DIOGO DO VALLE GAMBARO

Nutrição proteica de poedeiras comerciais

Pirassununga

2014

DIOGO DO VALLE GAMBARO

Nutrição proteica de poedeiras comerciais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Lucio Francelino Araújo

Pirassununga

2014

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2975
FMVZ

Gambaro, Diogo do Valle

Nutrição proteica de poedeiras comerciais / Diogo do Valle Gambaro. -- 2014.
62 f. f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2014.

Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.

Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Lucio Francelino Araújo.

1. Aminoácidos. 2. Metionina. 3. Poedeiras. 4. Proteína. 5. Produção de ovos. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Comissão de Ética no Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Nutrição proteica de poedeiras comerciais", protocolado sob o nº 3036/2013, utilizando 640 (seissentas e quarenta) aves, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo, foi aprovado em reunião de 16/10/2013 e está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

We certify that the Research "Protein nutrition of laying hens", protocol number 3036/2013, utilizing 640 (six hundred forty), under the responsibility Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo, was approved in the meeting of day 16/10/2013 and agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Ethic Committee in the Use of Animals of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo.

São Paulo, 25 de março de 2014.

Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: Gambaro, Diogo do Valle

Título: Nutrição proteica de poedeiras comerciais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

*Aos meus pais Jair e Marilena e minha irmã Luísa, pelo apoio e incentivo em todas as
escolhas de minha vida...*

Aos meus avós Olímpio e Angelina, e Ramom e Angelina...

À minha namorada Camila...

Dedico!!

Agradecimentos

Agradeço a minha prima Juliana por ter me mostrado a profissão de zootecnista.

Aos meus pais, Jair e Marilena por sempre apoiarem minhas escolhas, por serem pessoas maravilhosas e mostrarem os caminhos certos a seguir.

A minha namorada Camila pela enorme ajuda na confecção da minha dissertação, pelo companheirismo, pelo amor e por ser a pessoa maravilhosa que é.

A todos os meus companheiros de trabalho da Agrocerec Multimix principalmente Rafael, Livya, Fabio e Patricia, por segurarem a barra durante minhas ausências para assistir as disciplinas em Pirassununga.

À Agrocerec por valorizar seus funcionários e investir na formação e capacitação destes.

Ao Leandro Hackennhar por ter acreditado em meu trabalho e me dar a oportunidade de trabalhar no time da Agrocerec.

Ao meu grande amigo e parceiro Cachorrinho (Gustavo), que por diversas vezes me hospedou em sua casa e pelas varias cervejas que tomamos juntos.

Aos meus colegas contemporâneos de mestrado Carinha, Papi, Esther, Tyla, Cabide, Frodo, Perna, Xibungo, Gnomio, Julio.

À todos da família SDP, sempre juntos e sempre de bom humor botando fogo e fazendo todos andarem para frente.

Ao professor Lucio pela oportunidade e por acreditar que seria possível a conciliação de trabalho e mestrado.

Aos companheiros e funcionários do departamento de Avicultura da FMVZ.

Agradeço a Deus pela proteção e por tudo que tenho em minha vida.

“A vida é para quem topa qualquer parada. Não para quem para em qualquer topada”

Bob Marley

RESUMO

GAMBARO, D. V. **Nutrição proteica de poedeiras comerciais.** [Protein nutrition of commercial laying hens]. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

O estudo consistiu em quatro experimentos com o objetivo de avaliar a redução proteica e níveis de metionina+cistina sobre o desempenho e qualidade de ovos (produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar, peso de ovo e fatores de qualidade dos ovos, unidade Haugh, espessura de casca, resistência à quebra, pigmentação de gema, gravidade específica) de poedeiras comerciais leves e semipesadas de 24 a 40 semanas de idade. Em cada experimento, foram utilizadas 240 poedeiras comerciais distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 8 aves por unidade experimental com 10 repetições. Os níveis dos aminoácidos, treonina, triptofano e valina foram mantidos os mesmos em todos os tratamentos através da suplementação de aminoácidos sintéticos. No primeiro e segundo experimentos avaliaram-se três níveis de proteína bruta (15,4%, 16,4% e 17,4%) em dietas para aves leves (experimento I) e aves semipesadas (experimento II) das linhagens Bovans White e Bovans Brown, respectivamente. No experimento I não foram observadas diferenças estatísticas para os parâmetros relacionados à qualidade da casca do ovo, nem mesmo para altura de albúmen e peso do ovo. A redução do nível proteico da dieta para 16,4% não afetou o desempenho das poedeiras leves ($P < 0,05$). No experimento II, não houve diferenças estatísticas para os parâmetros avaliados. Nos experimentos III e IV avaliou-se o efeito de dois níveis de proteína bruta (16,4% e 17,4%) e dois níveis metionina+cistina (0,66% e 0,77) em dietas para aves leves (experimento III) e aves semipesadas (experimento IV) das linhagens Bovans White e Bovans Brown. No experimento III a qualidade de ovo não foi influenciada pelos tratamentos. Houve interação entre os níveis de proteína bruta e aminoácidos sulfurados para as variáveis de produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentar por dúzia de ovos. As aves alimentadas com a dieta com 15,4% de proteína bruta apresentaram menor produção de ovos quando comparado às aves que receberam dietas com níveis de AAST elevados e com PB elevada. As aves alimentadas com 17,4% de PB e 0,77% de aminoácidos sulfurados apresentaram maior consumo e pior conversão alimentar ($P < 0,05$). O aumento no nível de AAST resultou em maior peso do ovo. No experimento IV houve interação entre os fatores estudados, sendo que as aves alimentadas com níveis mais baixos de PB e AAST (16,4% e 0,66%, respectivamente), apresentaram menor produção de ovos e pior

conversão alimentar. Para a variável peso de ovos, houve efeito dos níveis de AAST, sendo que as aves alimentadas com 0.77% produziram ovos com maior peso ($P < 0,05$).

