

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

CLAUBER POLESE

**NÍVEIS NUTRICIONAIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEL PARA
POEDEIRAS SEMIPESADAS**

Marechal Cândido Rondon

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM ZOOTECNIA

CLAUBER POLESE

NÍVEIS NUTRICIONAIS DE METIONINA+CISTINA PARA POEDEIRAS
SEMPESADAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes.

Marechal Cândido Rondon

2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

P765n	Polese, Clauber Níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas / Clauber Polese. - Marechal Cândido Rondon, 2011. 81 p. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes Co-Orientadora: Prof ^a Dr ^a Christiane Garcia Vilela Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2011. 1. Aves de postura. 2. Poedeiras semipesadas - Exigência nutricional. 3. Poedeiras - Qualidade de ovo. 4. Metionina+cistina. 5. Avicultura. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.
-------	---

CDD 22.ed. 636.5
CIP-NBR 12899

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

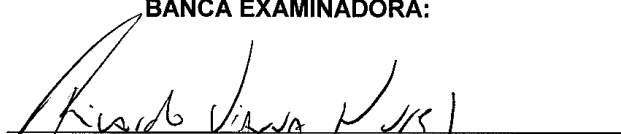
CLAUBER POLESE

**NÍVEIS NUTRICIONAIS DE METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEL PARA
POEDEIRAS SEMIPESADAS**

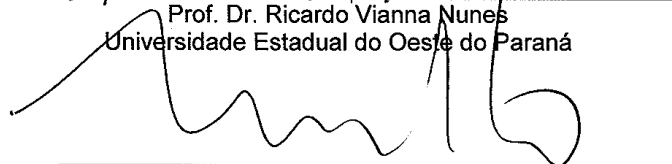
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", para a obtenção do título de "Mestre em Zootecnia".

Marechal Cândido Rondon, 13 de junho de 2011.

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Dr. Ramalho José Barbosa Rodrigues
Evonik Degussa Brasil Ltda.



Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan
Universidade Estadual de Maringá

AGRACEDIMENTOS

A Deus, àquele que permitiu a realização deste trabalho;

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná pela oportunidade de realização deste curso;

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Dois Vizinhos*, por disponibilizar a realização dos experimentos;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia por disponibilizarem ensino gratuito e de qualidade, contribuindo como fonte do saber;

Aos professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Christiane Garcia Vilela, Valter Oshiro Vilela, Raquel Bueno, Sabrina Endo Takahashi pelo auxílio na condução dos experimentos;

Ao Prof. Dr. Ricardo Vianna Nunes pela contribuição para minha formação através de sua orientação e das oportunidades oferecidas, possibilitando alcançar meu crescimento profissional, intelectual e humano;

Aos membros da banca de qualificação pelas sugestões propostas, as quais auxiliaram em minha formação;

Aos membros desta banca examinadora, pois, contribuíram para o meu desenvolvimento científico, intelectual e humano;

À Miriam Noetzoldt, pelo amor, carinho e compreensão;

Aos amigos Douglas Batista Lazzeri, Leandro Dalcin Castilha, Cristian Jonas Lupke, Marcia Bartolomeu Agustini, Viviane Quatrin, Sandra Schneider e tantos outros que conheci nesta jornada, pela troca de experiências e pela união na superação dos desafios;

Ao grupo de estudos em avicultura (GEMADA) pelas trocas de experiência e pelos bons momentos compartilhados durante a realização deste curso;

Aos colegas Cleverson de Souza, Leandro da Silva e Cândida Camila dos Reis, Jose Luis Scheneiders e Thais Savoldi pelo auxílio na condução do experimento e análises laboratoriais;

A CAPES pela concessão de bolsa de auxílio financeiro me permitindo chegar ao término deste curso contribuindo em minha formação profissional.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho ou para o meu desenvolvimento profissional, muito obrigado!

RESUMO

POLESE, Clauber. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, abril de 2011. **Níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas**. Orientador: Ricardo Vianna Nunes.

Com o objetivo de determinar a exigência nutricional de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas no período de 50 a 66 e 75 a 90 semanas de idade, dois experimentos foram conduzidos no Setor de Pequenos Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, *Campus* de Dois Vizinhos - PR. Utilizaram-se 150 poedeiras Shaver Brown semipesadas num delineamento inteiramente casualizado (DIC), distribuídas em cinco tratamentos, seis repetições e cinco aves por unidade experimental, alimentadas com uma ração basal contendo 2.850 Kcal EM/Kg, 16% de PB, suplementada com 0,132; 0,174; 0,215, 0,256 e 0,298% de DL-metionina (99%), obtendo-se os níveis testados de 0,572; 0,613; 0,653; 0,693 e 0,734% de metionina+cistina digestível. No período de 75 a 91 semanas de idade os níveis testados foram de 0,588; 0,628; 0,669; 0,709 e 0,750% de metionina+cistina digestível. Os parâmetros avaliados foram o consumo de ração, consumo de metionina+cistina digestível, conversão alimentar/dúzia de ovos, conversão alimentar/massa de ovos, peso de ovos, massa de ovos, porcentagem dos componentes dos ovos (gema, casca, albúmen, peso de casca e peso da casca por unidade de superfície de área - PCSA), qualidade interna dos ovos (unidade Haugh, índice de gema e índice de albúmen) e gravidade específica. No experimento 1, os níveis de metionina+cistina digestível não influenciaram o consumo de ração, produção, massa de ovos, gravidade específica e a qualidade interna dos ovos, com exceção da porcentagem de gema e albúmen, em que houve aumento linear na porcentagem de gema e redução linear na porcentagem de albúmen. O menor nível de metionina+cistina (0,572)% proporcionou melhor conversão alimentar (kg/dz) correspondendo a 682mg de metionina+cistina/ave/dia. No experimento 2, não houve efeito dos níveis de metionina+cistina sobre os parâmetros produtivos, de desempenho e de qualidade dos ovos. O nível de 0,588% de metionina+cistina digestível, correspondendo a 634,73 mg, supriu as necessidades diárias das aves no período de 75 a 91 semanas de idade.

Palavras-chave: aminoácido digestível, aves de postura, desempenho, qualidade de ovo.

ABSTRACT

POLESE, Clauber. Paraná West State University, 2011, April. **Nutritional levels of digestible methionine + cystine to brown-egg laying hens**. Adviser: Ricardo Vianna Nunes.

With the objective of determining the requirement of digestible methionine+cystine for laying hens from 50 to 66 weeks of age and 75 to 90, two experiments were accomplished at the Center for Experimental Stations of Paraná Federal Technological University, Campus Dois Vizinhos. One hundred and fifty Shaver Brown hens were used in a completely randomized design, distributed in five treatments, six replicates and five birds per experimental unit. The hens were fed a basal diet containing 2,850 kcalME/kg, 16% CP supplemented with 0.132, 0.174, 0.215, 0.256 and 0.298% of DL-methionine (99%), in order to provide tested levels of 0.572, 0.613, 0.653, 0.693 and 0.734% of digestible methionine+cystine. From 75 to 91 weeks of age levels of 0.588, 0.628, 0.669, 0.709 and 0.750% of digestible methionine+cystine were tested. The following parameters were evaluated: feed intake, digestible methionine+cystine intake, feed conversion/dozen eggs, feed conversion/egg mass, egg weight, egg mass, percentage of egg components (yolk, shell, albumen, shell weight and shell weight per unit of area surface), internal egg quality (Haugh unit, yolk index and albumen index) and specific gravity. In experiment 1, the levels of digestible methionine+cystine did not affect feed intake, production, egg mass, specific gravity and internal egg quality, except the percentage of yolk and albumen, which showed linear increase in yolk percentage and linear decrease in the percentage of albumen. The lowest level of methionine+cystine (0.572%) gave better feed conversion (kg/dz) corresponding to 682mg of methionine+cystine/hen/day. In experiment 2, there was no effect of methionine+cystine levels on productive parameters, performance and egg quality. The level of 0.588% digestible methionine+cystine, corresponding to 634.73 mg, supplied the daily needs of birds from 75 to 91 weeks of age.

Keywords: digestible amino acid, laying hens, performance, egg quality.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Composição das dietas experimentais no período de 50 a 66 semanas de idade.	40
Tabela 2 Desempenho de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 50 a 66 semanas de idade.	43
Tabela 3 Taxa de postura, peso e massa de ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 50 a 66 semanas de idade.	46
Tabela 4 Unidade Haugh, índice de gema e de albúmen dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina no período de 50 a 66 semanas de idade.	49
Tabela 5 Densidade, espessura de casca, porcentagem de gema e de albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas no período de 50 a 66 semanas de idade.	50
Tabela 6 Ganho de peso de poedeiras alimentadas com rações com diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 50 a 66 semanas de idade.	54
Tabela 7 Composição das dietas experimentais no período de 75 a 91 semanas de idade.	67
Tabela 8 Desempenho de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de idade.	70
Tabela 9 Taxa de postura, peso e massa de ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de idade.	72
Tabela 10 Unidade Haugh, índice de gema e de albúmen dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina no período de 75 a 91 semanas de idade.	74
Tabela 11 Densidade, espessura de casca, porcentagem de gema e de albúmen dos ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de idade.	75
Tabela 12 Ganho de peso médio de poedeiras alimentadas com rações com diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de.	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Peso de ovo (g) de poedeiras semipesadas em função dos níveis de metionina+cistina digestível.....	46
Figura 2 Porcentagem de gema dos ovos de poedeiras semipesadas em função dos níveis de metionina+cistina digestível no final do primeiro ciclo de produção.....	51
Figura 3 Porcentagem de albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas em função dos níveis de metionina+cistina digestível no final do primeiro ciclo de produção.....	51

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
1 INTRODUÇÃO9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Caracterização e funções biológicas da metionina e cistina.....	11
2.2 Redução de proteína bruta e o conceito de proteína ideal para poedeiras e suplementação com aminoácidos industriais	13
2.3 Exigência nutricional de metionina+cistina para poedeiras semipesadas	18
2.4 Fatores que afetam as exigências nutricionais de poedeiras	23
2.4.1 Genética e idade.....	23
2.4.2 Modelo estatístico empregado	25
REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 02: NÍVEIS NUTRICIONAIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 50 A 66 SEMANAS DE IDADE.....	34
RESUMO	35
ABSTRACT	36
1 INTRODUÇÃO	37
2 MATERIAL E MÉTODOS	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS	57
CAPÍTULO 03: NÍVEIS NUTRICIONAIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADS DE 75 A 91 SEMANAS DE IDADE.....	61
RESUMO	62
ABSTRACT	63
1 INTRODUÇÃO	64
2 MATERIAL E MÉTODOS	66
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
4 CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS	79

1 - INTRODUÇÃO

O ovo é reconhecidamente um importante contribuinte para nutrição humana. Na sua composição estão contidos os principais nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento fisiológico (SANTOS FILHO et al., 2010).

Segundo levantamento realizado pelo IBGE, a produção de ovos de galinha foi crescente em todos os meses de 2010 e alcançou 622,499 milhões de dúzias no 3º trimestre de 2010, um aumento de 1,8% em relação ao trimestre anterior e de 4% comparando-se com o mesmo trimestre de 2009. No acumulado de 2010 (janeiro a setembro) a produção atingiu o patamar de 1,839 bilhões de dúzias, 4,5% superior ao mesmo período de 2009 (IBGE, 2010). De acordo com estimativas da FAO – órgão da Organização das Nações Unidas (ONU) o Brasil é o sétimo produtor mundial de ovos.

Desde 2004 o Brasil tem apresentado crescimento expressivo na produção de ovos, principalmente àquela voltada para exportação. Em 2008 as exportações ultrapassaram 36 mil toneladas contra 10,6 mil toneladas de 2007 com faturamento de 58 milhões de dólares. Um aumento de 238% em relação à produção do ano anterior e de 232% em relação ao faturamento (QUEVEDO, 2009).

Já em 2009, as exportações somaram 45,3 mil toneladas com faturamento de 78,5 milhões de dólares e para 2010 esperava-se crescimento na ordem de 3%. Entre os principais países compradores de ovos *in natura* estão os Emirados Árabes, Venezuela, Angola, Omã e Senegal. O Japão absorve a maior parte de ovos industrializados, principalmente ovo em pó (SANTOS FILHO et al., 2010).

Em 2009 o Paraná produziu 334,819 mil dúzias, com participação de 10,5% do mercado nacional (SEAB, 2010). A região sudeste concentrou mais da metade da produção de ovos, sendo São Paulo, Minas Gerais e Paraná os maiores produtores (IBGE, 2010).

Este crescimento levou a indústria a manter o foco na garantia de alimentos seguros, o que remete à direta conexão entre qualidade e boas práticas de fabricação/produção em toda cadeia produtiva principalmente na área de nutrição animal (MAZZUCO, 2010).

A alimentação representa cerca de 60 a 70% dos custos de produção de poedeiras (Togashi et al., 2002) e a proteína (aminoácidos) é o nutriente que mais onera o custo final da ração, comprometendo a rentabilidade das criações. No entanto, a formulação de dietas para poedeiras semipesadas está, geralmente condicionada aos níveis nutricionais preconizados nas tabelas de linhagens, que podem não ser tão eficientes na otimização do desempenho das aves

quanto àqueles estimados com base na relação dos aminoácidos essenciais (SILVA et al., 2005).

No Brasil, as rações para poedeiras, geralmente, são formuladas à base de milho e farelo de soja, que, normalmente, suprem as necessidades das aves em energia e proteína, mas não completamente em aminoácidos essenciais. A determinação do nível adequado de metionina+cistina para poedeiras é importante, pois, pode interferir de forma direta nos custos da dieta e no desempenho das aves.

A eficiência de utilização dos nutrientes da ração pelas aves depende de muitos fatores. Por exemplo, o excesso ou a deficiência dos aminoácidos essenciais afeta diretamente sua eficiência de utilização (Baker et al., 2002), assim como o perfil aminoacídico (Schutte e De Jong, 1994; Baião et al., 1999) e a disponibilidade biológica dos aminoácidos na matéria prima (Barbosa et al., 1999). No entanto, ao formular rações com aminoácidos industriais deve-se prestar atenção quanto à maior velocidade de absorção destes pelas aves, o que pode levar um descompasso entre a quantidade disponível para a síntese e a velocidade da mesma (PENZ Jr., 1990). Entre as fontes de metionina suplementar podem ser citados a DL-metionina, hidróxi análogo de metionina (MHA), e as farinhas de origem animal.

A utilização de aminoácidos industriais tem permitido a adequação das rações às exigências nutricionais das aves. A metionina é considerada o primeiro aminoácido limitante em rações a base de milho e farelo de soja, e a forma industrializada têm sido utilizada nas formulações visando melhorar o conteúdo protéico das rações diminuindo o catabolismo e a excreção de nitrogênio sem elevar os custos de produção (JORDÃO FILHO et al., 2006). Neste sentido, a tendência atual é a incorporação de aminoácidos industriais, facilmente encontrados no mercado, em substituição às fontes protéicas tradicionais (VARELA, 2009). Pinto et al. (2003) complementam que esta prática permite formular rações de custo mínimo, com teores de proteína bruta inferiores aos preconizados pelas tabelas de exigências nutricionais, além de atender às necessidades em aminoácidos essenciais.

Nos últimos anos, foram introduzidas no mercado linhagens comerciais de poedeiras com melhor capacidade para conversão dos nutrientes da ração. Por isso é importante o conhecimento das exigências nutricionais dessas aves para obtenção de máximo desempenho a custo mínimo (JORDÃO FILHO et al., 2006).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi o de determinar os níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas da linhagem Shaver Brown, nos períodos de 50 a 66 semanas e de 75 a 91 semanas de idade.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Caracterização e funções biológicas da metionina e cistina

Os aminoácidos participam de uma grande variedade de reações metabólicas no organismo animal, pensava-se que qualquer excesso ou deficiência dos mesmos, não provocaria efeitos negativos. No entanto, tem-se observado que a ingestão desproporcional de aminoácidos (essenciais ou não essenciais) em quantidades ou padrões diferentes daqueles requeridos para máxima utilização pelos tecidos resulta em efeitos adversos ao animal (SCHMIDT et al., 2010).

Mendonça (1996) cita que para o máximo desempenho produtivo de galinhas poedeiras é necessário aporte protéico baseado nas exigências em aminoácidos essenciais, particularmente lisina e metionina+cistina. A metionina tem importante papel no metabolismo de fosfolipídeos e sua deficiência causa prejuízos renais e hepáticos. Entretanto, a administração de doses excessivas deste aminoácido representa risco de fígado gorduroso (Parr e Summers, 1991). Neste sentido, reações de metilação são importantes no metabolismo da gordura, evitando-se fígado gorduroso.

A metionina é o principal doador do grupo metil (S-adenosilmetionina) para as diversas reações metabólicas na produção de energia onde é convertida a Succinil-CoA no ciclo do ácido cítrico. O seu grupo metil é doado para vários receptores possíveis, e três, dos quatro átomos remanescentes do seu esqueleto carbônico, são convertidos a propionato, na forma de propionil-CoA, precursor do Succinil-CoA (Lenninger, 2002). A metionina participa diretamente da síntese protéica, (Leeson e Summers, 2001), serve também como fonte alternativa de cistina em processo não-reversível, desempenhando função especial na estrutura de proteínas (imunoglobulinas, hormônios insulina, bases purinas e pirimidinas) e integrando cadeias polipeptídicas por meio de pontes dissulfeto (LENNINGER, 1996; CUPERTINO, 2006).

A síntese de S-adenosilmetionina (SAM) se dá pela condensação da metionina com ATP, formando um composto de alta energia, conseguido pela hidrólise de todas as três ligações do ATP. O grupo metil, ligado ao enxofre terciário na SAM, quando ativado pode ser transferido para várias moléculasceptoras, entre elas a etanolamina, na síntese da colina. A metionina é também fonte de homocisteína. A doação do grupo metil à S-adenosilhomocisteína é hidrolisada produzindo homocisteína e adenosina. A homocisteína, por sua vez, segue dois destinos. Em caso de deficiência de metionina, pode ser novamente metilada

(remetilação), resultando em metionina, sendo a vitamina B12 o cofator essencial para as reações de remetilação. Cabe ressaltar que esta reação de remetilação não oportuniza um rendimento líquido de metionina, pois a homocisteína por si é sintetizada a partir da metionina (Rostagno e Pack, 1996). Caso os níveis de metionina estejam adequados, a homocisteína pode entrar na via de transulfuração, sendo convertida em cisteína onde a vitamina B6 é o cofator desta reação. (CHAMPE et al., 2006).

A metionina é classificada como glicogênica, pelo fato de ser metabolizada em ácido pirúvico através da Succinil-CoA. Uma vez que a forma D seja convertida em forma L por receber um grupo amino após a desaminação oxidativa *in vivo*, é geralmente aceito que as formas D e L são equivalentes no seu valor nutricional. A metionina é convertida em S-adenosilmetionina por uma reação dependente de ATP. Após a desmetilação, a homocisteína é formada e subsequentemente metabolizada através de duas vias: uma é a via de recuperação envolvendo sua resíntese em metionina pela homocisteína metiltransferase na presença de vitamina B12. A outra via segue a partir da cistationina em cisteína após receber o esqueleto de carbono da serina. A homoserina resultante é decomposta em Succinil-CoA e então metabolizada em ácido pirúvico (BAKER, 1994; SWENSON e REECE, 1996; NELSON e COX, 2006).

Para metabolizar a metionina, a cistationina sintetase é dependente da serina para formar cistationina. Portanto, o alto consumo de metionina pode aumentar a necessidade de serina. O aumento da demanda de serina pode, em parte, ser suprido pela glicina, que é precursor da serina. No entanto, a glicina pode estar mais diretamente envolvida no metabolismo da metionina via reação glicinametiltransferase, em que a S-adenosilmetionina reage com a glicina e produz S-adenosilhomocisteína ou sarcosina. A sarcosina é rapidamente convertida a serina (HARPER et al., 1970).

A metionina participa indiretamente da síntese de creatina, esta por sua vez, é sintetizada a partir da glicina e do grupo guanidino da arginina, mais um grupo metil da S-adenosilmetionina. Participa também na síntese de adrenalina, melatonina e da carnitina, sendo a primeira formada a partir da noradrenalina, por meio de uma reação de N-metilação, utilizando S-adenosilmetionina como doador de grupos metil (CHAMPE et al., 2006).

