens for eggs and longevity. *Poultry Science*, v.34, n.399, p.215-219, 1975.
- KATZ, R.S., BAKER, D.H. Methionine toxicity of various organic sulfur compounds for chick in crystalline amino acid diets containing threonine and glycine at their minimal dietary requirement for maximal growth. *Journal of Animal Science*, v.41, p.1355-1361, 1975.
- KHALIL, A.A., THOMAS, O.P., COMBS, G.G. Influence of body composition, methionine deficiency, toxicity and ambient temperature on feed intake in the chick. *Journal Nutrition*, v.96, p.337-341, 1968.
- KONGRA, P.A, CHOO, S.H., SELL, J.L. Influence of strain of chicken dietary fat on egg production traits. *Poultry Science*, v.47, n.4, p.1290-1296, 1968.
- KUANA, S., SOARES, P.R., ROSTAGNO, H. et al. Exigências de energia metabolizável e de metionina+cistina para galinhas reprodutoras pesadas. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* v.17, n.4, p.385-400. 1988.
- KURNICK, A.A., HINDS, H.B., PASVOGEL, M.W. et al. Dietary energy levels for laying hens related to age and environmental temperatures. 1. Effect of egg production body weigh and feed conversion. *Poultry Science*, v.40, n.6, p.1483-1491, 1961.
- LEHNINGER, A.L. *Principios de bioquímica*. Traduzido por W.R. Lodi e A.A. Simões. São Paulo (Brasil): SARVIER, 1991. 725p.
- LILLIE R.J., DENTON, C.A. Protein and energy interrelationships for laying hens. *Poultry Science*, v.44, n.3, p.753-761, 1965.
- LOHMANN CUXHAVEN. Manual de criação e manejo da Lohmann Selected Leghorn. (S.I.:s.n.) 1987. 26p.

- LOHMANN CUXHAVEN. Manual de criação e manejo da Lohmann Brown. (S.I.:s.n.) 1989. 26p.
- MacINTYRE, T.M., AITKEN, J.R. The effect on high levels of dietary energy and protein on the performance of laying hens. *Poultry Science*, v.36, n.6, p.1211-1216, 1957.
- MARTINEZ, S.G., COSTA, P.T., LOPEZ, J.M. Influência do peso corporal no desempenho produtivo de poedeiras em gaiolas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 20, 1983, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBZ, 1983. p.10.
- MAIER, J.C., ROSTAGNO, H.S., FONSECA, J.B. et al. Avaliação biológica de sorgos com diferentes conteúdos de tanino em rações de poedeiras. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v.7, n.1, p.115-121, 1978.
- McDANIEL, A.H., PRICE, J.D., QUISENBERRY, J.H. et al. Effect of energy and protein level on cage layers. *Poultry Science*, v.36, n.4, p.850-854, 1957.
- MIDDEN, D.F., HELBACKA, N.V., COMBS, G. F. Effect of protein levels and kelp ash and performance of laying hens. *Poultry Science*, v.38, n.5, p.1229, 1959.
- MILLAR, R.I., SMITH, L.T. The effects of four different feeding programs of varying protein levels on performance of brown-egg-type birds. *Poultry Science*, v.54, n.4, p.964-968, 1975.
- MORRIS, T.R. The interpretation of response data from animal feeding trial. In: COLE, D.J.A. and HARESING, W. *Recent developments in poultry nutrition 2*. London, UK: Butterworths, 1989. p.1-11.
- MUELLER, W.J. The influence of energy source, energy-fiber concentration and protein source of the diet on certain egg quality characteristics. *Poultry Science*, v.35, n.5, p.1074-1078, 1956.
- MULLER, R.D., BALLOUN, S.L. Response to methionine supplementation of leghorn hens fed low-protein corn-soybean meal diets. *Poultry Science*. v.53, n.4, p.1463-1475, 1974.

- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients Requirements of Poultry. 9.ed. Washington D.C.: 1994. 155p.
- NORTH, M.O. A different feeding program for leghorn layers. *Poult. Dig.*, v.36. n.428, p 464-466, 1977.
- NOVACEK, J., CARLSON, C.W. Low protein cage-layer diets and amino acids. *Poultry Science*, v.48, n.4, p.1490-1496, 1969.
- OKUMURA, J., YAMAGUCHI, K. Effect o excess of individual essential amino acids in diets on chicks. *Japan Poultry Science*, v.17, n.3, p.135-139, 1980.
- PARR, J.F., SUMMERS, J.D. The effects of minimizing amino acid excesses in broiler diets. *Poultry Science*, v.70, p.1540-1549, 1991.
- PENZ, A.M., JENSEN, L.S. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high- or low-protein diets on eggs weight and components in laying hens. *Poultry Science*, v.70, p.2460-2466, 1991.
- PETERSEN, C.F., SAUTER, E.A., STEELE, E.E. Protein and methionine requirements for early egg production. *Poultry Science*, v.50, n.5, p.1617, 1971.
- QUISENBERRY, J.H., BRADLEY, J.W. Effects of dietary protein and changes in energy levels on the laying house performance of egg production stocks. *Poultry Science*, v.41. n.3, p.717-724, 1962.
- QUISENBERRY, J.H., BRADLEY, J.W. Interações nutricionais. *Avicultura Industrial*, v.63, n.752, p.6-12, 1972.
- REID, B.L. Chicken's energy needs govern feed intake. *Poult. Dig.*, v.31, n.359, p.18, 1972.
- REID, B.L. Estimated daily protein requirements of laying hens. *Poultry Science*, v.55, n.5, p.1611-1615, 1976.

- REID, B.L., WEBER, C.W. Dietary protein and sulfur amino acid levels for laying hens during heat stress. *Poultry Science*, v.52, n.4, p.1335-1343, 1973.
- ROSTAGNO, H.S. Valores de composição de alimentos e de exigências nutricionais utilizados na formulação de rações para aves. In: *Avicultura, Soc. Brasileira de Zootecnia*, Piracicaba: FEALQ, p.11-30. 1990.
- ROSTAGNO, H.S., BARBOZA, W. Biological efficacy and absorption of DL-methionine hydroxy analogue free acid compared to DL-methionine in chickens as affected by heat stress. *British Poultry Science*, v.36, p.303-312, 1995.
- ROSTAGNO, H.S., PUPA, J.M., PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. *Journal of Appl. Poultry Research*, v.4, p.293-299, 1995.
- ROSTAGNO, H.S., SILVA, D.J., COSTA, P.M.A. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)*. Viçosa, MG: UFV, 1983, 60p.
- SANTOMA, G. Necesidades protéicas de las gallinas ponedoras. In: BEORLEEGI, C., MATEOS, G.G. *Nutrición y alimentación de gallinas ponedoras*. Barcelona (España): AEDOS, 1991, p.71-114.
- SCHUTTE, J.B., VAN WEERDEM, E.J. Requirement of the hen for sulphur containing amino acids. *British Poultry Science*, v.19, p.573-581, 1978.
- SCHUTTE, J.B., VAN WEERDEM, E.J., BERTRAM, H.L. Sulfur amino acid requirement of laying hens and the effects of excess dietary methionine on laying performance. *British Poultry Science*, v.24, p.319-326, 1983.
- SCHUTTE, J.B., JONG, J., BERTRAM, H.L. Requirement of the laying hen for sulfur amino acids. *Poultry Science*, v.73, p.274-280, 1994.
- SEBASTIÁ, J.M., LÓPEZ, J., MARTINS, E.S. et al. Necesidades diárias de proteína para poedeiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 10, 1973, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1973. p.157-158.

- SEKIZ, S., SCOTT, L.M., NESHEIM, M.C. The effect of methionine deficiency on body weight, food and energy utilization in the chick. *Poultry Science*, v.54, p.1184-1188, 1975.
- SELL, J.L., JOHNSON, R.L. Low protein rations based on wheat and soybean meal or corn and soybean meal for laying hens. *British Poultry Science*. v.15, p.43-49, 1974.
- SILVA, D.J. Análise de Alimentos (Métodos químicos e biológicos). Viçosa: Imprensa Universitária, 1990. 160p.
- SILVA, M.A., EUCLYDES, R.F., SOARES, P.R. et al. Influências da massa de ovo e do peso corporal sobre o consumo de alimento de poedeiras legornes. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v.12, n.4, p.602-608, 1983.
- SMITH, RE. Effect of arginine upon the toxicity of excesses of single amino acids in chicks. *Journal of Nutrition*, v.95, p.547-553, 1968.
- SNYDER, E.S. *Eggs, the production, identification and retention of quality in eggs*. Ontario Agricultural college, Guelph, Ontario. 90p. 1961.
- SOLBERG, J., BUTTERY, J., BOORMAN, K. Effect of moderate methionine deficiency on food, protein and energy utilisation in the chick. *British Poultry Science*. v.12, p.297-304, 1971.
- SUGANDI, D., BIRD, H.R., ATMADILAGA, D. The effect of different energy and protein levels on the performance of laying hen in floor pens and cages in the tropics. *Poultry Science*, v.54, n.4, p.1107-1114, 1975.
- THORNTON, P.A., MORENG, R.E., BLAYLOCK, L.G. et al. The effect of dietary protein level on egg production, egg size, egg quality and feed efficiency. *Poultry Science*, v.35, n.5, p.1177, 1956. (Abstract).
- THORNTON, P.A., WHITTET, W. The adequacy of low protein levels for egg production under various conditions. *Poultry Science*, v.38, n.5, p.1255, 1959.
- TOUCHBURN, S.P., NABER, E.C., Effect of nutrient density and protein-energy interrelationships on reproductive performance of the hen. *Poultry Science*, v.41, n.5, p.1481-1488, 1962.
- WALDROUP, P.W., HELLWIG, H.M. Methionine and total sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. *J. Applied Poultry Science, inc*, 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.