A metionina é um importante fator no controle do tamanho do ovo, pois a poedeira consome energia para sustentar o número de ovos, mas o peso dos ovos depende dos níveis de aminoácidos da dieta, principalmente dos sulfurados (HARMS, 1999).

Segundo Shafer et al. (1998) Prochaska et al. (1996), os sólidos do albúmen são quase inteiramente protéicos, sendo grande a demanda de proteína e aminoácidos, neste sentido,

uma carência de proteína resultaria em decréscimo da qualidade de albúmen e conseqüentemente no tamanho do ovo, e de forma similar pode afetar a quantidade de gema. Estudos evidenciam o aumento dos sólidos totais dos componentes dos ovos quando utilizados níveis mais altos dos aminoácidos, lisina e metionina.

A cistina é um aminoácido glicogênico e não-essencial produzido a partir da metionina. Esta interage com a cisteína em uma reação de transformação do tipo oxi-redução. A ingestão de cistina ou cisteína pode reduzir as necessidades nutricionais de metionina. A cistina é necessária para a formação da pele, penas e pêlos. É sabido também, que estimula o sistema hematopoiético e promove a formação de glóbulos brancos e vermelhos. Quando metabolizada fornece ácido sulfúrico, que reage com outras substâncias para ajudar a desintoxicar o sistema orgânico, contribuindo ainda com o processo de cicatrização, diminuindo a dor causada pela inflamação e fortalece a formação de tecido conjuntivo. O enxofre necessário para a biossíntese da cisteína provém do aminoácido essencial metionina (BRUMANO, 2008; MARCHIZELI, 2009).

A condensação do ATP e metionina catalisada pela metionina adenosiltransferase produz S-adenosilmetionina (SAM), importante para as várias reações de transferência de grupamento metil. Os resultados destas transferência é a conversão do SAM a S-adenosilcisteína, que é então clivada pela adenosilhomocisteinase a homocisteína e adenosina. Na síntese da cisteína a homocisteína condensa com serina produzindo cisteína e α -cetobutirato (SWENSON e REECE, 1996; NELSON e COX, 2006).

2.2 – Redução de proteína bruta e o conceito de proteína ideal para poedeiras e suplementação com aminoácidos industriais

Powers e Angel (2008) em trabalho de revisão evidenciam que a principal estratégia em relação à nutrição é de reduzir nutrientes em excesso das necessidades alimentares. O princípio que envolve esta premissa é que os nutrientes consumidos além do que é utilizado para produção são excretados aumentando a contaminação ambiental.

A partir da fabricação a nível industrial de aminoácidos, tornou-se prático a complementação dos mesmos em dietas deficientes e ao mesmo tempo permitiu a redução da quantidade de proteína nas rações para aves, tornando-as mais eficientes, contribuindo também para redução da excreção de nitrogênio no meio ambiente (BERTECHINI, 2006).

Com o fornecimento de aminoácidos industriais é possível melhorar a qualidade e reduzir o conteúdo protéico das rações, além de diminuir o catabolismo e a excreção de

nitrogênio das aves e controlar a poluição ambiental, sem elevar os custos de produção (SILVA et al., 2000). Os aminoácidos essenciais são exigidos pelo organismo das poedeiras para atender as necessidades básicas de manutenção, formação de tecidos corporais e deposição de proteínas do ovo. Na produção comercial de ovos, deve-se priorizar a otimização da conversão da proteína dietética em proteína do ovo (JORDÃO FILHO et al., 2006).

Nas aves poedeiras, as proteínas além de essenciais para a síntese de proteína corporal, também contribuem de maneira significativa na composição do ovo. Leeson e Summers (2001) mencionam que o ovo contém 12% de proteína bruta, sendo que 42% da gema, 55% do albúmen e 3% da casca são proteínas, cada uma com perfil aminoacídico diferentes.

A proteína é um dos nutrientes de maior importância na formulação das rações e influencia diretamente o desempenho das aves. O nível protéico da ração é definido como a quantidade ideal de proteína para atender às necessidades das aves em aminoácidos, considerando-se os preços dos ingredientes para formulação e o valor dos produtos obtidos (SUIDA, 2001).

Para Muramatsu et al. (1987), poedeiras alimentadas com níveis ótimos de proteína apresentaram maiores taxas de síntese protéica da gema no fígado e do albúmen no oviduto, principais órgãos de síntese das proteínas do ovo, em comparação a poedeiras alimentadas com nível subótimo. No entanto, a resposta das aves à redução de proteína na ração pode estar relacionada à medida que este nutriente é reduzido na ração. Andrade et al. (2003) observaram que aves alimentadas com rações contendo baixo teor de proteína, suplementadas com metionina, lisina e triptofano produziram ovos com menor peso quando comparado às alimentadas com níveis normais de proteína.

Neste sentido, o NRC (1994), faz menção de que a dieta deve garantir quantidade suficiente de aminoácidos essenciais e de proteína bruta para assegurar satisfatório *pool* de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais. Segundo Plavinik (2003), uma dieta de baixa proteína bruta com aminoácidos essenciais balanceados é melhor que uma dieta de elevado teor protéico, principalmente em períodos quentes.

O conceito de proteína ideal, mencionado por Lesson e Summers (2001), descrito primeiramente por Mitchell (1964) e conforme definição proposta por Parsons e Baker (1994), consiste em uma mistura de aminoácidos ou proteína com total disponibilidade de digestão, capaz de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades de todos os aminoácidos exigidos para manutenção e produção.

Para Sá (2005) o conceito de proteína ideal, deve quantificar as necessidades específicas de todos os aminoácidos em relação à exigência de lisina, utilizada como

aminoácido referência por ser de fácil determinação e utilizada somente na síntese protéica, não sendo empregada para outros propósitos metabólicos.

Por meio da aplicação deste conceito é possível amenizar a influência dos fatores que afetam as exigências em aminoácidos das aves, como por exemplo, a idade, a genética e o sexo (Parsons e Baker, 1994). Caldara et al. (2001) afirmam que a principal vantagem da aplicação do conceito de proteína ideal é que a relação entre aminoácidos permanece idêntica, independente do potencial genético dos animais, mesmo que as exigências sejam diferentes, conforme sexo e idade.

Bertechini et al. (1995) ao trabalharem com poedeiras comerciais semipesadas, na fase de pico de postura, verificaram que o aumento de aminoácidos sulfurosos totais na ração (0,545; 0,595; 0,645; 0,695; e 0,745% de aminoácidos sulfurosos totais AAST) provocaram redução linear nos valores de unidade Haugh.

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

Ao contrário Carey et al. (1991) obtiveram aumento no peso dos componentes dos ovos quando do aumento da ingestão de metionina diária (326 para 512 mg/ave). Aumentos significativos no peso e na massa dos componentes dos ovos, bem como o teor de sólidos da gema e do albúmen foram obtidos pelas aves que receberam os maiores níveis de metionina, concordando com os resultados encontrados por Shafer et al. (1996) ao avaliarem diferentes níveis de metionina. Contudo em um segundo experimento Shafer et al. (1996) não obtiveram diferenças no peso e produção dos ovos entre os níveis de metionina estudados (328, 354, 392 e 423 mg/ave/dia), no entanto, houve aumento significativo no teor de proteína bruta do albúmen e gema, à medida que se aumentou a ingestão diária de metionina.

Andrade et al. (2003) em experimento utilizando diferentes níveis de proteína com a suplementação de aminoácidos, concluíram que os parâmetros de qualidade de ovos não foram afetados pela redução protéica, mantendo-se o desempenho e produtividade de poedeiras com redução de custos das dietas, diminuindo a proteína da dieta e suplementação com aminoácidos. Narváez-Solarte et al. (2005) mencionam que em aves de postura de segundo ciclo de produção, 14% de proteína bruta na ração são suficientes para um adequado desempenho, desde que mantida a quantidade de aminoácidos essenciais e o balanço aminoacídico.

Blair et al. (1999) avaliaram duas dietas (13,5 e 17%) de proteína bruta sobre o desempenho produtivo e concluíram que o mesmo pode ser mantido em dietas de baixa proteína desde que corretamente suplementadas com aminoácidos essenciais. Ao mesmo tempo constataram redução na excreção de nitrogênio na ordem de 30 a 35%.

Khajali et al. (2008) estudaram dois tratamentos em diferentes fases de produção assim distribuídas: Fase I (de 5 a 50% de produção com dieta controle contendo 17,8% PB e dieta de baixa proteína contendo 16,3% PB, iniciada com 20 semanas de idade); Fase II (de 50% de produção até 50 semanas de idade com dieta controle contendo 19,9% PB e dieta teste com 18,4% PB); Fase III (51 a 62 semanas de idade com dietas contendo 18,5 e 17% PB); Fase IV (de 63 a 72 semanas de idade com a dieta controle contendo 15,5% PB e dieta teste com 13,9% PB). Os autores verificaram menor produção de ovos para o grupo de animais que recebeu dieta com menor nível protéico para os últimos 4 meses do período experimental. O peso dos ovos não foi afetado pela alimentação com redução de proteína bruta, o que pode ser explicado pelo fato de que a redução foi de 1,5 unidades percentuais.

Resultados diferentes foram observados por Leeson e Caston (1996) que relataram menor peso de ovo com dietas contendo 14,4% de PB em comparação com 16,8% de PB, embora ambas as dietas tivessem níveis iguais de metionina e lisina. Os autores atribuem à redução do peso do ovo em função da redução do nível de proteína bruta em 2,4 pontos percentuais. De acordo com Khajali et al. (2008) a diferença entre as pesquisas pode ser devido à deficiência em equilíbrio de aminoácidos essenciais. Estes autores obtiveram menor massa de ovos no período de 70 a 72 semanas de idade em relação à dieta controle, onde também foi observado menor consumo de alimento.

Wu et al. (2007a) mencionam que aves alimentadas com ração contendo 16% PB consumiram menos alimento em comparação às alimentadas com 15,5 ou 14,9% de PB, entretanto, a massa de ovo foi semelhante entre os grupos estudados. A diferença entre os resultados das pesquisas pode ser explicada pelos efeitos de longo prazo das rações com teor reduzido de proteína, pois a duração do estudo de Wu et al. (2007a) foi de 12 semanas enquanto o de Khajali et al. (2008) foi de 52 semanas, o que nos leva a crer que as reservas de proteína corporal foram gradualmente reduzidas nas aves que receberam dietas com reduzido teor de proteína.

Em outro trabalho, Wu et al. (2007b) avaliaram o efeito de uma dieta acidificante (gesso), com ligeira redução de proteína bruta em relação a dieta controle, sobre a retenção de nutrientes e excreção de nitrogênio. Os autores concluíram que a dieta ácida levou ao

decréscimo na excreção de nitrogênio, no entanto a adição de gesso como acidificante contribuiu consideravelmente na excreção de enxofre.

Avaliando diferentes relações metionina+cistina:lisina (0,75, 0,80, 0,85 e 0,90) em rações com 15,4% de proteína bruta, Liu et al. (2005) não observaram diferença estatística sobre o consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos, peso dos ovos e conversão alimentar. Entretanto, quando se reduziu os níveis de proteína bruta para 14,3 e 13,6% e a relação metionina+cistina:lisina foi mantida em 0,75 houve aumento da conversão alimentar (2,03; 2,15g/g), redução do consumo de ração (99,9; 97,4g), produção de ovos (82,5; 78%), massa de ovos (49,37; 45,58g) e peso de ovo (59,76; 58,57g). Concluíram que dietas de baixa proteína podem ser melhoradas através da adição de lisina quando a relação metionina+cistina:lisina é mantida em 0,75.

Keshavarz (2003) em uma série de experimentos com aves leves de 54 a 72 semanas de idade avaliou a manipulação da dieta sobre a qualidade de casca no final do primeiro ciclo de produção. Os experimentos envolveram a manipulação de proteína, metionina, vitamina B12, colina e ácido fólico, observando que quando se reduziu os níveis de proteína de 16 para 13% de proteína bruta, mantendo-se adequados os níveis de metionina, colina, ácido fólico e vitamina B12, não houve efeito sobre as características de produção. No entanto, quando omitida a suplementação de metionina houve redução na produção de ovos, peso de ovo, massa de ovo, ganho de peso e ovos tipo extragrande, aumentando a conversão alimentar em consequência do maior consumo de alimento. O autor conclui que é possível reduzir o peso de ovos através da manipulação da dieta, e com isso aumentar a qualidade de casca sem perdas de produção.

Avaliando rações com baixo teor de proteína (9,60 e 12,28% PB) para aves leves, em relação à dieta controle (16% PB) Bregendahl et al. (2008), constataram que aves alimentadas com redução de proteína tiveram menor produção, peso e massa de ovos em relação àquelas alimentadas com a dieta controle. Observaram requerimento de metionina digestível e aminoácidos sulfurosos totais para máxima produção de massa de ovos de 253 e 506 mg/ave/dia, respectivamente. Concluíram, que os requerimentos de aminoácidos digestíveis como sendo: isoleucina 79%, metionina 47%, metionina+cistina 94%, treonina 77%, triptofano 22% e valina 93% em relação à lisina, correspondendo a exigência de 426, 253, 506, 414, 120 e 501 mg/ave/dia respectivamente. A exigência de lisina foi estimado em 538 mg/ave/dia.

2.3 – Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas

Os nutricionistas determinaram proporções ideais de aminoácidos essenciais em relação à lisina com base no conceito de proteína ideal. Desta forma, uma vez que o requerimento de lisina esteja estabelecido, as exigências de outros aminoácidos podem ser facilmente calculadas (CHUNG e BAKER, 1992). Assim, mesmo que a exigência de lisina seja alterada por fatores dietéticos, ambientais e genéticos, a relação ideal dos aminoácidos essenciais em relação à lisina permanecerá inalterada (Baker e Han, 1994) permitindo a atualização rápida e fácil das necessidades das aves.

Com relação, à prática de formular rações utilizando o conceito de aminoácidos totais, Filardi et al. (2006) citam que as possibilidades de erros são grandes, pois, os aminoácidos industriais e aqueles presentes no alimento possuem os mesmos valores relativos, menosprezando-se o valor da fonte industrial, que geralmente possui digestibilidade de aproximadamente 100%, enquanto, nas fontes naturais, a digestibilidade pode ser inferior e variar entre os ingredientes, conforme o processamento a que são submetidos.

Araújo et al. (2002) citam que as aves não apresentam uma exigência alta de proteína bruta, necessitando apenas de uma quantidade que assegure uma suficiente reserva de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais. Assim, níveis excessivos de proteína na ração não significam apenas alto custo da formulação, mas também problemas no desempenho produtivo. Porém, com a produção em nível comercial de aminoácidos industriais, os nutricionistas passaram a formular rações com menor custo e níveis mais adequados de aminoácidos.

Sobre a importância dos aminoácidos na dieta das aves, Jansman e Klis (2002) relatam que estes interferem diretamente na resposta produtiva das poedeiras, e que o uso dos aminoácidos em proporções adequadas permite às aves uma melhor utilização do nitrogênio dietético. Aproximadamente 50% da matéria seca do ovo é constituída por proteína, assim, o suprimento de aminoácidos para essa síntese pode ser um fator crítico na produção de ovos pelas aves (LEESON e SUMMERS, 2001).

Neste sentido, o desequilíbrio dos aminoácidos pode reduzir a eficiência de utilização da proteína dietética e reduzir o consumo de alimento pelas aves (Pack, 1995; Rodrigues, 2000). Além disso, a digestão e o metabolismo de aminoácidos em excesso, geram incremento calórico desnecessário, provocando maior demanda energética para a excreção de nitrogênio, podendo resultar em fezes mais aquosas com conseqüentes problemas de manejo.

Tanto o excesso como a deficiências em aminoácidos é prejudicial. Klasing (1998) afirma que em aves adultas, a deficiência de aminoácidos resulta no catabolismo de proteína corporal, principalmente daquelas presentes no músculo esquelético. Em poedeiras em fase de produção se torna mais agravante, em função da grande demanda de proteína (13 – 14%) para síntese do ovo (USDA National Organic Program, 2001).

As exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras em produção têm sido determinadas ao longo dos anos, embora com pouca analogia entre as recomendações (CUPERTINO et al., 2009). As diferenças nas determinações de metionina para poedeiras são compreensíveis, em razão das mudanças significativas na genética, nutrição e no manejo das aves, além dos efeitos da idade, dieta e condições ambientais. Reforçando este conceito Jordão Filho et al. (2006), comentam que os fatores que podem influenciar as exigências de metionina+cistina são os teores de proteína e energia da ração, a linhagem, o ambiente térmico, bem como a presença de fatores antinutricionais e o processamento da matéria prima.

O conhecimento do teor de aminoácidos digestíveis dos alimentos e do requerimento em aminoácidos pelas aves auxilia os nutricionistas na elaboração de rações com base no perfil de aminoácidos, facilitando a utilização de aminoácidos industriais e de alimentos não convencionais, além de promover uma redução no teor de proteína total das rações e de seus aminoácidos totais.

Sakomura e Rostagno (2007) citam que o uso de aminoácidos digestíveis possibilita a substituição do milho e da soja por ingredientes alternativos, garantindo um aporte equivalente de aminoácidos digestíveis pela correção das deficiências com a suplementação de aminoácidos industriais. Porém, não só as exigências de cada aminoácido devem ser atendidas. O equilíbrio entre eles, principalmente lisina, aminoácidos sulfurados (metionina e cistina), triptofano e treonina, reduzem a excreção de nitrogênio, economizando energia para os processos de crescimento e manutenção (PENZ e VIEIRA, 1998).

Estudos têm sido realizados para avaliar as exigências diárias de metionina para aves semipesadas, entretanto, existem divergências entre os dados encontrados na literatura. Schmidt et al. (2009) recomendam a exigência de metionina+cistina digestível de no mínimo 0,698% correspondendo a um consumo de 786 mg de metionina+cistina/ave/dia para poedeiras semipesadas no período de 79 a 95 semanas de idade. Os autores determinaram a exigência de 0,633% de metionina+cistina digestível para consumo de ração, enquanto para a conversão para massa de ovo a exigência foi de 0,641%. A conversão alimentar por dúzia de ovos melhorou de forma linear em resposta aos níveis de metionina+cistina digestível (0,490; 0,542; 0,594; 0,646 e 0,698%). Pavan et al. (2005) não observaram diferença significativa no

consumo de ração e na conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos em função de níveis de suplementação.

Barbosa et al. (1999) sugeriram para um melhor desempenho das aves o valor de 0,655%, correspondendo a um consumo diário de 760mg de metionina+cistina total/ave/dia, para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção no período de 82 a 97 semanas.

Para o período de 51 a 63 semanas de idade Togashi et al. (2002) estimaram exigência de 0,569 e 0,566% de metionina+cistina total para consumo de ração e conversão alimentar por massa de ovos, respectivamente.

Schmidt et al. (2009), observaram ainda efeito linear à medida que se aumentou os níveis de suplementação de metionina+cistina digestível (0,490; 0,542; 0,594; 0,646; 0,698%), sobre a taxa de postura e de forma quadrática para o peso e massa de ovos, observando a maior taxa de postura (78,50%), maior peso (69,74g) e massa de ovo (53,67 g/ave/dia) com 0,698% e 0,646% de metionina+cistina, respectivamente. O índice de albúmen não sofreu efeito dos níveis de metionina+cistina e para unidade Haugh e índice de gema as exigências estimadas foram de 0,604 e 0,567% respectivamente.

Os resultados encontrados por Togashi et al. (2002), demonstram maior peso de ovos para aves semipesadas com o nível de 0,582% de metionina+cistina total. Para massa de ovos foi determinada a exigência de 0,569%, já para unidade Haugh os autores estimaram exigência de 0,558% de metionina+cistina total.

Os valores diferem dos encontrados por Sá et al. (2007) que determinaram a exigência para a máxima obtenção de massa de ovos em 0,692%, correspondendo a um consumo de 793mg de metionina+cistina digestível/ave/dia. Cao et al. (1992), no entanto, determinaram exigência de 424mg/ave/dia e 785mg/ave/dia de metionina+cistina, para maior peso e massa de ovo, respectivamente. Relataram ainda que a deficiência ou o excesso de metionina na ração de poedeiras aumenta a degradação da mesma no fígado. Porém, poedeiras de alta produção apresentam tolerância para excessos individuais de aminoácidos em dietas a base de milho e farelo de soja. Carey e Shafer (1992), constataram que além do peso, os componentes do ovo como a proteína do albúmen melhoram com o uso de níveis mais elevados de metionina total (0,330g a 0,530g).

Pavan et al. (2005), estudaram o efeito dos níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados na dieta sobre as porcentagens de gema e albúmen em poedeiras semipesadas, e observaram que as maiores porcentagens de gema (25,03 e 25,02%) foram obtidas com os níveis de 14 e 0,57% e 14 e 0,64% de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais na dieta, respectivamente. Entretanto, as maiores porcentagens de albúmen (66,14%) foram

encontradas nas combinações de 17 e 0,57% e 17 e 0,64% de aminoácidos sulfurados totais na dieta, não diferindo estatisticamente para esta variável.

Shafer et al. (1996) observaram aumento no peso e na quantidade de sólidos totais do albúmen e da gema dos ovos quando a suplementação de metionina foi elevada de 326 para 512 mg/ave/dia. Os mesmos autores verificaram elevado nível de proteína dos componentes do ovo com a suplementação de 507mg em comparação a 413mg de metionina/ave/dia.

Rostagno et al. (2000) recomendam para poedeiras semipesadas 0,630% de metionina+cistina digestível, com relação metionina+cistina:lisina de 0,88. Por sua vez, Rostagno et al. (2005), sugerem uma relação metionina+cistina:lisina de 0,90 e uma exigência de metionina+cistina digestível de 0,683% para massa de ovos de 50 g/ave/dia. Já o NRC (1994) recomenda 300mg de metionina e 580mg de metionina+cistina/ave/dia para poedeiras leves consumindo diariamente 100g de ração com 15% de proteína bruta, enquanto para poedeiras semipesadas com consumo diário de 110g de ração com 16,5% de proteína bruta, a recomendação é de 330 e 645mg de metionina e metionina+cistina, respectivamente.

Silva et al. (2002), utilizando dieta basal suplementada com metionina e lisina mantendo a relação metionina+cistina:lisina em 0,86 em todas as rações, verificaram que as exigências de metionina+cistina para peso de ovos, massa de ovos e conversão por massa de ovos foram de 0,680; 0,649 e 0,691% respectivamente, para poedeiras semipesadas.

No entanto, Silva et al. (2005) com o objetivo de avaliar diferentes relações metionina+cistina:lisina digestível para poedeiras semipesadas de 42 a 52 semanas de idade recomendaram relação de 0,77 em condições de maior preço dos ovos e relação de 0,81 em condições de menor preço dos ovos no mercado.

Jordão Folho et al. (2006) avaliaram diferentes relações metionina+cistina:lisina digestível para poedeiras semipesadas e recomendaram para melhor desempenho das aves 0,64% de metionina+cistina digestível com um consumo de 697 mg/ave/dia e uma relação de 0,76 para com a lisina. Os mesmos autores observaram redução linear do consumo de ração com o aumento dos níveis de metionina+cistina, comprovando que o excesso de aminoácidos sulfurados reduz o consumo das aves.

Cupertino et al. (2009) avaliaram as exigências nutricionais de metionina+cistina digestível em poedeiras leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade, utilizando cinco níveis de inclusão (0,492; 0,544; 0,596; 0,648; 0,700%), em rações contendo 15,06% de proteína bruta e 2.800 kcal/kg de energia metabolizável e não foi observado efeito significativo das linhagens sobre o consumo médio diário de ração e peso de ovo. No entanto quando comparadas individualmente poedeiras leves produziram mais ovos (83,2%), e maior

massa de ovo (54,06g/ave/dia) em relação às semipesadas (77,6%) e (50,58 g/ave/dia), respectivamente.

Austic (1986) inferiu que elevada deficiência de metionina na dieta provoca diminuição desse aminoácido no plasma sanguíneo, e nesta situação, um sinal é enviado ao sistema nervoso central que ativa os mecanismos responsáveis pela redução no consumo de alimento. Efeito semelhante também foi observado por Naváez – Solarte (1996) para poedeiras leves e semipesadas mantidas com dietas deficientes em metionina+cistina.

Naváez – Solarte et al. (2005) verificaram que níveis superiores a 0,684% de metionina+cistina totais na dieta podem causar efeitos negativos na produção de ovos por que promovem desbalanço de aminoácidos e ocasionam redução da síntese protéica com o aumento no catabolismo do aminoácido limitante.

Pavan et al. (2005) avaliaram a influencia dos níveis de metionina+cistina totais sobre o desempenho de poedeiras semipesadas de 52 a 72 semanas de idade e observaram efeito significativo dos níveis destes aminoácidos sobre o peso dos ovos e sugerem a utilização de uma dieta contendo 14% de proteína bruta e 0,71% de aminoácidos sulfurados totais afim de otimizar a produção e o peso dos ovos e minimizar a eliminação de nitrogênio nas excretas de poedeiras semipesadas no final do primeiro ciclo de produção. Sohail et al. (2002) testaram três níveis de metionina+cistina totais (0,65; 0,72 e 0,81%) em poedeiras leves na fase de 21 e 42 semanas de idade e observaram aumento no peso dos ovos com o aumento dos níveis desses aminoácidos na ração.

As exigências de metionina+cistina digestível estimadas por Cupertino et al. (2009), foram de 0,633 e 0,645% para as leves, correspondendo a um consumo diário de 698 e 712 mg/ave, considerando as variáveis de peso e massa de ovo, com consumo de ração médio de 110,4 g/ave/dia. Para as poedeiras semipesadas, as exigências foram estimadas em 0,651 e 0,655%, correspondentes a consumo diário de 718 e 723 mg/ave, considerando as variáveis produção e massa de ovo, respectivamente, com consumo de ração médio de 110,4 g/ave/dia. Os autores avaliaram que a melhor relação metionina+cistina digestível:lisina digestível é de 0,98 para aves leves e de 1,00 para as semipesadas, quando considerado a máxima produção e massa de ovo. Relações estas, próximas às recomendadas por Sá et al. (2007), de 1,01 para aves leves e semipesadas, e por Novak et al. (2004) de 0,95 para poedeiras leves.

As exigências em metionina+cistina digestíveis estimados para poedeiras leves considerando a melhor conversão alimentar, foi de 0,621% o que corresponde consumo diário de 685mg/ave, com consumo de ração médio de 110,4g/ave/dia. Para poedeiras semipesadas, essas exigências foram de 0,677% e equivalem a um consumo diário de 747mg/ave dia.

Cupertino et al. (2009), concluíram que devido a importância econômica da massa de ovo e o fato de esta variável ser composta pelo peso e pela produção de ovos, poedeiras leves necessitam de 0,645% de metionina+cistina digestível, que corresponde ao consumo diário de 712 mg/ave e 12,5g de metionina+cistina digestíveis/g de massa de ovo produzida, respectivamente, e relação metionina+cistina:lisina de 98%. A exigência de poedeiras semipesadas, para a mesma resposta, é de 0,655% de metionina+cistina digestível, correspondendo ao consumo diário de 723 mg/ave e 13,2g de metionina+cistina digestíveis/g de massa de ovo produzida, respectivamente, e relação metionina+cistina:lisina de 100%.

2.4 – Fatores que afetam as exigências nutricionais de poedeiras

São muitos os fatores que interferem nas exigências nutricionais em aves poedeiras, podendo ser citada a linhagem, temperatura ambiente, produção de massa de ovo por dia, tipo de instalação, densidade de alojamento, espaço de comedouro, disponibilidade e composição da água, estado de saúde da ave e nível energético da dieta (Leeson e Summers, 2001). Rostagno et al. (2005) menciona também fatores como, sexo, consumo de ração, disponibilidade de nutrientes, umidade do ar entre outros. Jansman e Klis (2002) reforçam ainda que a idade e o genótipo, o conteúdo de outros aminoácidos na dieta, a análise estatística realizada e a forma de expressão dos resultados.

2.4.1 - Genética e idade

Grobas et al. (1999) obtiveram efeito da idade das aves quando avaliaram a influência da energia, da suplementação de gordura e da concentração de ácido linoléico no desempenho de poedeiras de 22 e 74 semanas de idade. Aves mais velhas apresentaram menor produção e massa de ovos, porém produziram ovos maiores com maior quantidade de gema e albúmen, consumiram mais ração e energia metabolizável, apresentaram maior peso corporal quando comparada com as aves jovens. Estas, porém, produziram ovos com menor relação gema:albúmen quando comparada com as aves mais velhas.

Em concordância Ahn et al. (1997), testaram o efeito da linhagem (Delta, H&N, Hy-Line W36 e Hy-Line W77) e idade das poedeiras (28; 55; 78 e 97 semanas) sobre a relação gema:albúmen e os sólidos contidos no ovo e observaram que as aves mais jovens produziram ovos com maior concentração de sólidos no albúmen e menor na gema quando comparados aos ovos das aves mais velhas, entretanto, o conteúdo de sólidos do ovo aumentou com o

avanço da idade das aves. As linhagens H&N, Delta, W-36, W-77 apresentaram aumento nos sólidos do albúmen, da gema e do ovo, respectivamente. Baseado nestes dados os autores concluíram que diferenças de 6 a 10% na relação gema: albúmen são observados em função do tamanho dos ovos e da idade das aves e ressaltaram que as diferenças observadas nos sólidos contidos nos ovos, podem ser advindas dos programas de melhoramento genético para produção e peso dos ovos nos últimos anos.

A idade afeta a exigência nutricional das aves, sendo que em poedeiras a exigência de energia aumenta, enquanto a dos aminoácidos diminui ao longo do crescimento (NRC, 1994; D'Mello, 1994). Contudo, Graber et al. (1971) propõe que os aminoácidos sulfurados não agem dessa forma, pois a cistina é o aminoácido de maior concentração na proteína das penas (queratina), portanto, há aumento de sua exigência, associado ao decréscimo de metionina com o avanço da idade das aves. Para Baker (1986), as aves mais pesadas exigem maior quantidade de cada nutriente essencial, em relação às aves leves. Na prática tem se observado que a exigência de aves semipesadas é atendida com o aumento no consumo de ração.

As variações nas exigências ocorrem devido às alterações fisiológicas que ocorrem durante a formação muscular e óssea empenamento e aparelho reprodutor (Scott et al., 1982). No início da maturidade sexual das aves a queda nas necessidades da lisina é maior que as observadas para metionina e cistina (NRC, 1994). Isto se deve pela aproximação da maturidade sexual, onde a taxa de deposição de proteína corpórea diminui, enquanto o crescimento de penas e as necessidades de manutenção aumentam, e como as penas são ricas em cisteína e a manutenção requer mais metionina que lisina, a relação entre ambas tende a aumentar com a idade em relação à lisina (BAKER e HAN, 1994).

Silversides e Scott (2002) avaliaram o efeito da idade e linhagens de poedeiras (ISA-White e ISA-Brown) entre 28 e 59 semanas de idade e perceberam que os ovos de galinhas ISA-Brown foram maiores, com menos gema, mais albúmen e maior porcentagem de casca que os ovos de ISA-White. Além disso observaram aumento no tamanho dos ovos com o avançar da idade das aves, porém, mais acentuadamente em ISA-White que ISA-Brown. Em ambas as linhagens a gema aumentou e o albúmen e a casca diminuíram com o avançar da idade. A altura de albúmen foram maiores para a linhagem ISA-White.

Suk e Park (2001) avaliaram efeito de raça e idade de poedeiras em duas populações genéticas distintas. Compararam uma ave comercial atual (ISA-Brown CEC) com uma raça pura de dupla aptidão nativa da Coreia (KNC) para avaliar a relação gema: albúmen e as demais características de ovos em sete diferentes idades (45, 50, 55, 60, 70, 75, e 80 semanas). Observaram que os ovos de KNC continham 6,07% a mais de gema, porém, 5,38%

menos albúmen. Também foram mais leves e com menores pesos de casca quando comparados aos ovos de CEC. Em ambas as linhagens observaram aumento no peso e na gema dos ovos com o avançar da idade das aves. Concluíram que a seleção genética realizada para maior número e peso de ovos contribui de forma efetiva na redução da relação gema: albúmen, e que ovos com uma elevada relação gema: albúmen contêm níveis elevados de colesterol e devem ser utilizados na fabricação de produtos a base de ovos.

2.4.2 – Modelo estatístico empregado

Pesquisas envolvendo ensaios de produção com animais para avaliar características de desempenho exigem cuidados fundamentais, como o planejamento crítico do experimento, definição dos objetivos (hipóteses a serem testadas e/ou efeitos a serem estimados), revisão de literatura que permita a obtenção de conhecimentos prévios relacionados ao assunto, escolha das variáveis avaliadas, aplicação correta de técnicas estatísticas e interpretação dos resultados (ROSTAGNO et al., 2007).

O modelo estatístico utilizado nas análises para determinação das exigências nutricionais das aves pode exercer influência sobre os valores recomendados. Morris (1983) menciona que o modelo quadrático pode proporcionar bom ajuste de dados, no entanto, causa falsa segurança, uma vez que a curvatura é muito sensível a variações nos intervalos dos tratamentos, e que o modelo é fisiologicamente incorreto, pois pressupõe respostas simétricas tanto para deficiência com para excesso de um determinado nutriente, já o modelo Linear Response Plateau (LRP) pode proporcionar bom ajuste estatístico, mas frequentemente subestima a dose ótima.

Segundo Euclides e Rostagno (2001), a combinação dos dois modelos seria a melhor recomendação, mediante o uso de equação quadrática de resposta, associada ao platô. A vantagem deste modelo é que o nível ótimo encontrado não é alto como geralmente estimado pela derivação da função quadrática, nem tão baixo como o observado no modelo LRP, passando a ser intermediário, no ponto de encontro entre a reta da equação e o platô. Jansman e Klis (2002) relatam que o modelo “broken-line”, bastante utilizado em experimentos dose-resposta, tende a subestimar a exigência real do animal, quando comparado aos valores derivados de modelos exponenciais. Neste sentido, Lovatto et al. (2007) relatam que após a aplicação de um modelo estatístico de ajuste de dados, é conveniente realizar diferentes procedimentos pós-analíticos. Eles permitem conhecer melhor certos limites da análise realizada e saber se são necessárias algumas análises complementares.

REFERÊNCIAS

- AHN, D.U.; KIM, S.M.; SHU, H. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, v.76, p.914-919, 1997.
- ANDRADE, L.; JARDIM FILHO, R.M.; STRINGHINI, J.H. et al. O uso de rações com diferentes níveis de proteínas suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase inicial de produção. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: 2003. p.66.
- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S.S. et al. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, v.4, n.3, p.195-202, 2002.
- AUSTIC, R.E. Biochemical description of nutritional effects. In: FISHER, C.; BOORMAN, K.N. (Eds.) **Nutrient requirements of poultry and nutritional research**. London: Butterworths, 1986. p.59-77.
- BAIÃO, N.C.; FERREIRA, M.O.O.; BORGES, F.M.O. et al. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.3, p.271-274, 1999.
- BAKER, D.H. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **Journal of Nutrition**, v.116, n.8, p.2339-2349, 1986.
- BAKER, D.H.; CHUNG, T.K. Ideal protein for swine and poultry. **Biokyowa Technical Review**, v.4, 16p., 1994.
- BAKER, D.H., HAN. Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1441-1447. 1994.
- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T.M. et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, v.81, n.4, p.485-494, 2002.
- BARBOSA, B.A.C.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de metionina+cistina para galinhas poedeiras de ovos brancos e marrons, no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.526-533, 1999.
- BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, V.M.C. et al. Níveis de lisina para poedeiras comerciais leves na fase de pico de postura. In: Conferência APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR: APINCO, p.75, 1995.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301p.
- BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A. et al. Quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied Poultry Research**, v. 8, p.25-47, 1999.

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A.; KERR, B.; HOEHLER, D. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744-758, 2008.

BRUMANO, G. **Níveis de metionina+cistina digestíveis em rações para poedeiras leves, nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 103p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.

CALDARA, F.R.; BERTO, D.A.; BISNOTO, S.K. et al. Exigências de lisina de leitões (6 a 11 kg) alimentadas com rações formuladas com base no conceito de proteína ideal. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, SP, p.884-885, 2001.

CAO, Z.; JEVNE, C.; COON, N. The methionine and methods of feeding on feed intake. **Poultry Science**, v.71 (suppl. 1), p.39, 1992. (Abstr).

CAREY, J.B.; ASHER, R.K.; ANGEL, J.F. et al. The influence of methionine intake on egg consumption. **Poultry Science**, v.70, Suppl. 1, p.152, 1991.

CAREY, J.B.; SHAFER, D.J. Influence of methionine intake on egg solids and protein. **Poultry Science**, v.71, n.142, 1992.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A.; FERRIER, D.R. et al. **Bioquímica Ilustrada**. 3ª ed. Porto Alegre – RS: Artmed, 544p. 2006.

CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3102- 3111, 1992.

CUPERTINO, E.S. **Exigências nutricionais de lisina, de metionina+cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 54 a 70 semanas de idade**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de metionina+cistina digestíveis para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1238-1246, 2009.

D'MELLO, J.P.F. **Amino acid imbalance, antagonism and toxicities**. In: Amino acids in farm animal nutrition. p.63-97, 1994.

EUCLYDES, R.F.; ROSTAGNO, H.S. Estimativa dos níveis nutricionais via experimentos de desempenho. In: WORKSHOP LATINO-AMERICANO AJINOMOTO BIOLATINA, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu. p.77-88.

FILARDI, R.S.; CASARTELLI, E.M.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Formulação de rações para poedeiras com base em aminoácidos totais e digestíveis utilizando diferentes estimativas da composição de aminoácidos em alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n. 3, p.768-774, 2006.

GRABER, H.G.; SCOTT, H.M.; BACHER, D.H. Sulfur amino acid nutrition of growing chick: Effect of age on de capacity of cystine to spare dietary methionine. **Poultry Science**, v.50, p.1450-1455, 1971.

GROBAS, S.; MENDEZ, J.; DE BLAS, C. et al. Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. **Poultry Science**, v.78, p.1542-1551, 1999.

HARMS, R.H. Proteína (aminoácidos) para poedeiras. In: Simpósio internacional sobre nutrição de aves. **Anais...** Campinas, p.111-122, 1999.

HARMS, R.H.; HINTON, K.L.; RUSSEL, G.B. Energy:methionine ratio and formulating feed for commercial layers. **Journal Applied Poultry Research**, v.8, p.272-279, 1999.

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.

IBGE. – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Indicadores IBGE, Estatística da Produção Pecuária Dezembro de 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abat-e-leite-couro-ovos_201003_publ_completa.pdf. Acesso em 28/02/2011.

JANSMAN, A.J.M.; KLIS, J.D. Evaluation of the amino acid requirements in laying hens. In: CONFERENCE EUROPEAN POULTRY, 11., 2002, Bremen. **Anais...** Bremen: Conference European Poultry. (CD-ROM).

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1063-1069, 2006a (supl.).

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. et al. Efeito da relação metionina+cistina sobre os desempenhos produtivo e econômico e a qualidade interna e externa dos ovos antes e após 28 dias de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1735-1743, 2006b (supl.).

KESHAVARZ, K. Effects of reducing dietary protein, methionine, choline, folic acid, and vitamin B12 during the late stage of the egg production cycle on performance and egg shell quality. **Poultry Science**, v.82, p.1407-1414, 2003.

KHAJALI, F.; KHOSHOUIE, E.A.; DEHKORDI, S.K. et al. Production Performance and Egg Quality of Hy-Line W36 Laying Hens Fed Reduced-Protein Diets at a Constant Total Sulfur Amino Acid:Lysine Ratio. **Journal Applied Poultry Research**, v.17, p.390-397, 2008. Poultry Science Association, Inc. 2008.

KLASING, K.C. Amino acids In: **Comparative Avian Nutrition**. CAB INTERNATIONAL, Cambridge, UK, p.133-170, 1998.

LEESON, S.; CASTON, L. J. Response of laying hens to diets varying in crude protein or available phosphorus. **Journal Applied Poultry Research**, v.5, p.289-296, 1996.

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

LENNINGHER, A.L.; NELSON, D. L. D.; COX, M. M **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1996, 839p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L. D.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 3ª ed. São Paulo, Sarvier, 2002, 975p.

LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; ANDRETTA, I. et al. Meta-análise em pesquisa científica – enfoque em metodologias. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.285-294, 2007.

LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M.M. et al. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0.75. **Journal Applied Poultry Research**, v.14, p.174-182, 2005. Poultry Science Association, Inc. 2005.

MARCHIZELI, P.C.A. **Gluconato de sódio e fontes de metionina sobre o desempenho, morfometria intestinal e excreção de nitrogênio de poedeiras comerciais**. Jaboticabal, SP: Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009. 49p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2009.

MAZZUCO, H. Rumos e desafios da nutrição de poedeiras comerciais. **Avicultura industrial**, n.06, ano 101, ed.1190, 2010.

MENDONÇA, B.P. Manejo alimentar de matrizes pesadas. In: Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícolas. **Anais...** Curitiba, PR. p.77-90, 1996.

MITCHELL, H.H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. Academic Press, New York, NY. 1964.

MORRIS, T.R. The interpretation of response data from animal feeding trails. **Recent Advanced Animal Nutrition**. v.6, p.1-11, 1983.

MURAMATSU, T.; HIRAMOTO, K.; TAKASI, I. et al. Effect of protein starvation on protein turnover in liver, oviduct and whole body of laying hens. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.87, p.227-232, 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994. 155p.

NARVÁEZ-SOLARTE, W. **Exigência em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 57p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

NARVÁEZ-SOLARTE, W.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, P.R. et al. Nutritional requirements in Methionine+Cystine for white-egg laying hens during the first cycle of production. **International Journal of Poultry Science**. v.4, n.12, p.965-968, 2005. Asian Network for Scientific Information, 2005.

- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger – Principles of Biochemistry**. Four edition, 1119p. 2006.
- NOVAK, C.L.; YAKOUT, H.S.; SCHEIDELER, S. et al. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.977-984, 2004.
- NOVAK, C.L.; YAKOUT, H.S.; SCHEIDELER, S. The effect of dietary protein and total sulfur amino acid:lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. **Poultry Science**, v.85, 2195-2206, 2006.
- PACK, M. Excess protein can depress amino acid utilization. **Feed Mix**. v.3: 6, 24-25, 1995.
- PARR, J.F.; SUMMERS, J.D. The effects of minimizing amino acid excess in broiler diets. **Poultry Science**, v.70, p.1540-1549, 1991.
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. **Anais...** Maringá, p.120-128, 1994.
- PAVAN, A.C.; MÓRI, C.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.2, p.568-574, 2005.
- PENZ Jr., A. M. Exigências de aminoácidos das poedeiras. In: CICLO DE CONFERÊNCIAS DA A.V.E, 2., 1990, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: APINCO, 1990. p.88-110.
- PENZ Jr., A. M.; JENSEN, L.S. Influence of protein concentration, amino acid supplementation, and daily time of access to high or low-protein diets on egg weight and components in laying hens. **Poultry Science**. v.70, p.2460-2466, 1991.
- PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; LOPES, D. J. et al. Exigência de metionina mais cistina e de lisina para codornas japonesas na fase de crescimento e de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1174-1181, 2003.
- PLAVINIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: Conferência APINCO 2003 de ciência e tecnologia. Campinas, p.235-245, 2003.
- POWERS, W.; ANGEL, R. A review of the capacity for nutritional strategies to address environmental challenges in poultry production. **Poultry Science**, v.87, p.1929-1938, 2008.
- PROCHASKA, J.F.; CAREY, J.B.; SHAFER, D.J. The effect of L-lysine intake on egg component yield and composition in laying hens. **Poultry Science**, v.75, n.10, p.1268-1277, 1996.
- QUEVEDO, A. O pequeno notável. **Revista Avicultura Industrial**. n.2, ano 100, ed. 1175, 2009.

RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. Exigência de metionina+cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.507-517, 2000.

ROSTAGNO, H.S.; PACK, M. Can betaine replace supplemental DL-methionine in broiler diets?. **Applied Poultry Science**, v.5, p.150-154, 1996.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2000. 141p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N.K. et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.295-304, 2007.

SÁ, L.M. **Exigências nutricionais de lisina, de metionina+cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade**. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 2005. 79p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de metionina+cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.6, p.1837-1845, 2007.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SANTOS FILHO, J.I.; SCHEUERMANN, G.N.; SCHLINDWEIN, M.M. et al. Perspectivas para o consumo de ovos no Brasil. **Revista Avicultura Industrial**. n.2, ano 101, ed. 1186, 2010.

SCHMIDT, M. **Níveis nutricionais de lisina, de metionina+cistina e treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 91p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SCHMIDT, M. GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.10, p.1962-1968, 2009.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Níveis nutricionais de lisina, de metionina + cistina e de treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p. 1099-1104, 2010.

SCHUTTE, J.B.; DE JONG, J. Requirement of the laying hen for sulfur amino acids. **Poultry Science**, v.73, p.274-280, 1994.

SEAB - **Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná**. 2010. NÚMEROS DA PECUÁRIA PARANAENSE. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/nppr.pdf>>. Acesso em: 28/02/2011.

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

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

SCOTT, M.L.; NEISHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. Nutrition of the chicken. 3ª ed. M.L Scott and associates: Ithaca, New York. 562p. 1982.

SILVA, J.H.V. Exigências nutricionais de lisina para frangas de postura, leves e semipesadas, nas fases de cria e recria. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E.L. Exigência de metionina+cistina de poedeiras semipesadas mantendo ou não a relação aminoácidos sulfurosos: lisina. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v.4, p.69. 2002 (supl.)

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E.L. Por quê formular dietas para poedeiras com base no conceito de proteína ideal? **Revista Ave World**, v.3, n.3, p.50-57, 2005.

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v.80, p.1240-1245, 2002.

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

STRINGHINI, J.H.; FILHO, R.M.J.; PEDROSO, A.A. et al. Nutrição no período pré-postura, pico e pós-pico de poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...**, Santos: SP, Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. v.2, p.171-189.

SUK, Y.O.; PARK, C. Effect of breed and age hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. **Poultry Science**, v.80, p.855-858, 2001.

SUIDA, D. I. Proteína ideal, energia líquida e modelagem. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria, RS, 2001.

SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Editora Guanabara Koogan. 11ed. 856p. 1996.

TOGASHI, C.K.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N. et al. Determinação de níveis de metionina+cistina para poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo levedura seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1426-433, 2002 (supl.).

USDA NATIONAL ORGANIC PROGRAM. **Methionine**. 2001. Disponível em: <<http://www.onri.org/methionine.pdf>>, ultimo acesso em 28/02/2011.

VARELA, E.V. **Níveis nutricionais de metionina + cistina digestíveis em poedeiras Hy-Line W36 com base no conceito de proteína ideal**. Maringá, 2009. 34p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.

WU-HAAN, W.; POWERS, W.J.; ANGEL, C.R. et al. Nutrient Digestibility and Mass Balance in Laying Hens Fed a Commercial or Acidifying Diet 1. **Poultry Science**, v.86, p.684-690, 2007a.

WU-HAAN, W.; POWERS, W.J.; ANGEL, C.R. et al. Effect of an acidifying diet combined with zeolite and slight protein reduction on air emissions from laying hens of different ages. **Poultry Science**, v.86, p.182-190, 2007b.

CAPÍTULO 02

NÍVEIS NUTRICIONAIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 50 A 66 SEMANAS DE IDADE

RESUMO

POLESE, Clauber. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, abril de 2011. **Níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas de 50 a 66 semanas de idade.** Orientador: Ricardo Vianna Nunes.

Conduziu-se um experimento com o objetivo de determinar a exigência nutricional de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas no final do primeiro ciclo de produção, no período de 50 a 66 semanas de idade. Utilizaram-se 150 poedeiras Shaver Brown semipesadas num delineamento inteiramente casualizado, distribuídas em cinco tratamentos com seis repetições e cinco aves por unidade experimental, alimentadas com uma ração basal com 2.850 kcal/kg EM e 16% de PB, suplementada com 0,132; 0,174; 0,215; 0,256 e 0,298% de DL-metionina (99%), de forma a proporcionar 0,572; 0,613; 0,653; 0,693 e 0,734% de metionina+cistina digestível. Os níveis de metionina+cistina obedeceram, respectivamente, as relações de 67, 72, 77, 81 e 86% com a lisina fixada em 0,851%. Avaliaram-se os consumos de ração e de metionina+cistina, a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos, a taxa de postura, o peso e a massa de ovos, a porcentagem dos componentes dos ovos, a qualidade interna dos ovos e o ganho de peso. Os níveis de metionina+cistina tiveram efeito quadrático sobre a conversão alimentar por dúzia e sobre o peso dos ovos. Observou-se ainda aumento linear sobre a porcentagem de gema e redução linear sobre a porcentagem de albúmen. Em relação aos parâmetros de desempenho e qualidade de ovos avaliados a exigência de metionina+cistina estimada foi de 0,572%, correspondendo ao consumo de 682mg de metionina+cistina digestível/ave/dia.

Palavras-chave: aminoácido digestível, aves de postura, desempenho, qualidade do ovo.

ABSTRACT

POLESE, Clauber. Paraná West State University, 2011, April. **Nutritional levels of digestible methionine + cystine to brown-egg laying hens from 50 to 66 weeks of age.**

Adviser: Ricardo Vianna Nunes.

An experiment was accomplished aiming to determine the nutritional requirement of digestible methionine + cystine for brown-eggs laying hens at the end of the first production cycle, from 50 to 66 weeks of age. One hundred and fifty Shaver Brown hens were used in a completely randomized design, distributed in five treatments, six replicates and five birds per experimental unit. The hens were fed a basal diet containing 2,850 kcalME/kg, 16% CP supplemented with 0.132, 0.174, 0.215, 0.256 and 0.298% of DL-methionine (99%), in order to provide tested levels of 0.572, 0.613, 0.653, 0.693 and 0.734% of digestible methionine+cystine. The Methionine + cystine:lysine relations were, respectively, 67, 72, 77, 81 and 86%, with lysine fixed at 0.851%. The following parameters were evaluated: feed intake, methionine + cystine intake, feed conversion per dozen eggs and egg mass, percentage of the egg, egg weight and mass, percentage of egg components and internal quality of eggs and gain weight. Methionine + cystine levels had quadratic effect on feed conversion per dozen and the egg weight. A linear increase in the percentage of yolk and linear reduction in the percentage of albumen were observed. In relation to performance and egg quality the requirement of methionine + cystine was estimated at 0.572%, corresponding to the consumption of 682 mg of methionine + cystine /hen/day.

Keywords: digestible amino acid, laying hens, performance, egg quality.

1 – INTRODUÇÃO

Na elaboração de rações para animais monogástricos é de fundamental importância o conhecimento do valor nutricional dos alimentos, representado principalmente pelo conteúdo de aminoácidos, coeficiente de digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos. Estes valores possibilitam a elaboração de rações otimizando o aproveitamento dos nutrientes pelos animais, evitando deficiências ou excessos dos mesmos, auxiliando na redução dos custos, e da excreção de nutrientes. Neste sentido a pesquisa na área de nutrição animal deve levar em consideração fatores que possam interferir nos resultados dos experimentos, incluindo genética animal, ambiente e manejo, de modo a aumentar a confiabilidade dos resultados, buscando sempre avançar nos conhecimentos de metodologias utilizadas na determinação das exigências nutricionais (ROSTAGNO et al., 2007).

As pesquisas com poedeiras visaram à melhoria da produtividade e da utilização de nutrientes, capazes de manter a qualidade dos ovos e até mesmo enriquecê-los com componentes benéficos à saúde humana, visto que, é importante reserva de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais (SANTOS et al., 2009).

Junqueira et al. (2006) menciona que a intensa seleção genética produziu certa competitividade entre as linhagens comerciais, e que estudos sobre os requerimentos e níveis nutricionais são indispensáveis. Enfatizam ainda que os níveis nutricionais de energia e proteína devem ser considerados na nutrição de poedeiras semipesadas durante as diferentes fases de produção.

Lemme (2001) relata que a rentabilidade da produção animal depende da formulação de rações de mínimo custo, sendo necessária a utilização de ingredientes ou de fontes de nutrientes de acordo com seu valor nutricional e que proporcionem maior rendimento, caso contrario, podem ocorrer perdas nutricionais e econômicas.

Para reduzir o custo das rações, a tendência atual é a incorporação de aminoácidos industriais, em substituição às fontes protéicas tradicionais (VARELA, 2009). Pinto et al. (2003) complementam que esta prática permite formular rações de custo mínimo, com teores de proteína bruta inferiores aos preconizados pelas tabelas de exigências nutricionais, além de atender às necessidades em aminoácidos essenciais. No entanto, a deposição protéica depende da suplementação de aminoácidos em quantidade e qualidade (em valores biológicos) da proteína dietética (STRINGHINI et al., 2005; CARVALHO et al., 2009).

Pelo fato dos aminoácidos participarem de uma grande variedade de reações metabólicas no organismo animal, pensava-se que qualquer excesso ou deficiência dos

mesmos, não provocaria efeitos negativos. No entanto, tem-se observado que a ingestão desproporcional de aminoácidos (essenciais ou não essenciais) em quantidades ou padrões diferentes daqueles requeridos para máxima utilização pelos tecidos resulta em efeitos adversos ao animal (SCHMIDT et al., 2010). Para Cupertino (2006) os níveis dietéticos de aminoácidos interferem diretamente na resposta produtiva das aves poedeiras.

Togashi et al. (2002) estimaram exigência de 0,56 e 0,58% de metionina+cistina total em rações a base de milho e farelo de soja contendo levedura seca para poedeiras de ovos marrons no período de 51 a 63 semanas de idade, visando à maximização do desempenho produtivo e à qualidade do ovo, respectivamente. Já Pavan et al. (2005) utilizando ração com 14% PB, sugerem a utilização de 0,71% de aminoácidos sulfurosos totais a fim de otimizar a produção e o peso dos ovos e minimizar a eliminação de nitrogênio nas excretas de poedeiras semipesadas no final do primeiro ciclo de produção de 52 a 64 semanas de idade.

Jordão Filho et al. (2006b) recomendaram a utilização de rações com 0,70% de metionina+cistina total ou 0,64% de metionina+cistina digestível otimizando o desempenho produtivo e econômico de poedeiras semipesadas de 44 a 56 semanas de idade. Contudo, Sá et al. (2007) estimaram exigência de 0,692% de metionina+cistina digestível com consumo diário de 793mg de metionina+cistina/ave/dia.

Assim, o objetivo deste trabalho foi de determinar os níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas da linhagem Shaver Brown no final do primeiro ciclo de produção, no período 50 a 66 semanas de idade.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Pequenos Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Campus* de Dois Vizinhos – PR no período de maio a agosto de 2009.

O clima da região é do tipo pluvial temperado mesotérmico, enquadrando-se de acordo com a classificação de Köppen no tipo Cfa com temperaturas do mês mais frio entre -3 a 18°C, sendo freqüentes as geadas. Clima úmido, sem estação seca, com chuvas distribuídas em todos os meses do ano e com temperatura do mês mais quente acima de 23°C.

Foram utilizadas 150 poedeiras semipesadas da linhagem *Shaver Brown* com 50 semanas de idade, com peso médio de $1.877,27 \pm 92,95$ gramas. A seleção e a distribuição das aves nas unidades experimentais foi realizada de acordo com o peso vivo e produção, (Sakomura e Rostagno, 2007) distribuídas em cinco tratamentos, seis repetições e cinco aves por unidade experimental em um delineamento inteiramente casualizado. As rações foram fornecidas diariamente, três vezes ao dia em comedouros tipo calha sendo a água fornecida em bebedouros tipo *nipple* (taça).

Nas fases de cria, recria e produção, as aves foram manejadas conforme descrito no respectivo manual da linhagem. Na fase de produção, as aves foram alojadas em gaiolas (50 x 40 x 50 cm) dispostas em um galpão de postura em alvenaria (8,5 x 20 m), fechado com tela anti-pássaro nas laterais e coberto com telha de barro em duas águas, tendo orientação leste-oeste, pé-direito de 2,80 m de altura, apresentando quatro conjuntos de duas fileiras de gaiolas sobrepostas, separadas por corredor central de 1,5m, sendo utilizada apenas uma fileira central. Durante a fase de produção o fotoperíodo foi de 16 horas/luz, sendo 12 horas naturais e 4 horas artificiais.

Para determinação da exigência nutricional em metionina+cistina digestível, foram formuladas rações isoenergéticas e isonutritivas, exceto para os níveis de metionina+cistina digestível, variando em cinco níveis de suplementação de DL-metionina. Os níveis foram obtidos a partir de uma ração basal deficiente em metionina+cistina digestível, suplementada com 0,132; 0,174; 0,215; 0,256 e 0,298% de DL-metionina, obtendo-se os níveis testados de 0,572; 0,613; 0,653; 0,693; 0,734% de metionina+cistina digestível e as relações (metionina+cistina digestível:lisina digestível) de 67; 72; 77; 81 e 86% nas rações para poedeiras semipesadas. Os demais nutrientes contidos nas rações atenderam as recomendações preconizadas por Rostagno et al. (2005).

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais no período de 50 a 66 semas de idade.

Ingredientes (kg)	Nível de metionina+cistina (%)				
	0,572	0,613	0,653	0,693	0,734
Milho (8,54%)	63,79	63,82	63,87	63,92	63,97
Farelo de soja (47,51%)	21,55	21,49	21,42	21,35	21,28
Calcário	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
Óleo de soja	2,13	2,11	2,08	2,05	2,03
Fosfato bicálcico	2,10	2,10	2,11	2,11	2,11
Sal comum	0,350	0,350	0,350	0,350	0,350
L-lisina HCl	0,212	0,214	0,217	0,219	0,221
Premix vitamínico mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DL-metionina	0,132	0,174	0,215	0,256	0,298
L-treonina	0,101	0,102	0,103	0,104	0,105
L-triptofano	0,0225	0,0230	0,0233	0,0237	0,0240
Butil-hidroxi-tolueno ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	2850	2850	2850	2850	2850
Cálcio (%)	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21
Fósforo disponível (%)	0,485	0,485	0,486	0,486	0,486
Sódio (%)	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156
Potássio (%)	0,634	0,633	0,631	0,630	0,629
Lisina digestível (%)	0,851	0,851	0,851	0,851	0,851
Metionina digestível (%)	0,356	0,398	0,438	0,478	0,520
Met+cist digestível (%)	0,572	0,613	0,653	0,693	0,734
Treonina digestível (%)	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596
Triptofano digestível (%)	0,174	0,174	0,174	0,174	0,174
Valina digestível (%)	0,656	0,655	0,653	0,652	0,651
Arginina digestível (%)	0,920	0,918	0,916	0,914	0,912
Leucina digestível (%)	1,319	1,318	1,316	1,314	1,312
Isoleucina digestível (%)	0,574	0,573	0,572	0,571	0,569
Histidina digestível (%)	0,399	0,399	0,398	0,398	0,397
Fenilalanina digestível (%)	0,714	0,713	0,711	0,710	0,709

¹ Níveis de garantia/kg do produto: Vit. A 3.997.500 UI, Vit. D3 2.880.000 UI, Vit. E, 7.500 UI, Vit. K3 1.500 mg, Vit. B1 750mg, Vit. B2 2.505 mg, Vit. B6 1.500mg, Vit. B12 7.500 mcg, Ác. Nicotínico 12.500mg, Ác. Pantotênico 4.005mg, Biotina 50mg, Ác. Fólico 500mg, Ferro 25.000mg, Cobre 5.000mg, Zinco 30.000mg, Manganês 40.000mg, Selênio 128mg, Iodo 500mg, Cobalto 500mg, Bacitracina de Zinco 25.000mg, Antioxidante 15g, Veículo q.s.p. 1.000,0g.

² Butil-hidroxi-tolueno – antioxidante.

Os aminogramas e o teor de proteína bruta dos ingredientes milho e farelo de soja foram analisados por NIRs.

Todas as aves consumiram ração conforme preconizado por Rostagno et al. (2005) até a 50ª semana de idade, e antes de começar a ministrar as rações experimentais, procedeu-se a distribuição das aves, padronizando-as por peso corporal e porcentagem de postura. O controle da produção de ovos foi realizado de modo a permitir a uniformização das aves nos

tratamentos. A postura das aves iniciou-se às 18 semanas de idade e a porcentagem média de postura manteve-se 92%.