APÊNDICE

APÊNDICE

Quadro 1A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para produção de ovos, peso médio dos ovos e massa de ovo em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade

	Quadrados Médios			
	GL	Produção de Ovos (%)	Peso Médio de Ovo (g)	Massa de Ovo (g/ave/dia)
Níveis de Met+Cis	5	1.064,4374* *	71,0339* *	621,8984* *
Marca	1	8,0788 ^{ns}	106,9028* *	110,4329* *
Met+Cis x Marca	5	14,5029 ^{ns}	0,51602 ^{ns}	2,8718 ^{ns}
Met+Cis/LSL				
Linear	1	1.311,196* *	151,017* *	945,952* *
Quadrático	1	2.021,127* *	189,557* *	1.361,904* *
Met+Cis/LB				
Linear	1	2.255,109* *	113,4848* *	1217,984* *
Quadrático	1	3.000,8856* *	157,018* *	1622,3899* *
Resíduo	60	10,2534	1,6961	3,6710
CV (%)		3,69	2,27	3,83

* * (P<0,01), * (P<0,05) e ns (P>0,05), pelo teste F.

Quadro 2A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para consumo de ração e conversão alimentar em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade

	Quadrados Médios			
	G.L.	Consumo de Ração (g/ave/dia)	Conversão Alimentar (kg ração/Dz)	Conversão Alimentar (kg ração/kg ovo)
Níveis de Met+Cis	5	432,1062* *	0,11242* *	0,6956* *
Marca	1	8,8516 ^{ns}	0,01524*	0,3232* *
Met+Cis x Marca	5	5,6722 ^{ns}	0,01345 ^{ns}	0,0322*
Met+Cis/LSL				
Linear	1	650,357* *	0,7856* *	0,7444* *
Quadrático	1	1.051,881* *	0,1256* *	1,0633* *
Met+Cis/LB				
Linear	1	353,857* *	0,4046* *	1,9693* *
Quadrático	1	841,001* *	0,4727* *	2,4519* *
Resíduo	60	3,308	0,0023	0,0051
CV (%)		1,74	3,32	3,43

* * (P<0,01), * (P<0,05) e ns (P>0,05), pelo teste F.

Quadro 3A - Resumo das análises de variância e coeficientes de variação (CV) para o ganho de peso, as unidades Haugh, o índice de albúmen e o índice de gema em poedeiras leves e semipesadas, no período de 22 a 38 semanas de idade

	G.L.	Quadrados Médios			
		Ganho de Peso (g)	Unidades Haug	Índice de Albúmen	Índice de Gema
Níveis de Met+Cis	5	86.353,78**	21,516**	0,00041*	0,00034 ^{ns}
Marca	1	12.435,96 ^{ns}	3,728 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	0,00216 ^{ns}
Met+Cis x Marca	5	2.823,09 ^{ns}	7,350 ^{ns}	0,00015 ^{ns}	0,00003 ^{ns}
Met+Cis/LSL					
Linear	1	128.800,00**	23,437*	0,00058*	0,00025 ^{ns}
Quadrático	1	160.313,00**	58,774 ^{ns}	0,00085 ^{ns}	0,00027 ^{ns}
Met+Cis/LB					
Linear	1	208.204,50**	43,289*	0,00109**	0,00005 ^{ns}
Quadrático	1	274.921,48**	47,031 ^{ns}	0,00146 ^{ns}	0,00026 ^{ns}
Resíduo	60	3.870,90	4,683	0,00007	0,00007
CV (%)		40,03	2,23	6,63	1,80

** (P<0,01), * (P<0,05) e ns (P>0,05), pelo teste F.