O ensaio experimental teve duração de 16 semanas, dividido em quatro períodos de 28 dias para coleta de dados, com os seguintes parâmetros avaliados:

Produção de ovos (nº de ovos/ave/dia): computada diariamente e de acordo com o número de aves alojada por unidade experimental.

Consumo de ração (g/ave/dia): avaliado semanalmente, através da divisão da quantidade de ração consumida em cada unidade experimental pelo número de aves das unidades experimentais por semana. Na ocorrência de mortalidade na unidade experimental, o consumo de ração foi corrigido para tal;

Conversão alimentar (kg/dz) e (kg/kg): deu-se pela divisão do consumo total de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dz) e divisão do consumo médio de ração pela massa de ovos produzida (kg/kg).

Peso médio dos ovos (g): nos três últimos dias de cada um dos quatro períodos de 28 dias foram coletados todos os ovos e após a identificação com o número de cada tratamento e repetição, foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,1g.

Densidade: após a identificação e pesagem, os ovos foram submetidos a avaliação de densidade, utilizando-se soluções salinas com densidades variando de 1,075 a 1,095.

Após a determinação da densidade, os ovos foram lavados em água destilada, secos com papel absorvente e procederam-se as análises de conteúdo dos ovos (unidade Haugh, índice de albúmen, índice de gema e espessura de casca) foram realizadas com paquímetro e micrometro digital, seguindo-se a metodologia descrita por Snyder (1961) para, posteriormente determinar as unidades Haugh, segundo a fórmula:

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

Sendo: H= altura do albúmen em mm; W = peso do ovo em gramas.

Para avaliação da qualidade interna dos ovos acima citada, foi realizada uma amostragem de quatro ovos por unidade experimental, dentro do peso médio. A média de peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos pelo número de ovos coletados, por unidade experimental. A massa de ovos foi expressa em gramas de ovos por ave/dia (g/ave/dia), multiplicando o peso médio dos ovos no período pelo número total de ovos produzidos no respectivo período, dividido pelo numero total de aves dos dias relativo a esse período.

Para avaliação da porcentagem de gema, albúmen e casca, procedeu-se a quebra de dois ovos ($\pm 10\%$ do peso médio dos últimos três dias) por unidade experimental, e pesou-se a

gema. As cascas permaneceram por no mínimo 48 horas em temperatura ambiente e posteriormente foram colocadas em estufa com circulação de ar a 65°C por 8 horas para secagem completa e posterior pesagem. Para determinar o peso do albúmen foi realizada a subtração do peso do ovo íntegro, menos o peso da gema e da casca.

A espessura da casca foi determinada em dois pontos distintos do meridiano da mesma, utilizando-se para isso um micrometro digital com precisão de 0,001mm. Também foram medidos os diâmetros de albúmen e de gema, com uso do paquímetro, para determinação dos índices de albúmen e gema, por meio das seguintes fórmulas:

Índice de albúmen = altura do albúmen (mm) / média dos diâmetros do albúmen (mm).

Índice de gema = altura de gema (mm) / média dos diâmetros da gema (mm).

O peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA) foi calculado utilizando-se a fórmula adaptada de Rodrigues et al. (1996):

$PCSA = [PC / (3,9782 \times PO^{0,7056})] \times 100$, em que: PC = peso da casca (g); PO = peso ovo (g).

O modelo estatístico empregado no experimento segue demonstrado abaixo:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij} \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor da variável em estudo referente ao tratamento i;

m = efeito da média de todas as unidades experimentais em estudo;

t_i = efeito de tratamento i;

e_{ij} = erro associado à observação Y_{ij} ($e_{ij} = Y_{ij} - m$).

As exigências de metionina+cistina digestível foram estimados, utilizando as variáveis de desempenho e de qualidade dos ovos, por meio de análise de variância (ANOVA) e posteriormente aplicou-se análise de regressão polinomial, considerando-se o valor do R^2 , por intermédio do programa SAEG – Sistema para Análise Estatística e Genética (UFV, 1999).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de metionina+cistina digestível sobre o consumo de ração e conversão alimentar por massa de ovos das poedeiras no período de 50 a 66 semanas de idade (Tabela 2) os quais variaram de 118,68 a 120,45 g/ave/dia e 1,950 a 1,989 kg/kg, entretanto, o consumo de metionina+cistina (mg/ave/dia), teve aumento linear ($P<0,05$). Houve efeito quadrático dos níveis de metionina+cistina digestível sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Tabela 2 - Desempenho de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 50 a 66 semanas de idade.

Níveis de met+cist. digestível (%)	Consumo ração (g/ave/dia)	Consumo met+cist. digestível (mg/ave/dia)	Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dz)	Conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg)
0,572	119,22	681,96	1,515	1,972
0,613	120,45	738,36	1,567	1,989
0,653	118,68	775,09	1,576	1,950
0,693	120,25	833,38	1,588	1,973
0,734	119,42	876,57	1,568	1,959
Média	119,60	781,07	1,563	1,968
CV(%)	1,25	1,25	2,53	2,22
Probabilidade	NS ($P>0,05$)	L ($P<0,05$)	Q ($P=0,036$)	NS ($P>0,05$)
		Equação de regressão	Exigência	R^2
Consumo met+cist (mg/ave.dia)		$\hat{Y} = -1,659 + 1198,67 X$	0,572	0,99
Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dz)		$\hat{Y} = -1,227 + 8,289 X - 6,102 X^2$	0,679	0,97

NS – não significativo; L – efeito linear; Q – efeito quadrático; CV coeficiente de variação.

Togashi et al. (2002), ao avaliarem níveis de metionina+cistina total para poedeiras semipesadas, no período de 51 a 63 semanas, observaram valores para consumo de ração que variaram de 118,86 a 123,89 g/ave/dia, condizentes com os apresentados neste trabalho. No entanto, os mesmos autores obtiveram valores de conversão alimentar superiores para dúzia e massa de ovos que variaram de 1,93 a 2,15 kg/dz e de 2,55 a 2,82 kg/kg, respectivamente. Os autores concluíram que 0,56% de metionina+cistina total é suficiente para a maximização das características referentes ao desempenho produtivo.

Valores de consumo de ração ligeiramente inferiores aos apresentados no presente trabalho para o período de 52 semanas, avaliando diferentes níveis de proteína bruta (14%; 15,5%; 17%) e diferentes níveis de aminoácidos sulfurados totais (0,57%; 0,64%; 0,71%) foram obtidos por Pavan et al. (2005). O consumo de ração observado pelos autores foi de 115,27, 116,03 e 116,74 g/ave/dia para o nível de 14% de proteína bruta, 116,46, 117,62 e 118,03 g/ave/dia para o nível de 15,5% e de 110,60, 113,85 e 117,39 g/ave/dia para o nível de 17%. No entanto, obtiveram valores de conversão alimentar médio de 1,86 kg/dz e 2,32 kg/kg, superiores aos encontrados neste trabalho.

O efeito da adição de metionina (0,26; 0,30; 0,38; 0,44%) em dietas de baixa proteína (14% PB) avaliadas por Bunchasak e Silapasorn (2005) para poedeiras semipesadas em ambiente de alta temperatura, e uma dieta controle contendo 16% de proteína bruta e 0,38% de metionina, observaram menor consumo de alimento (87,85 g/ave/dia), bem como menor consumo de proteína (12,30 g/ave/dia) e metionina (228,40 mg/ave/dia) para o menor nível de metionina aliada à baixa proteína.

Avaliando a exigência nutricional de metionina+cistina para poedeiras semipesadas no período de 20 a 44 semanas de idade, Jordão Filho et al. (2006a) observaram redução linear no consumo de ração à medida que se aumentou os níveis de metionina+cistina total (0,61; 0,68; 0,75; 0,82; 0,89), o consumo variou de 108,29 a 109,37 g/ave/dia. A conversão alimentar variou de 1,451 a 1,530 kg/dz e de 1,993 a 2,156 kg/kg, valores inferiores e superiores aos do presente trabalho, respectivamente.

Contudo, Sá et al. (2007) Safaa et al. (2008) não observaram efeito de diferentes níveis de metionina+cistina digestível sobre o consumo de ração em aves semipesadas corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Entretanto, Cupertino et al. (2009) observaram aumento linear sobre o consumo de ração que variou de 106 a 112 g/ave/dia, em função dos níveis de metionina+cistina digestível estudados (0,492; 0,544; 0,596; 0,648; 0,700). O mesmo efeito foi obtido para o consumo dos aminoácidos com variação de 521,5 a 784 mg/ave/dia.

A não obtenção de diferença estatística significativa para o consumo de ração no presente trabalho pode ser explicado, pelo fato de que não havia excesso ou desbalanço de aminoácidos na dieta, já que o excesso de aminoácidos sulfurados levaria a uma redução no consumo das aves (GOULART, 1997).

O nível energético da ração foi o mesmo o que pode ter contribuído também para que o consumo de ração não sofresse variação. Segundo Togashi et al. (2002), o fato de as aves apresentarem uma idade avançada, a exigência é específica, pois, a eficiência de utilização do

alimento é menor em aves mais velhas e que as exigências de proteína para o declínio da produção no final do período não pode ser antecipado com base nas respostas de aves mais jovens.

O efeito quadrático ($P=0,036$) da conversão alimentar por dúzia de ovos, diferem dos encontrados por Jordão Filho (2004), que observou aumento (piora) com o aumento do níveis de metionina+cistina, diferindo dos resultados de Cupertino et al. (2009) observou redução linear para a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos à medida que se aumentou os níveis de metionina+cistina digestível na dieta, com valores que variaram de 1,65 a 1,84 kg/dz e 2,04 a 2,38 kg/kg, valores estes superiores aos encontrados neste trabalho.

Safaa et al. (2008) não encontraram resposta significativa de diferentes níveis de metionina+cistina (0,60 e 0,65%) para a conversão alimentar por dúzia e por quilo de ovos, quando estes foram mantidos com relação de 82 e 89% com a lisina, respectivamente, contrários aos resultados de Togashi et al. (2002), que observaram efeito quadrático dos níveis de metionina+cistina sobre a conversão por dúzia de ovos e estimaram o nível ótimo de 0,566% para esta variável. No entanto Sá et al. (2007), estimaram exigência de 0,697% de metionina+cistina digestível para conversão alimentar por dúzia, com consumo de 778 mg/ave/dia.

Bunchasak e Silapasorn (2005) obtiveram melhor resultado para conversão alimentar por massa de ovo (2,33 g/g) com poedeiras semipesadas de 24 a 44 semanas de idade, alimentadas com dietas contendo 16% de PB e 0,38% de metionina, os maiores índices foram obtidos (2,63 e 2,60 g/g) quando as aves foram alimentadas com rações contendo 14% de PB e 0,26 e 0,30% de metionina, respectivamente. Os autores observaram melhoria na conversão alimentar à medida que a suplementação com metionina aumentou nas rações de baixa proteína.

A melhora na conversão alimentar obtida para os maiores níveis de suplementação pode ser explicada de que houve melhor eficiência de utilização do alimento com o aumento dos níveis de metionina+cistina digestível na dieta, justificando os resultados ao melhor equilíbrio aminoacídico, pois o maior nível testado 0,734% e relação metionina+cistina:lisina de 0,86, são próximos aos recomendados pelo NRC (1994), de 0,84 e Rostagno et al. (2005), de 0,91, para aves semipesadas.

Não houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestível para taxa de postura e massa de ovos (Tabela 3), no entanto, houve efeito quadrático ($P=0,0079$) (Figura 1) para peso de ovos, estimando-se a exigência 0,696%, entretanto, a equação linear (LRP), estimou exigência de 0,600% de metionina+cistina digestível, para esta variável, e através do

intercepto do *Plateau* com curva ascendente da equação quadrática estimou-se o nível de 0,609% de metionina+cistina para melhor peso de ovo no período de 50 a 66 semanas de idade.

Tabela 3 – Taxa de postura, peso e massa de ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 50 a 66 semanas de idade.

Níveis de met+cist. digestível (%)	Taxa de Postura (%)	Peso dos ovos (g)	Massa de ovos (g/ave/dia)
0,572	94,12	64,24	60,46
0,613	91,90	65,92	60,57
0,653	91,83	66,27	60,87
0,693	91,83	66,36	60,95
0,734	91,66	66,52	60,97
Média	92,27	65,86	60,76
CV(%)	2,22	1,66	2,75
Probabilidade	NS	Q	NS
	(P>0,05)	(P=0,0079)	(P>0,05)
	Equação de regressão	Exigência	R ²
Peso dos ovos	$\hat{Y} = 3,282 + 200,80X - 144,25X^2$	0,696	0,94
	LRP -- $\hat{Y} = 53,89 + 19,44X$	0,600	0,99

NS – não significativo; Q – efeito quadrático; CV – coeficiente de variação.

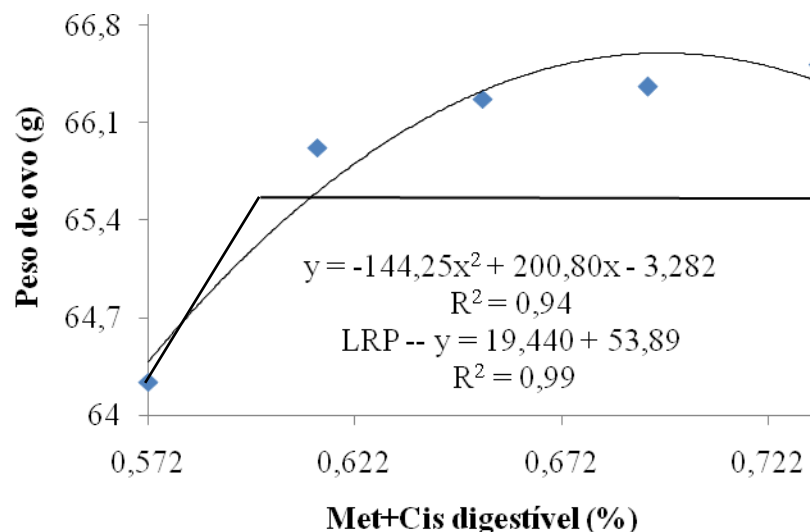


Figura 1 – Peso de ovo (g) de poedeiras semipesadas em função dos níveis de metionina+cistina digestível.

Togashi et al. (2002), observaram efeito quadrático para peso de ovos com nível ótimo de 0,582% de metionina+cistina total. Pavan et al. (2005) obtiveram maior peso de ovo ao utilizar combinações de 15,5 e 0,71; 17 e 0,71; 15,5 e 0,64; 14 e 0,71 e 17 e 0,64% de proteína bruta e aminoácidos sulfurados totais, respectivamente.

Contudo, Sohail et al. (2002), ao avaliar diferentes níveis de aminoácidos sulfurados totais e de proteína bruta (0,81 e 18,05; 0,72 e 16,66; e 0,65 e 15,15%), respectivamente, observaram aumento linear sobre peso de ovos, à medida que se aumentaram os aminoácidos totais na dieta para poedeiras com 21 semanas de idade. Os autores justificam o efeito linear observado, porque nesta idade as aves não atingiram o pico de postura, crescimento e peso dos ovos, o que pode acarretar em maior exigência. Pavan et al. (2005), não observaram diferenças significativas para taxa de postura e massa de ovos. Os resultados obtidos por Brake et al. (1979); Harms (1983) e Koelkebeck et al. (1993), que não encontraram diferenças na produção de ovos ao compararem aves alimentadas com dietas de elevado e baixos teores protéicos estão de acordo com os dados observados no presente trabalho.

Semelhantemente Bunchasak et al. (2005) ao avaliarem diferentes níveis metionina e de proteína bruta (0,26; 0,29; 0,33; 14; 16; 18%), respectivamente, em aves semipesadas no período de 21 a 33 semanas não obtiveram efeito dos níveis de metionina e proteína sobre a taxa de postura e consumo de ração. Observaram maior peso de ovos para os maiores níveis de metionina e proteína, porém não houve diferença entre os níveis de 0,29; 0,33; 16 e 18%. A relação metionina:lisina estimada foi de 33%.

Jordão Filho et al. (2006a), avaliaram diferentes níveis de metionina+cistina total (0,61; 0,68; 0,75; 0,82; 0,89%), para aves semipesadas no período de 20 a 44 semanas e obtiveram redução linear sobre a taxa de postura que variaram de 86,56 a 91,06%, inferiores aos observados neste trabalho.

O fato de não ter havido diferença entre os níveis de metionina+cistina digestível neste trabalho para a taxa de postura, associados aos dados de literatura, reforçam que é possível trabalhar com níveis de metionina+cistina menores do que os preconizados por Rostagno et al. (2005), que sugerem a exigência de 0,683% de metionina+cistina digestível para poedeiras com peso corporal de 1800g e massa de ovos de 50 g/dia.

O efeito quadrático sobre o peso dos ovos foi observado por Jordão Filho et al. (2006a) estimaram exigência de 0,73% de metionina+cistina total o qual representa um consumo de 794 mg/ave/dia. O mesmo efeito quadrático observado neste trabalho foi encontrado por BARBOSA et al. (1999); TOGASCHI et al. (2002); SÁ et al. (2004); AHMAD e ROLAND (2003) HARMS e RUSSELL (2003). Os autores estimaram exigência

de 0,649; 0,582% de metionina+cistina total, 0,669% de metionina+cistina digestível, 653 mg/ave/dia de aminoácidos sulfurosos totais e 311,2 mg/ave/dia de metionina, respectivamente. De acordo com Shafer et al. (1996), a elevação do nível de ingestão de metionina de 312 para 512 mg/ave/dia foi suficiente para melhorar significativamente o peso dos ovos. Ao contrário, Safaa et al. (2008) não obtiveram efeito estatístico significativo na produção, peso e massa de ovos.

Os menores pesos dos ovos obtidos nos níveis extremos podem ser explicados pelo efeito negativo da deficiência ou do excesso de metionina+cistina da ração sobre esta variável. Neste sentido, Koelkbeck et al. (1991) classificam a metionina como o aminoácido mais tóxico quando em excesso na ração das aves. Cabe ressaltar ainda, que o peso por si só não é fator determinante na avicultura de postura. A massa, por sua vez considera a produção e o peso dos ovos simultaneamente. Bunchasak e Silapasorn (2005) observaram que a adição em excesso de metionina leva ao aumento de deposição de gordura abdominal, no entanto foi observada maior produção e peso de ovo devido à maior síntese de estrógeno em nível de ovário. Carvalho et al. (2009) mencionam que as aves podem utilizar parte da proteína e energia destinadas ao ganho de peso para produção de ovos mais pesados.

Jordão Filho et al. (2006) observaram melhor balanceamento da relação metionina+cistina:lisina digestível de 0,77 para os parâmetros produtivos em poedeiras semipesadas e que esta relação atende melhor os requerimentos nutricionais das aves. No entanto, neste trabalho a melhor relação obtida foi de 0,81 para melhor peso de ovo.

Sá et al. (2007) obtiveram taxa de postura e peso de ovo menores aos observados neste trabalho 89,98% e 62,82g, respectivamente. Para a produção e massa de ovos os autores observaram efeito quadrático dos níveis de metionina+cistina digestível, estimando-se o nível de 0,669 e 0,692%, consumo de 767 e 793 mg/ave/dia para melhores resultados destas variáveis, respectivamente. O peso de ovos apresentou aumento linear em função dos níveis de metionina+cistina na dieta.

As diferenças encontradas neste trabalho em relação aos dados da literatura sugerem que a necessidade de aminoácidos para máximos pesos, produção e massa dos ovos não reduzem significativamente ao longo do período de postura. Desta forma, ajustes devem ser feitos nos níveis de aminoácidos da dieta para compensar as mudanças no consumo diário de alimento. Harms (1998) menciona a existência de correlação negativa entre peso e produção de ovos com o aumento dos níveis de metionina+cistina, no entanto este efeito não foi observado neste trabalho.

Narváez-Solarte (1996) observou que o peso médio e a massa de ovos de poedeiras leves foram maximizados com nível de metionina+cistina de 0,628 a 0,642% respectivamente. Calderon e Jensen (1990), sugerem consumo de 381, 388 e 414 mg de metionina/ave/dia para dietas contendo 13, 16, e 19% de proteína bruta, respectivamente, e consumo de aminoácidos sulfurosos entre 659 e 733 mg/ave/dia, valores inferiores aos encontrados neste experimento. Cao et al. (1992), por sua vez, determinaram exigência de metionina+cistina total em 785 mg/ave/dia para massa de ovos de 54,3 g/ave/dia. Entretanto, para massa de ovo de 50,8 g/ave/dia, esses autores estimaram exigência de 670 mg de metionina+cistina/ave/dia, dos quais 364 mg correspondem à metionina.

Não houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestível sobre a unidade Haugh, índice de gema e índice de albúmen no período de 50 a 66 semanas de idade (Tabela 4).

Tabela 4 – Unidade Haugh, índice de gema e de albúmen dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 50 a 66 semanas de idade.

Níveis de met+cist. digestível (%)	Unidade Haugh	Índice de gema	Índice de albúmen
0,572	76,19	0,428	0,0728
0,613	76,80	0,411	0,0709
0,653	74,91	0,416	0,0690
0,693	73,85	0,411	0,0665
0,734	72,72	0,407	0,0689
Média	75,49	0,414	0,0696
CV(%)	5,54	4,34	9,52
Probabilidade	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)	NS (P>0,05)

NS – não significativo; CV - coeficiente de variação

Togashi et al. (2002), encontraram efeito quadrático dos níveis crescentes de metionina+cistina total sobre a unidade Haugh, onde estabeleceram exigência de 0,558%, ao contrario de Pavan et el. (2005) os quais não observaram diferença significativa ao avaliarem rações com diferentes níveis de proteína bruta suplementadas com metionina. Do mesmo modo Sá et al. (2007), não obtiveram influência dos níveis de metionina+cistina digestível sobre unidade Haugh, índice de gema e índice de albúmen. Os dados corroboram com os obtidos por Narváez-Solarte (1996), que constatou que os parâmetros de qualidade interna dos ovos não foram influenciados pelos níveis crescentes de metionina+cistina na ração de poedeiras leves e semipesadas no período de 22 a 38 semanas de idade.

Com o aumento no consumo de metionina+cistina, houve aumento no peso dos ovos ($P=0,0079$) e, quanto maiores os ovos maior o efeito da gravidade sobre a mensuração da altura da gema e albúmen. Ou seja, maiores são as chances de encontrar valores menores de altura dos componentes dos ovos de maior peso. Esses valores contribuem de maneira direta no cálculo dos índices de gema e de albúmen e da unidade Haugh.

Brumano (2008) menciona que vários fatores podem afetar a qualidade interna dos ovos como o tempo de armazenamento, a idade das aves, a temperatura ambiente, tipos de aparelhos utilizados para determinar as diversas medições, sendo, portanto, comum verificar diferentes respostas nos ensaios experimentais para os parâmetros de qualidade interna de ovos.

Cupertino et al. (2009), não observaram efeito significativo dos níveis metionina+cistina digestível sobre a unidade Haugh, concordando com os resultados de Novak et al. (2004). Entretanto, Narváez-Solarte et al. (2005), observaram melhora nas unidades Haugh à medida que se reduziram os níveis de metionina+cistina total na dieta.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de metionina+cistina digestível sobre a gravidade específica, espessura de casca, porcentagem de casca e peso de casca por superfície de área (PSCA) (Tabela 5). Porém, houve aumento linear ($P=0,00024$) sobre porcentagem de gema (Figura 2) e redução linear ($P=0,0108$) sobre a porcentagem de albúmen (Figura 3).

Tabela 5 – Densidade, espessura de casca, porcentagem de gema, de casca e de albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas no período de 50 a 66 semanas de idade.

Níveis de met+cist. (%)	Gravidade específica	Espessura de casca (mm)	% Gema	% Casca	% Albúmen	PSCA g/cm ²
0,572	1,0904	0,450	25,67	9,85	64,48	8,49
0,613	1,0903	0,445	26,11	9,84	64,06	8,52
0,653	1,0904	0,452	25,37	9,84	64,83	8,51
0,693	1,0892	0,443	27,80	9,88	62,42	8,49
0,734	1,0904	0,454	26,87	9,92	63,25	8,53
Média	1,0901	0,449	26,36	9,87	63,81	8,51
CV(%)	0,197	3,94	3,21	3,88	1,84	3,78
Probabilidade	NS	NS	L	NS	L	NS
	($P>0,05$)	($P>0,05$)	($P=0,00024$)	($P>0,05$)	($P=0,0108$)	($P>0,05$)
	Equação de Regressão				Exigência	R ²
% Gema	$\hat{Y} = 19,747 + 10,133X$				0,572	0,44
% Albúmen	$\hat{Y} = 70,409 - 10,111X$				0,734	0,44

PSCA – Peso de casca por superfície de área; NS – não significativo; L – efeito linear; CV - coeficiente de variação.

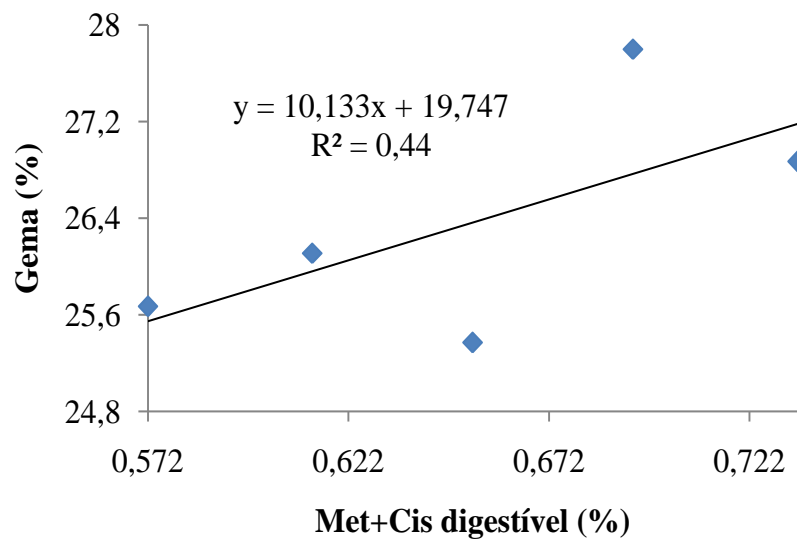


Figura 2 – Porcentagem de gema dos ovos de poedeiras semipesadas em função dos níveis de metionina+cistina digestível no final do primeiro ciclo de produção.

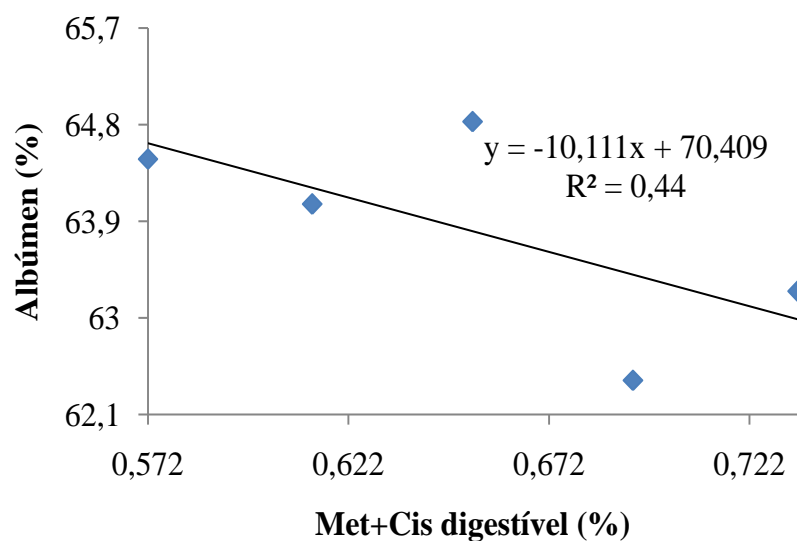


Figura 3 – Porcentagem de albúmen dos ovos de poedeiras semipesadas em função dos níveis de metionina+cistina digestível no final do primeiro ciclo de produção.

Os resultados obtidos neste trabalho reforçam os obtidos por Togashi et al. (2002), onde os níveis de metionina+cistina total não afetaram a porcentagem de casca por superfície de área com valores médios obtidos variando de 10,53 a 11,04% de casca, valores estes 11,29% superior aos observados no presente trabalho. Estes resultados corroboram também aqueles obtidos por Rodrigues et al. (1996), que não verificaram diferenças na qualidade da casca quando avaliada pela PSCA. No entanto, Abdallah et al. (1993) concluíram que existem

correlações entre percentagem de casca e gravidade específica e a percentagem de casca por PSCA com a percentagem de ovos quebrados.

Avaliando diferentes níveis de proteína bruta e aminoácidos sulfurosos totais Pavan et al. (2005) não obtiveram melhoria na qualidade da casca dos ovos, o que pode ser confirmado pela inexistência de diferença estatística significativa entre os níveis para a gravidade específica e porcentagem de casca, resultados estes condizentes com os obtidos por (HARMS, 1983; KOELKEBECK et al., 1993; AHMAD et al., 1997).

Bunchasak e Silapasorn (2005) encontraram maior percentual de gema (25,01%) para o menor nível de metionina (0,26%) em ração contendo 14% de proteína bruta, onde para os níveis de 0,30; 0,38 e 0,44% o percentual de gema foi de 23,73; 23,48 e 23,73, respectivamente, não diferindo da dieta controle (16% PB e 0,38% de metionina). O contrario foi observado para a porcentagem de albúmen. Em comparação aos resultados obtidos neste trabalho o percentual é de aproximadamente 2% para mais ou para menos para ambas as variáveis. Não foi observado pelos autores diferenças quanto o percentual de casca em função dos níveis avaliados.

Fraser et al. (1998) mencionam que a base da casca do ovo consiste em uma matriz protéica sendo possível que o aumento no consumo de aminoácidos sulfurosos possa influenciar na síntese de proteínas nas membranas da casca. Entretanto este fato não foi percebido neste trabalho, pois o peso e a porcentagem de casca não foram afetados significativamente.

Maior percentual de gema foi obtido por Pavan et al. (2005), quando utilizaram combinações de 14 e 0,57 e 14 e 0,64% de proteína bruta e aminoácidos sulfurosos totais. Já os maiores percentuais de albúmen foram obtidos para as combinações de 17 e 0,57 e 17 e 0,64%, enquanto que Jordão Filho et al. (2006a), não observaram efeito de níveis metionina+cistina total sobre as porcentagens de gema, casca e albúmen para aves semipesadas no período de 20 a 44 semanas, onde os valores variaram de 24,93 a 25,73 de 10,10 a 10,33 e de 64,20 a 64,90% respectivamente, valores estes semelhantes aos observados neste trabalho.

Rodrigues et al. (1996) e Novak et al. (2004) também relataram que o aumento dos níveis de metionina+cistina na ração não alterou a qualidade da casca dos ovos. Dados estes reforçados por Silva et al. (2006), onde a qualidade da casca e a gravidade específica não foram afetados por diferentes níveis protéicos e de aminoácidos.

No entanto, Mendonça Jr. e Lima (1999) obtiveram redução da porcentagem e espessura da casca à medida que os níveis de metionina+cistina foram aumentados na ração.

Isto pode ser explicado pelo fato de que a metionina é um importante fator no controle do tamanho do ovo, pois à medida que se aumenta os níveis deste aminoácido na dieta aumenta-se o tamanho do ovo devido à maior deposição de gema como observado neste trabalho, porém a porcentagem de casca permanece inalterada.

Ao avaliarem diferentes relações de metionina+cistina:lisina total, sobre o desempenho produtivo e qualidade interna e externa dos ovos, bem como período de 28 dias de armazenamento, no período de 44 a 56 semanas de idade em poedeiras semipesadas Jordão Filho et al. (2006b), não observaram influência das relações dos aminoácidos sobre as porcentagens de gema e albúmen, havendo efeito do período de armazenamento, que levou à redução de peso e porcentagem de albúmen, concomitante ao aumento do peso e da porcentagem de gema. Para Barbosa et al. (2004), o aumento da porcentagem de gema está relacionado com a migração de água para a gema, que por sua vez carrega grandes moléculas de proteína que penetram na gema por osmose.

A maior porcentagem de gema em função do aumento dos níveis de metionina+cistina digestível pode estar relacionada à formação da colina a partir de metionina, somadas aos fosfolipídios para formar as lipoproteínas da gema. Segundo Rostagno et al. (2005), a exigência de colina para poedeiras em produção seria de 20 mg/ave/dia.

O conteúdo lipídico da gema é produzido continuamente no fígado e transportada ao ovário, considerando que no magno ocorre maior síntese de proteína para o albúmen que é segregado em um período médio de 3 horas (Novak et al., 2004). De acordo com esses autores, mudanças na concentração de aminoácidos no sangue como resultado da ingestão destes na alimentação ocasionam maiores efeitos na taxa de síntese de nutrientes no magno que no fígado.

Neste sentido, a síntese de proteína no tecido do magno pode ser afetada por alterações na concentração dos aminoácidos no sangue. Contudo, o aumento da ingestão de metionina+cistina digestível no presente trabalho não proporcionou aumento na porcentagem de albúmen, embora tenha aumentado a produção de albúmen, que pode ser explicado pelo aumento no peso dos ovos.

Cupertino et al. (2009), ao avaliaram diferentes níveis de suplementação de aminoácidos sulfurosos em aves leves e semipesadas no período de 54 a 70 semanas de idade, constataram efeito de linhagem sobre os componentes internos dos ovos. Poedeiras leves apresentaram menor quantidade de albúmen e maior quantidade de gema em comparação aos ovos das aves semipesadas, demonstrando a influência dos fatores genéticos sobre tais parâmetros. Os autores não observaram efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis

sobre o peso de albúmen dos ovos de poedeiras leves e semipesadas e sobre o peso da gema dos ovos das aves semipesadas. Entretanto, assim como no presente trabalho, houve aumento linear na quantidade de gema dos ovos só que para as aves leves.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de metionina+cistina digestíveis estudados sobre os pesos iniciais e finais e o ganho de peso das aves no período de 50 a 66 semanas de idade (Tabela 6).

Tabela 6 - Ganho de peso de poedeiras alimentadas com rações com diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 50 a 66 semanas de idade.

Níveis de met+cist. digestível (%)	Peso inicial (g/ave)	Peso Final (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)
0,572	1836,50 ± 76,85	2065,42 ± 145,27	228,92 ± 204,21
0,613	1865,83 ± 90,83	2147,83 ± 129,37	282,00 ± 144,41
0,653	1920,00 ± 62,21	2084,50 ± 82,56	164,00 ± 100,46
0,693	1861,33 ± 77,77	2151,21 ± 155,84	289,87 ± 181,80
0,734	1902,67 ± 102,04	2060,50 ± 104,53	157,83 ± 156,55
Média	1877,27 ± 82,95	2101,89 ± 124,11	224,62 ± 160,27
CV(%)	-	6,01	71,84
Probabilidade	-	NS	NS
	-	($P>0,05$)	($P>0,05$)

NS – não significativo; CV - coeficiente de variação

Ao contrario do observado neste trabalho Jordão Filho et al. (2006a) obtiveram efeito quadrático sobre o peso vivo final das aves, com valor máximo no nível de 0,77% de metionina+cistina total, enquanto que o ganho de peso aumentou de forma linear com o aumento dos níveis. Resultados contrários aos de Togashi et al. (2002) e Bunchasak e Silapasorn (2005), que não observaram efeito dos níveis de metionina+cistina da ração sobre o ganho de peso em poedeiras, entretanto, estes dois últimos observaram incremento de gordura abdominal com o aumento dos níveis de metionina. Sá et al. (2007) não encontraram influência de níveis de metionina+cistina entre linhagens de aves sobre ganho de peso, no entanto, aves leves tiveram ganho de 132g enquanto as semipesadas registraram perda de 551g no período de 34 a 50 semanas.

Diferentemente Cupertino et al. (2009) observaram perda de peso corporal em ambas as linhagens no final do período experimental de 54 a 70 semanas de idade, porém a perda de peso foi maior nas poedeiras leves pelo fato de terem produção 5,7% superior em relação às semipesadas. Os níveis de metionina+cistina digestível da dieta (0,492; 0,544; 0,596; 0,648; 0,700%) proporcionaram efeito quadrático e linear sobre a perda de peso das aves

semipesadas e leves, respectivamente. A perda de peso foi menor à medida que se aumentou os níveis de metionina+cistina digestível na dieta das poedeiras leves.

Segundo os autores ficou evidente que as perdas de peso mais significativas ocorreram quando as aves foram alimentadas com o menor nível de metionina+cistina (0,492%), provavelmente porque o desbalanço aminoacídico foi mais acentuado. Outra explicação para a perda de peso das aves alimentadas com o nível de (0,492%) é que este não foi suficiente para suprir as necessidades diárias de aminoácidos sulfurosos, levando as aves a lançar mão de suas reservas corporais e conseqüente perda de peso. No entanto, não foi observado efeito de perda de peso em função dos níveis de metionina+cistina avaliados neste trabalho. A não obtenção de efeito dos níveis de metionina+cistina digestível neste trabalho sobre o ganho de peso deve-se pela alta dispersão dos dados explicados pelo alto valor do CV.

4 – CONCLUSÃO

Com base nos parâmetros de desempenho e qualidade de ovos avaliados, o menor nível avaliado, de 0,572% de metionina+cistina digestível foi suficiente para suprir as necessidade diárias de aminoácidos sulfurosos para poedeiras semipesadas da linhagem *Shaver Brown*, no final do primeiro ciclo de produção.

5 - REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, G.A.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Varios methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, v.72, p.2038-2043, 1993.
- AHMAD, H.A.; ROLAND, D.A.; BRYANT, M.M. Effects of increased light and added methionine on molted hens. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, n.4, p.373-380, 1997.
- AHMAD, H.A.; ROLAND, D.A. Effect of environmental temperature and total sulfur amino acids on performance and profitability of laying hens: An econometric approach. **Journal Applied Poultry Research**, 12: 476-482, 2003. Poultry Science Association, Inc. 2003.
- BARBOSA, B.A.C.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de metionina+cistina para galinhas poedeiras de ovos brancos e marrons, no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.526-533, 1999.
- BARBOSA, M.J.B.; BOTTI, D.G.; MURAKAMI, A.E. et al. Níveis de aminoácidos sulfurados para poedeiras comerciais leves com 45 semanas. In: 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande, MS. **Anais...** 2004.
- BRAKE, J.; THAXTON, P.; GARLICH, J.D. et al. Comparison of fortified group corn and pullet grower feeding regimes during a forced molt on subsequent layer performance. **Poultry Science**, v.58, p.785-790, 1979.
- BRUMANO, G. **Níveis de metionina+cisteína digestíveis em rações para poedeiras leves, nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 88p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- BUNCHASAK, C.; SILAPASORN, T. Effects of adding methionine in low-protein diet on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions. **International Journal of Poultry Science**. v.4, n.5, p.301-308, 2005. Asian Network for Scientific Information, 2005.
- BUNCHASAK, C.; POOSUWAN, K. NUKRAEW, R. et al. Effect of dietary protein on egg production and immunity responses of laying hens during peak production period. **International Journal of Poultry Science**. v.4, n.9, p.701-708, 2005. Asian Network for Scientific Information, 2005.
- CALDERON, V.M.; JENSEN, L.S. The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. **Poultry Science**, v.69, n.6, p.934-944, 1990.
- 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).
- CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S et al. Biodisponibilidade de fontes de metionina para poedeiras leves na fase de produção mantidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2383-2388, 2009.

CUPERTINO, E.S. **Exigências nutricionais de lisina, de metionina+cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 54 a 70 semanas de idade.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CUPERTINO, E.S.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de metionina+cistina digestíveis para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1238-1246, 2009.

FRASER, A.C.; BAIN, M.M; SOLOMON, S.E. Organic protein matrix morphology and distribution in the palisade layer of eggshells sampled at selected periods during lay. **British Poultry Science**, v.39, p.225-228, 1998. (Abstr.).

GOULART, C.C. **Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas.** 1997. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.

HARMS, R.H. Influence of protein level in the resting diet upon performance of force rested hens. **Poultry Science**, v.62, n.2, p.273-276, 1983.

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

HARMS, R.H.; RUSSELL, G.B. Performance of commercial laying hens fed diets with various levels of methionine. **Journal Applied Poultry Research**, v.12, p.449-455, 2003. Poultry Science Association, Inc. 2003.

JORDÃO FILHO, J. **Estimativa das exigências nutricionais e avaliação da relação lisina:metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas em produção.** Areia, PB: Universidade Federal da Paraíba, 2004. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, 2004.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1063-1069, 2006a (supl.).

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. et al. Efeito da relação metionina+cistina sobre os desempenhos produtivo e econômico e a qualidade interna e externa dos ovos antes e após 28 dias de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1735-1743, 2006b (supl.).

JUNQUEIRA, O.M. LAURENTIZ, A.C. FILARDI, R.S. et al. Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. **Journal Applied Poultry Science**. v.15, p.110-115, 2006. Poultry Science Association Inc., 2006.

KOELKEBECK, K.W.; BAKER, D.H.; HAY, Y. et al. Research note: effect of excess lysine, methionine, theonine o tryptophan on production performance of laying hens. **Poultry Science**, v.70, n.7, p.1651-1653, 1991.

KOELKEBECK, K.W.; PARSONS, C.M.; LEEPER, R.W. et al. Effect of supplementation of a low-protein corn molt diet with amino acids on early postmolt laying hen performance. **Poultry Science**, v.72, n.8, p.1528-1536, 1993.

LEMME, A. La efectividade biológica de la metionina hidroxí análoga es menor que la DL-metionina-base fisiológica. **Amino News**TM, v.2, n.2, p.7-10, 2001.

MENDONÇA Jr, C.X.; LIMA, F.R. Efeito dos níveis de proteína e de metionina da dieta sobre o desempenho de galinhas poedeiras após a muda forçada. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.36, n.6, 1999.

NARVÁEZ-SOLARTE, W. **Exigência em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 57p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

NARVÁEZ-SOLARTE, W.; ROSTAGNO, H.S.; SOARES, P.R. et al. Nutritional requirements in Methionine+Cystine for white-egg laying hens during the first cycle of production. **International Journal of Poultry Science**. v.4, n.12, p.965-968, 2005. Asian Network for Scientific Information, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994. 155p.

NOVAK, C.L.; YAKOUT, H.S.; SCHEIDELER, S. et al. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.977-984, 2004.

PAVAN, A.C.; MÓRI, C.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.2, p.568-574, 2005.

PETERSEN, C.F.; SAUTER, E.A; STEELE, E.E. et al. Use of methionine intake restriction to improve egg shell quality by control of egg weight. **Poultry Science**, v.62, p.2044-2047, 1983.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; LOPES, D. J. et al. Exigência de metionina mais cistina e de lisina para codornas japonesas na fase de crescimento e de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1174-1181, 2003.

RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; OLIVEIRA, B.C. et al. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de aminoácidos sulfurosos totais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.248-260, 1996.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; BÜNZEN, S.; SAKOMURA, N.K. et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.295-304, 2007.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de metionina+cistina para poedeiras leves no período de 34 a 50 semanas de idade. In: 41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2004, Campo Grande, **Anais...**, Campo Grande: MS: UCDB, 2004. CD-ROM.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência nutricional de metionina+cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.6, p.1837-1845, 2007.

SAFAA, H.M.; SERRANO, M.P.; VALENCIA, D.G. et al. Effects of the levels of methionine, linoleic acid, and added fat in the diet on productive performance and egg quality of Brown laying hens in the late phase of production. **Poultry Science**, v.87, p.1595-1602, 2008.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Níveis nutricionais de lisina, de metionina + cistina e de treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p. 1099-1104, 2010.

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

SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J. et al. Redução dos níveis protéicos e suplementação com metionina e lisina em rações para poedeiras leves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.491-496, 2006.

SNYDER, E.S. **Eggs, the production, the identification and retention of quality in eggs**. Guelph: Ontario Agricultural College, 1961. 90p.

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

STRINGHINI, J.H.; FILHO, R.M.J.; PEDROSO, A.A. et al. Nutrição no período pré-postura, pico e pós-pico de poedeiras comerciais. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005, Santos. **Anais...**, Santos: SP, Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2005. v.2, p.171-189.

TOGASHI, C.K.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.R.N. et al. Determinação de níveis de metionina+cistina para poedeiras semipesadas alimentadas com rações contendo levedura seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1426-433, 2002 (supl.).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**. Viçosa, MG: 1999. 59p. (Manual do usuário).

VARELA, E.V. **Níveis nutricionais de metionina + cistina digestíveis em poedeiras Hy-Line W36 com base no conceito de proteína ideal**. Maringá, 2009. 34p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.

CAPÍTULO 03

NÍVEIS NUTRICIONAIS DE METIONINA+CISTINA DIGESTÍVEL PARA POEDEIRAS SEMIPESADAS DE 75 A 91 SEMANAS DE IDADE

RESUMO

POLESE, Clauber. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, abril de 2011. **Níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas de 75 a 91 semanas de idade.** Orientador: Ricardo Vianna Nunes.

Realizou-se um experimento com o objetivo de determinar as exigências nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras da linhagem Shaver Brown no segundo ciclo de produção de 75 a 91 semanas de idade, utilizando-se 150 aves semipesadas num delineamento inteiramente casualizado, distribuídas em cinco tratamentos, seis repetições e cinco aves por unidade experimental, alimentadas com uma ração basal contendo 2.850 kcal/kg EM, 16,00% de PB, suplementada com 0,132; 0,173; 0,215; 0,256 e 0,298% de DL-metionina (99%), de forma a proporcionar 0,588; 0,628; 0,669; 0,709 e 0,750% de metionina+cistina digestível. Os níveis de metionina+cistina obedeceram, respectivamente, as relações de 67, 72, 77, 81 e 86% com a lisina fixada em 0,872%. Avaliaram-se os consumos de ração e de metionina+cistina, a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos, a taxa de postura, o peso e a massa de ovos, a porcentagem dos componentes dos ovos, a qualidade interna dos ovos e o ganho de peso. Os níveis de metionina+cistina digestível não exerceram efeito ($P>0,05$) sobre as características de produção e qualidade interna e externa dos ovos. O menor nível avaliado de 0,588% de metionina+cistina digestível foi suficiente para suprir as necessidades diárias das aves, correspondendo ao consumo de 654,73 mg/ave/dia.

Palavras-chave: aminoácido digestível, aves de postura, muda forçada, qualidade do ovo.

ABSTRACT

POLESE, Clauber. Paraná West State University, 2011, April. **Nutritional levels of digestible methionine + cystine to brown-egg laying hens from 75 to 91 weeks of age.**

Adviser: Ricardo Vianna Nunes.

Aiming to determine the nutritional requirements of digestible methionine + cystine for Shaver Brown hens in the second production cycle, from 75 to 91 weeks of age, an experiment was accomplished. One hundred and fifty Shaver Brown hens were used in a completely randomized design, distributed in five treatments, six replicates and five birds per experimental unit. The hens were fed a basal diet containing 2,850 kcalME/kg, 16% CP supplemented with 0.132, 0.173, 0.215, 0.256 and 0.298% of DL-methionine (99%), in order to provide tested levels of 0.588, 0.628, 0.669, 0.709 and 0.750% of digestible methionine+cystine. The Methionine + cystine:lysine relations were, respectively, 67, 72, 77, 81 and 86%, with lysine fixed at 0.872%. The following parameters were evaluated: feed intake, methionine + cystine intake, feed conversion per dozen eggs and egg mass, percentage of the eggs, egg weight and mass, percentage of egg components, internal quality of eggs and weight gain. Levels of Methionine + cystine had no effect ($P>0.05$) on production characteristics and internal and external quality of eggs. The lowest level evaluated, of 0.588% digestible methionine + cystine, was sufficient to supply the daily needs of the birds, corresponding to 654.73 mg/hens/day of consumption.

Keywords: digestible amino acid, laying hens, molting, egg quality.

1 – INTRODUÇÃO

Poedeiras comerciais são normalmente criadas até 70 semanas de idade, quando se encerra o primeiro ciclo de produção. No entanto a técnica de muda forçada é muito utilizada afim de promover a muda de penas em galinhas poedeiras com o objetivo de utilizá-las por mais um ciclo de produção.

Programas de muda são utilizados para prolongar a vida produtiva das poedeiras, porém, uma produtividade satisfatória durante o segundo ciclo somente é atingida se as aves tiverem condições nutricionais adequadas para garantir uma boa recuperação dos componentes corporais e retorno rápido à produção de ovos (MENDONÇA Jr. e LIMA, 1999).

No período de pós muda, Laurentiz et al. (2005) mencionam que um dos principais nutrientes requeridos pelas aves são os aminoácidos, e, como a preocupação atual da sociedade está relacionado ao meio ambiente, as rações estão sendo formuladas com menores quantidades de proteína bruta, e são suplementadas com aminoácidos industriais, a fim de minimizar a excreção de nitrogênio no ambiente. No entanto, toma-se o cuidado para que o desempenho zootécnico das aves de postura não seja prejudicado.

Para otimizar a produção de ovos comerciais em aves submetidas a muda forçada é necessário a suplementação suficiente de nutrientes e debater sobre os requerimentos para manutenção e produção. Contudo, os fatores intrínsecos relacionados aos requerimentos nutricionais não são de fácil estudo, e entre estes fatores os de maior importância estão à linhagem genética, taxa de postura e produção em massa de ovos, principalmente no segundo ciclo de produção (JUNQUEIRA et al., 2006).

Os avanços no conhecimento do metabolismo protéico e a disponibilidade de aminoácidos industriais e sua produção em escala comercial e a preços compatíveis, tem permitido aos nutricionistas formular dietas mais próximas da exigência animal, resultando em melhor aproveitamento da proteína dietética, com menores custos e produção de resíduos menos nocivos ao meio ambiente. Outra grande vantagem do uso de aminoácidos industriais é a possibilidade de se estabelecer uma relação ideal entre todos os aminoácidos na dieta, através do conceito de proteína ideal, tendo como resultado a redução dos níveis protéicos da ração (SCHMIDT, 2006).

Laurentiz et al. (2005) recomendam que o nível de 0,60% de aminoácidos sulfurosos totais é suficiente para o período de pós muda e segundo ciclo de produção. Contudo, Schmidt et al. (2009) propõem exigência de metionina+cistina digestível de 0,698%, correspondendo o

consumo mínimo de 786 mg de metionina+cistina/ave dia para poedeiras semipesadas no período de 79 a 95 semanas de idade.

Assim, o objetivo deste trabalho foi de determinar os níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas da linhagem Shaver Brown no segundo ciclo de produção, no período 75 a 91 semanas de idade.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Pequenos Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, *Campus* de Dois Vizinhos – PR no período de outubro de 2009 a fevereiro de 2010.

O clima da região é do tipo pluvial temperado mesotérmico, enquadrando-se de acordo com a classificação de Köppen no tipo Cfa com temperaturas do mês mais frio entre -3 a 18°C, sendo freqüentes as geadas. Clima úmido, sem estação seca, com chuvas distribuídas em todos os meses do ano e com temperatura do mês mais quente acima de 23°C.

Foram utilizadas 150 poedeiras semipesadas da linhagem *Shaver Brown* com 75 semanas de idade, após o período de muda forçada, com peso médio de $1.766,40 \pm 84,81$ gramas. A seleção e a distribuição das aves nas unidades experimentais foi realizada de acordo com o peso vivo e produção (Sakomura e Rostagno 2007), distribuídas em cinco tratamentos, seis repetições e cinco aves por unidade experimental em um delineamento inteiramente casualizado. As rações foram fornecidas diariamente, três vezes ao dia em comedouros tipo calha sendo a água fornecida em bebedouros tipo *nipple* (taça).

Nas fases de cria, recria e produção, as aves foram manejadas conforme descrito no respectivo manual da linhagem. Na fase de produção, as aves foram alojadas em gaiolas (50 x 40 x 50 cm) dispostas em um galpão de postura em alvenaria (8,5 x 20 m), fechado com tela anti-pássaro nas laterais e coberto com telha de barro em duas águas, tendo orientação leste-oeste, pé-direito de 2,80 m de altura, apresentando quatro conjuntos de duas fileiras de gaiolas sobrepostas, separadas por corredor central de 1,5m, sendo utilizada apenas uma fileira central. Durante a fase de produção o fotoperíodo foi de 16 horas/luz, sendo 12 horas naturais e 4 horas artificiais.

Para determinação da exigência nutricional em metionina+cistina digestível, foram formuladas rações isoenergéticas e isonutritivas, exceto para os níveis de metionina+cistina digestível, variando em cinco níveis de suplementação de DL-metionina. Os níveis foram obtidos a partir de uma ração basal deficiente em metionina+cistina digestível, suplementada com 0,132; 0,173; 0,215; 0,256 e 0,298% de DL-metionina, obtendo-se os níveis testados de 0,588; 0,628; 0,669; 0,709; 0,750% de metionina+cistina digestível e as relações (metionina+cistina digestível:lisina digestível) de 67; 72; 77; 81; e 86% nas rações para poedeiras semipesadas. Os demais nutrientes contidos nas rações atenderam as recomendações preconizadas por Rostagno et al. (2005).

Tabela 7 – Composição das dietas experimentais no período de 75 a 91 semanas de idade.

Ingredientes	Nível de metionina+cistina (%)				
	0,588	0,628	0,669	0,709	0,750
Milho (8,66%)	63,79	63,83	63,89	63,92	63,97
Farelo de soja (48,31%)	21,55	21,48	21,42	21,35	21,28
Calcário	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
Óleo de soja	2,13	2,11	2,08	2,05	2,03
Fosfato bicálcico	2,10	2,10	2,10	2,11	2,11
Sal comum	0,349	0,350	0,350	0,350	0,350
L-lisina HCl	0,212	0,214	0,216	0,219	0,221
Premix vitamínico e mineral ¹	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DL-metionina	0,132	0,173	0,215	0,256	0,298
L-treonina	0,101	0,102	0,103	0,104	0,105
L-triptofano	0,0225	0,0230	0,0230	0,0237	0,0240
Butil-hidroxi-tolueno ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Proteína bruta (%)	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	2850	2850	2850	2850	2850
Cálcio (%)	4,21	4,21	4,21	4,21	4,21
Fósforo disponível (%)	0,485	0,485	0,485	0,486	0,486
Sódio (%)	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156
Potássio (%)	0,634	0,633	0,631	0,630	0,629
Lisina digestível (%)	0,873	0,872	0,872	0,873	0,873
Metionina digestível (%)	0,364	0,404	0,446	0,486	0,527
Met+cist digestível (%)	0,588	0,628	0,669	0,709	0,750
Treonina digestível (%)	0,610	0,610	0,610	0,610	0,610
Triptofano digestível (%)	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181
Valina digestível (%)	0,667	0,666	0,665	0,663	0,662
Arginina digestível (%)	0,946	0,944	0,942	0,940	0,938
Leucina digestível (%)	1,353	1,351	1,350	1,348	1,346
Isoleucina digestível (%)	0,596	0,595	0,594	0,592	0,591
Histidina digestível (%)	0,409	0,409	0,408	0,407	0,406
Fenilalanina digestível (%)	0,728	0,726	0,725	0,724	0,722

¹ Níveis de garantia/kg do produto: Vit. A 3.997.500 UI, Vit. D3 2.880.000 UI, Vit. E, 7.500 UI, Vit. K3 1.500 mg, Vit. B1 750mg, Vit. B2 2.505 mg, Vit. B6 1.500mg, Vit. B12 7.500 mcg, Ác. Nicotínico 12.500mg, Ác. Pantotênico 4.005mg, Biotina 50mg, Ác. Fólico 500mg, Ferro 25.000mg, Cobre 5.000mg, Zinco 30.000mg, Manganês 40.000mg, Selênio 128mg, Iodo 500mg, Cobalto 500mg, Bacitracina de Zinco 25.000mg, Antioxidante 15g, Veículo q.s.p. 1.000,0g.

² Butil-hidroxi-tolueno – antioxidante.

Os aminogramas e o teor de proteína bruta dos ingredientes milho e farelo de soja foram analisados por NIRs.

Antes de iniciar o período experimental, procedeu-se a distribuição das aves, padronizando-as por peso corporal e porcentagem de postura onde se estabeleceu um mínimo de 50% para ministrar as dietas experimentais. O controle da produção de ovos foi realizado de modo a permitir a uniformização das aves nos tratamentos.

O ensaio experimental teve duração de 16 semanas, dividido em quatro períodos de 28 dias para coleta de dados, com os seguintes parâmetros avaliados:

Produção de ovos (nº ovos/ave/dia): computada diariamente e de acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental;

Consumo de ração (g/ave/dia): avaliado semanalmente, através da divisão da quantidade de ração consumida em cada unidade experimental pelo número de aves das unidades experimentais por semana. Na ocorrência de mortalidade na unidade experimental, o consumo de ração foi corrigido para tal;

Conversão alimentar (kg/dz) e (kg/kg): divisão do consumo total de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dz) e divisão do consumo médio de ração pela massa de ovos produzida (kg/kg);

Peso médio dos ovos (g): nos três últimos dias de cada um dos quatro períodos de 28 dias foram coletados todos os ovos, e após a identificação com o número de cada tratamento e repetição, foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,1g;

Densidade: após a identificação e pesagem, os ovos foram submetidos à avaliação de densidade, utilizando-se soluções salinas com densidades variando de 1,075 a 1,095.

Após a determinação da densidade, os ovos foram lavados em água destilada, secos com papel absorvente e procederam-se as análises de conteúdo dos ovos (unidade Haugh, índice de albúmen, índice de gema e espessura de casca) foram realizadas com paquímetro e micrometro digital, seguindo-se a metodologia descrita por Snyder (1961) para, posteriormente determinar as unidades Haugh, segundo a fórmula:

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

Sendo: H= altura do albúmen em mm; W= peso do ovo em gramas.

Para avaliação da qualidade interna dos ovos acima citada, foi realizada uma amostragem de quatro ovos por unidade experimental, dentro do peso médio. A média de peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos pelo número de ovos coletados, por unidade experimental. A massa de ovos foi expressa em gramas de ovos por ave/dia (g/ave/dia), multiplicando o peso médio dos ovos no período pelo número total de ovos produzidos no respectivo período, dividido pelo número total de aves dos dias relativo a esse período.

Para avaliação da porcentagem de gema, albúmen e casca, procedeu-se a quebra de dois ovos ($\pm 10\%$ do peso médio dos últimos três dias) por unidade experimental, e pesou-se a gema. As cascas permaneceram por no mínimo 48 horas em temperatura ambiente e posteriormente foram colocadas em estufa com circulação de ar a 65°C por 8 horas para

secagem completa e posterior pesagem. Para determinar a quantidade de albúmen foi realizado a subtração do peso do ovo íntegro, menos o peso da gema e da casca.

A espessura da casca foi determinada em dois pontos distintos do meridiano da mesma, utilizando-se para isso um micrometro digital com precisão de 0,001mm. 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:

Índice de albúmen = altura do albúmen (mm) / média dos diâmetros do albúmen (mm).

Índice de gema = altura de gema (mm) / média dos diâmetros da gema (mm).

O peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA) foi calculado utilizando-se a fórmula adaptada de Rodrigues et al. (1996):

PCSA = $[PC / (3,9782 \times PO^{0,7056})] \times 100$, em que: PC = peso da casca (g); PO = peso ovo (g).

O modelo estatístico empregado no experimento segue demonstrado abaixo:

$$Y_{ij} = m + t_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor da variável em estudo referente ao tratamento i;

m = efeito da média de todas as unidades experimentais em estudo;

t_i = efeito de tratamento i;

e_{ij} = erro associado à observação Y_{ij} ($e_{ij} = Y_{ij} - m$).

As exigências de metionina+cistina digestível foram estimados, utilizando as variáveis de desempenho e de qualidade dos ovos, por meio de análise de variância (ANOVA) e posteriormente aplicou-se análise de regressão polinomial, considerando-se o valor do R^2 , por intermédio do programa SAEG – Sistema para Análise Estatística e Genética (UFV, 1999).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestível sobre o consumo de ração, conversão alimentar por dúzia de ovos e conversão por massa de ovos ($P>0,05$), das poedeiras no período de 75 a 91 semanas de idade (Tabela 8), entretanto, o consumo de metionina+cistina teve aumento linear ($P<0,05$) devido ao aumento dos níveis do referido aminoácido na dieta das aves.

Tabela 8 - Desempenho de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de idade.

Níveis de met+cist (%)	Consumo ração (g/ave/dia)	Consumo met+cist (mg/ave/dia)	Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dz)	Conversão alimentar por massa de ovos (kg/kg)
0,588	111,35	654,73	1,504	1,923
0,628	112,33	705,46	1,520	1,968
0,669	111,77	747,76	1,483	1,877
0,709	111,13	787,88	1,505	1,948
0,750	110,91	831,85	1,505	1,948
Média	111,46	750,30	1,504	1,934
CV(%)	1,60	1,56	2,67	2,87
Probabilidade	NS ($P>0,05$)	L ($P<0,05$)	NS ($P>0,05$)	NS ($P>0,05$)
		Equação de regressão	Exigência	R ²
Consumo met+cist (mg/ave/dia)		15,366 + 1098,77X	0,588	0,96

NS – não significativo; L – efeito linear; CV – coeficiente de variação.

Barbosa et al. (1999), ao avaliarem níveis de metionina+cistina digestível (0,484; 0,534; 0,584; 0,634; 0,734% e 14,20% PB) não observaram efeito dos mesmos sobre o consumo de ração para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção de 82 a 97 semanas de idade. Relataram ainda que os maiores consumos foram observados no nível de 0,634%, equivalente 121g de ração/ave/dia. Com base nas respostas de desempenho os autores sugerem exigência de 0,655% de metionina+cistina digestível na ração correspondendo consumo diário de 760mg de metionina+cistina/ave/dia.

Semelhantemente, Mendonça Jr. e Lima (1999) não observaram efeito significativo para o consumo de ração quando da suplementação de metionina às dietas após muda forçada de 67 a 73 semanas de idade. Os melhores índices de conversão alimentar ocorreram quando a suplementação de metionina foi de 0,050%, para ração com 14,5% de PB e de 0,075% para

ração com 16,5% de PB, correspondendo aos níveis de 0,585 e 0,660% de metionina+cistina total, respectivamente. Diferentemente, Baião et al. (1999) não obtiveram efeito dos níveis de metionina+cistina total (0,58; 0,61; 0,63; 0,65%) sobre a conversão alimentar.

Laurentiz et al. (2005), observaram menor consumo de ração em relação aos encontrados neste trabalho, quando avaliaram três níveis de metionina+cistina total (0,45%; 0,60%; 0,75%), para poedeiras semipesadas após muda forçada de 74 a 86 semanas de idade. Entretanto, não observaram diferença estatística entre os níveis de 0,60 e 0,75%, onde o consumo de ração foi de 105,98 e 110,94 g/ave/dia, respectivamente. Já para o nível de 0,45% o consumo foi de 94,15 g/ave/dia. A conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos obtida pelos autores foram maiores aos observados no presente trabalho, com valores de 1,960, 1,721, e 1,715 kg/dz e 2,643, 2,206, e 2,172, kg/kg para os níveis avaliados (0,45; 0,60 e 0,75%) respectivamente. Esta maior conversão alimentar é explicada pela menor taxa de produção obtida pelos autores.

Junqueira et al. (2006) encontraram consumo médio de ração de 112,40 a 106,98, ao avaliarem dieta com diferentes níveis de proteína (16; 18 e 20% PB) e energia metabolizável (2850; 2950 e 3050 kcal/kg) com níveis de metionina+cistina total de 0,68 e 0,70% sendo o maior consumo registrado para as rações contendo 16% de PB e 2850 kcal/kg, após muda forçada, no período de 76 a 84 semanas de idade. Entretanto, não encontraram efeito significativo para conversão alimentar por massa de ovos, que foram menores aos observados neste trabalho, com variação de 1,664 a 1,793 e 1,615 a 1,755 para os níveis de energia e proteína, respectivamente.

Schmidt et al. (2009), ao avaliarem níveis de metionina+cistina digestível (0,490; 0,542; 0,594; 0,646 e 0,648%) para poedeiras semipesadas no período de 75 a 95 semanas de idade, obtiveram resultados para consumo de ração, que variaram de 108,94 a 113,21 g/ave/dia, semelhantes aos encontrados neste trabalho, porém, observaram efeito quadrático para essa variável, o mesmo ocorreu para a conversão por massa de ovos. No entanto, o consumo de metionina+cistina teve aumento linear e a conversão alimentar por dúzia de ovos teve redução linear à medida que se aumentou os níveis de metionina+cistina na dieta. Os resultados de conversão alimentar obtidos pelos autores foram maiores aos observados neste experimento com valores de 1,73 a 1,94 kg/dúzia e de 2,11 a 2,26 kg/kg, respectivamente.

As diferenças entre os resultados obtidos neste trabalho e os dados de literatura podem estar relacionadas à maior exigência de metionina+cistina das aves no segundo ciclo de postura (Jordão Filho et al. 2006). Segundo Rodrigues et al. (1996), as aves durante o segundo ciclo de produção, apresentam elevada exigência de aminoácidos sulfurados para a

recuperação do empenamento, pois as penas são constituídas quase exclusivamente de aminoácidos sulfurados. No entanto, esta maior exigência não foi constatada neste trabalho já que as aves encontravam-se empenadas e os níveis de metionina+cistina digestível avaliados não tiveram efeito sobre os parâmetros de desempenho e de qualidade de ovo.

Não houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestível sobre a taxa de postura, peso e massa de ovos ($P>0,05$) em poedeiras semipesadas no período de 75 a 91 semanas de idade (Tabela 9).

Tabela 9 – Taxa de postura, peso e massa de ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de idade.

Níveis de met+cist (%)	Taxa de Postura (%)	Peso dos ovos (g)	Massa de ovos (g/ave.dia)
0,588	87,92	65,90	57,95
0,628	86,98	65,69	57,15
0,669	88,66	67,21	59,59
0,709	86,96	65,64	57,07
0,750	86,25	66,03	56,95
Média	87,30	66,08	57,69
CV(%)	2,89	1,75	3,38
Probabilidade	NS	NS	NS
	($P>0,05$)	($P>0,05$)	($P>0,05$)

NS – não significativo; CV – coeficiente de variação.

Mendonça Jr. e Lima (1999) observaram efeito da adição de metionina sobre o peso médio de ovos, sugerindo 0,610% de metionina+cistina total para ração contendo 14,5% PB e 0,635% para ração com 16,5% PB, obtendo peso médio de ovo de (62,8 e 63,2g), respectivamente, sendo inferior aos deste trabalho em aproximadamente 4,37%. Porém, não observaram efeito dos níveis de metionina+cistina sobre a taxa de postura.

Ao contrário, Junqueira et al. (2006) não observaram efeito dos níveis de metionina+cistina total sobre a produção, peso e massa de ovos. No entanto, Laurentiz et al. (2005) observaram aumento linear para as mesmas variáveis, sugerindo o nível de 0,60% para o período de pós muda e segundo ciclo de produção.

Ao avaliar diferentes níveis de metionina+cistina (0,484; 0,534; 0,584; 0,634; 0,684; 0,734%) Barbosa et al. (1999) obtiveram efeito quadrático dos níveis de sobre a produção, peso e massa de ovos e estimaram exigência de 0,597, 0,600 e 0,604% de metionina+cistina digestível, respectivamente, em rações contendo 14,20% de proteína bruta.

Narvaez-Solarte (1996) verificou que níveis superiores a 0,684% de metionina+cistina totais na dieta podem causar efeitos negativos na produção de ovos, por promover desequilíbrio aminoacídico tendo como efeito a redução da síntese protéica com o aumento no catabolismo do aminoácido limitante. Toda via este efeito negativo provocado por altos níveis de metionina+cistina na dieta não foram observados no presente trabalho.

Liu et al. (2004), não observaram efeito da suplementação de metionina+cistina total sobre os parâmetros produtivos, quando a relação metionina+cistina:lisina foi mantido em 0,75 em poedeiras com 70 semanas de idade no início do segundo ciclo de produção. Porém, obtiveram efeito dos níveis de proteína (15,22; 16,24 e 17,52%), aumentando o desempenho produtivo à medida que estes foram acrescentados na dieta.

Schmidt et al. (2009) obtiveram aumento linear dos níveis de metionina+cistina digestível sobre a taxa de postura, porém o peso médio de ovos observado pelos autores foi relativamente maior (67,93g) e massa de ovo relativamente menor (50,58g) com efeito quadrático para essas duas variáveis. Os autores sugerem exigência igual ou superior a 0,698%, correspondendo a um consumo mínimo de 786 mg/ave/dia de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas no período de 79 a 95 semanas de idade.

Os resultados obtidos no presente trabalho em função do consumo de ração variaram de 6,15 a 8,85 mg/g de metionina digestível para a variável peso de ovo, já pra a variável massa de ovo estes valores variaram 6,99 a 10,26 mg/g. Quando comparado o consumo de metionina+cistina os valores variaram de 9,93 a 12,60 mg/g de metionina+cistina digestível para a variável peso de ovo, já pra a variável massa de ovo estes valores variaram de 11,30 a 14,61 mg/g, valores estes superiores aos relatados na literatura.

Não houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestível sobre os parâmetros de qualidade, Unidade Haugh, índice de gema e de albúmen ($P>0,05$) dos ovos de poedeiras semipesadas no período de 75 a 91 semanas de idade (Tabela 10).

Tabela 10 – Unidade Haugh, índice de gema e de albúmen dos ovos de poedeiras alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de idade.

Níveis de met+cist (%)	Unidade Haugh	Índice de gema	Índice de albúmen
0,588	67,60	0,399	0,058
0,628	67,79	0,396	0,058
0,669	69,63	0,388	0,059
0,709	66,73	0,402	0,058
0,750	66,17	0,388	0,054
Média	67,50	0,395	0,057
CV(%)	7,87	2,72	14,82
Probabilidade	NS	NS	NS
	(P>0,05)	(P>0,05)	(P>0,05)

NS – não significativo; CV - coeficiente de variação.

Laurentiz et al. (2005) e Junqueira et al. (2006) não obtiveram diferença estatística para Unidade Haugh em adição de metionina+cistina na dieta. Já Schmidt et al. (2009) observaram efeito quadrático dos níveis para esta característica.

O valor médio de unidade Haugh obtido por Schmidt et al. (2009) foi de 85,20, valor este superior ao observado neste trabalho. Os autores obtiveram ainda maior índice de gema com valores que variaram de 0,488 a 0,507 com efeito quadrático para esta variável, não observaram efeito significativo para índice de albúmen com valores que variaram de 0,098 a 0,108, também superiores aos do presente trabalho.

Os maiores índices de gema obtidos por Schmidt et al. (2009) pode ser explicado pelo fato de que os mesmos obtiveram maior peso médio de ovos (67,92g) com o aumento no consumo de metionina+cistina, o que pode contribuir para um maior peso de gema. A maior porcentagem de gema em função do aumento dos níveis de metionina+cistina digestível pode estar relacionada à formação da colina a partir de metionina, somadas aos fosfolipídios para formar as lipoproteínas da gema no fígado. Os autores não observaram efeito dos níveis de metionina+cistina digestíveis sobre a porcentagem e peso de gema.

Outro aspecto a ser levado em consideração é que quanto maiores os ovos maiores são os efeitos da gravidade sobre a mensuração da altura da gema e albúmen. Ou seja, maiores são as chances de encontrar valores menores de altura dos componentes dos ovos de maior peso. Esses valores contribuem de maneira direta no cálculo dos índices de gema e de albúmen e da unidade Haugh. Porém, não foi observado neste trabalho efeito dos níveis de

metionina+cistina digestível sobre o peso dos ovos o que explica os resultados obtidos para índice de gema e albúmen.

Brumano (2008) menciona que vários fatores podem afetar a qualidade interna dos ovos como o tempo de armazenamento, a idade das aves, a temperatura ambiente, tipos de aparelhos utilizados para determinar as diversas medições, sendo, portanto, comum verificar diferentes respostas nos ensaios experimentais para os parâmetros de qualidade interna de ovos.

Não houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestível sobre a densidade, espessura de casca, porcentagem de gema, casca e albúmen e peso de casca por superfície de área ($P>0,05$) dos ovos de poedeiras semipesadas no período de 75 a 91 semanas de idade (Tabela 11).

Tabela 11 – Densidade, espessura de casca, porcentagem de gema, de casca e de albúmen dos ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de idade.

Níveis de met+cist (%)	Densidade	Espessura (mm)	% Gema	% Casca	% Albúmen	PSCA g/cm ²
0,588	1,0849	0,450	26,51	9,55	63,94	8,18
0,628	1,0842	0,445	25,78	9,45	64,77	8,16
0,669	1,0836	0,459	26,27	9,48	64,24	8,18
0,709	1,0838	0,442	26,89	9,43	63,69	8,12
0,750	1,0834	0,448	25,86	9,53	64,61	8,24
Média	1,0840	0,448	26,27	9,49	64,24	8,18
CV(%)	0,27	4,16	4,97	4,89	2,67	4,63
Probabilidade	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	($P>0,05$)	($P>0,05$)	($P>0,05$)	($P>0,05$)	($P>0,05$)	($P>0,05$)

PSCA - Peso de casca por superfície de área; NS – não significativo; CV - coeficiente de variação

Amaefule et al. (2004) concluíram que a suplementação de metionina não teve efeito significativo sobre parâmetros produtivos e características de qualidade de ovo em aves semipesadas. Porém, obtiveram peso médio de ovo semelhante aos observados neste trabalho (66 g), menor espessura e porcentagem de casca de 0,23 mm e 8,64%, respectivamente.

Os resultados de densidade são condizentes aos encontrados por Mendonça Jr. e Lima (1999) e Junqueira et al. (2006). Já a espessura de casca diferem dos resultados encontrados por Baião et al. (1999); Mendonça Jr. e Lima (1999); Lurentiz et al. (2005) e Junqueira et al. (2006), embora os dois últimos autores não tenham obtido diferença significativa, os valores foram inferiores em 17,13; 17,09; 18,00 e 22% aos deste trabalho, respectivamente.

Schmidt et al. (2009) não observaram efeito estatístico dos níveis de metionina+cistina para porcentagem de gema, casca e albúmen. Diferentemente dos resultados de Mendonça Jr. e Lima (1999) e Lurentiz et al. (2005) que encontraram valores médios para porcentagem de casca (9,13; 9,67%), respectivamente.

A base da casca do ovo consiste em uma matriz protéica sendo possível que o aumento no consumo de aminoácidos sulfurosos possa influenciar na síntese de proteínas nas membranas da casca (Fraser et al., 1998). Entretanto, este fato não foi percebido neste trabalho, pois o peso e a porcentagem de casca não foram afetados significativamente.

Maiores percentuais de casca (9,99%) foram obtidos por Junqueira et al. (2006) com o nível de metionina+cistina de 0,45%, isso explica que os aminoácidos sulfurosos estão diretamente relacionados ao tamanho do ovo podendo, portanto, pode-se aumentar a qualidade de casca manipulando-se os níveis de metionina+cistina das rações (LAURENTIZ et al., 2005).

Não houve efeito dos níveis de metionina+cistina digestível sobre o peso inicial e final, bem como no ganho de peso das aves ($P>0,05$) (Tabela 12).

Tabela 12 - Ganho de peso médio de poedeiras alimentadas com rações com diferentes níveis de metionina+cistina digestível no período de 75 a 91 semanas de idade.

Níveis de met+cist (%)	Peso inicial (g/ave)	Peso Final (g/ave)	Ganho de peso (g/ave)
0,588	1745,67 ± 72,18	1908,51 ± 38,41	162,84 ± 45,12
0,628	1794,67 ± 101,69	1965,72 ± 168,23	171,06 ± 171,44
0,669	1779,33 ± 92,69	1924,37 ± 65,12	145,03 ± 150,23
0,709	1777,00 ± 68,74	2002,97 ± 200,61	225,97 ± 185,30
0,750	1735,33 ± 99,41	1898,07 ± 65,50	162,73 ± 152,13
Média	1766,40 ± 84,81	1939,92 ± 122,96	173,52 ± 38,15
CV(%)	4,98	6,46	86,04
Probabilidade	-	NS	NS
	-	($P>0,05$)	($P>0,05$)

NS – não significativo; CV - coeficiente de variação.

Bunchasak et al. (2005) não obtiveram efeito dos níveis de metionina (0,26; 0,29; 0,33%) e de proteína bruta (14; 16; 18%) sobre o ganho de peso em aves semipesadas. Já Schmidt et al. (2009) observaram efeito quadrático para o peso final e ganho de peso em poedeiras semipesadas no período de 79 a 95 semanas de idade, estimaram a exigência de 0,598% de metionina+cistina digestível para ganho de peso. A não obtenção de efeito dos

níveis de metionina+cistina digestível neste trabalho sobre o ganho de peso deve-se pela alta dispersão dos dados explicados pelo alto valor do CV.

Carvalho et al. (2009) observaram redução de peso das aves ao avaliarem rações com 14,30% PB e suplementação de metionina, no entanto, essa redução de peso também apresentou dispersão dos dados como observado neste trabalho. Os autores observaram maior redução de peso com os menores níveis de suplementação de metionina.

4 - CONCLUSÃO

Com base nos parâmetros de desempenho e qualidade de ovos avaliados, o menor nível avaliado, de 0,588% de metionina+cistina digestível, foi suficiente para suprir as necessidade diárias deste aminoácido para poedeiras semipesadas da linhagem *Shaver Brown*, durante o segundo ciclo de produção.

REFERÊNCIAS

- AMAEFULE, K.U.; OJEWOLA, G.S.; UCHEGBU, E.C. The effect of metionine, lysine ond/or vitamin C (ascorbic acid) supplementation on egg production and egg quality characteristics of layers in the humid tropics. **Livestock Research for Rural Development**, v.16, n.9, 2004. Art. 64. Retrieved March 23, 2011, from: <http://www.Irrd.org/Irrd16/9/amae16064.htm>
- BAIÃO, N.C.; FERREIRA, M.O.O.; BORGES, F.M.C. et al. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.3, jun., 1999.
- BARBOSA, B.A.C.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência nutricional de metionina+cistina para galinhas poedeiras de ovos brancos e marrons, no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.526-533, 1999.
- BRUMANO, G. **Níveis de metionina+cisteína digestíveis em rações para poedeiras leves, nos períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 88p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- BUNCHASAK, C.; POOSUWAN, K.; NUKRAEW, R. et al. Effect of dietary protein on egg production and immunity responses of laying hens during peak production period. **International Journal of Poultry Science**, v.4, n.9, p.701-708, 2005.
- CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Biodisponibilidade de fontes de metionina para poedeiras leves na fase de produção matidas em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2383-2388, 2009.
- FRASER, A.C.; BAIN, M.M; SOLOMON, S.E. Organic protein matrix morphology and distribution in the palisade layer of eggshells sampled at selected periods during lay. **British Poultry Science**, v.39, p.225-228, 1998. (Abstr.).
- JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de metionina+cistina para poedeiras semipesadas do início de produção até o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1063-1069, 2006a (supl.).
- JUNQUEIRA, O.M. LAURENTIZ, A.C. FILARDI, R.S. et al. Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. **Journal Applied Poultry Science**. v.15, p.110-115, 2006. Poultry Science Association Inc., 2006.
- LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S.; RODRIGUES, E.A. et al. Níveis de aminoácidos sulfurados totais para poedeiras semi-pesadas após a muda forçada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1, p.164-168, jan-fev, 2005.
- LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M.M.; ROLAND, D.A. Influence of added synthetic lysine for first phase second cycle commercial legohrns with the methionine+cystine/lysine ratio maintained at 0.75. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.3, p.220-227, 2004. Asian Network for Scientific Information 2004.

MENDONÇA Jr, C.X.; LIMA, F.R. Efeito dos níveis de proteína e de metionina da dieta sobre o desempenho de galinhas poedeiras após a muda forçada. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.36, n.6, 1999.

NARVÁEZ-SOLARTE, W. **Exigência em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 57p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.

RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; OLIVEIRA, B.C. et al. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de aminoácidos sulfurosos totais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.248-260, 1996.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.

SAKOMURA N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SCHMIDT, M. **Níveis nutricionais de lisina, de metionina+cistina e treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 91p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SCHMIDT, M. GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Níveis de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.10, p.1962-1968, 2009.

SNYDER, E.S. **Eggs, the production, the identification and retention of quality in eggs**. Guelph: Ontario Agricultural College, 1961. 90p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas**. Viçosa, MG: 1999. 59p. (Manual do usuário).