Palavras-chave: Aminoácidos. Metionina. Poedeiras. Proteína. Produção de ovos.

ABSTRACT

GAMBARO, D. V. **Protein nutrition of commercial laying hens**. [Nutrição proteica de poedeiras comerciais]. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.

The study consisted of four experiments to evaluate the effect of protein and reduced levels of methionine+cystine on the performance and egg quality (egg production, feed intake, feed conversion, egg weight and egg quality factors, Haugh unit, shell thickness, breaking strength, yolk pigmentation) of light and semi heavy weight laying hens with 24-40 weeks of age. In each experiment 240 laying hens were distributed in a completely randomized design with 8 birds per experimental unit with 10 replicates. Levels of, threonine, tryptophan and valine were kept the same in all treatments by supplementation of synthetic aminoacid. In experiments I and II were evaluated three levels of crude protein (15.4%, 16.4% and 17.4 %) on diets for light Bovans White hens (experiment I) and Bovans Brown semi heavy weight (experiment II). In the first experiment there was no statistical differences in the parameters related to the quality of the egg shell, even for albumen height and egg weight were observed. The reduction of the protein level of the diet to 16.4% did not affect the performance of laying hens ($P<0.05$). In experiment II there were no statistical differences in the parameters evaluated. In experiments III and IV evaluated the effect of two levels of crude protein (16.4% and 17.4%) and two methionine + cystine levels (0.66% and 0.77%) on diets for light Bovans White hens (experiment III) and Bovans Brown semi heavy weight (experiment IV). In experiment III the egg quality was not affected by treatments. There was interaction between the levels of crude protein and sulfur aminoacids for the variables of egg production, feed intake and feed conversion per dozen eggs. Hens fed diets with lower protein levels had lower egg production when compared to hens fed diets with high levels of TSAA and high CP. Hens fed with diets with 17.4% of CP and 0.77% of sulfur aminoacids had higher intake and worse feed conversion ($P<0.05$). The increase in the level of TSAA resulted in higher egg weight. In experiment IV there was interaction between the factors studied, where lower levels of CP and TSAA (16.4% and 0.66 %, respectively), had lower egg production and lower feed conversion. For egg weight, there was effect of TSAA. Hens fed diets with 0.77% of TSAA produced heavier eggs ($P<0.05$).

Keywords: Aminoacids. Methionine. Protein. Laying Hens. Egg Production.

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AA	Aminoácidos
AAE	Aminoácidos essenciais
AANE	Aminoácidos não essenciais
AAS	Aminoácidos sulfurados
AAST	Aminoácidos sulfurados totais
AASD	Aminoácidos sulfurados digestíveis
LIS	Lisina
PB	Proteína bruta

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Recomendações de relações aminoacídicas de diferentes autores.....	17
Tabela 2 -	Composição e níveis nutricionais das dietas experimentais.....	32
Tabela 3 -	Produção de ovos, consumo de ração diário, conversão alimentar, gravidade específica, peso de ovo, altura de albúmen, cor da gema, unidade haugh, resistência da casca e espessura de casca de poedeiras leves recebendo dietas com diferentes níveis proteicos.....	34
Tabela 4 -	Produção de ovos, consumo de ração diário, conversão alimentar, gravidade específica, peso de ovo, altura de albúmen, cor da gema, unidade haugh, resistência da casca e espessura de casca de poedeiras semipesadas recebendo dietas com diferentes níveis proteicos.....	37
Tabela 5 -	Composição e níveis nutricionais das dietas experimentais.....	46
Tabela 6 -	Efeito dos níveis de PB e AAST sobre as variáveis gravidade específica, resistência a quebra, espessura de casca, cor da gema, unidade Haugh e altura de albúmen de poedeiras leves.....	48
Tabela 7 -	Efeito dos níveis de PB e AAST sobre as variáveis produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar e peso de ovo de poedeiras comerciais leves.....	49
Tabela 8 -	Interação entre PB e AAST para as variáveis produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentar de poedeiras comerciais leves.....	49
Tabela 9 -	Efeito dos níveis de PB e AAST sobre as variáveis gravidade específica, resistência a quebra, espessura de casca, cor da gema, unidade Haugh e altura de albúmen de poedeiras semipesadas.....	54
Tabela 10 -	Efeito dos níveis de PB e AAST sobre as variáveis produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar e peso de ovo de poedeiras comerciais semipesadas.....	55
Tabela 11 -	Interação entre PB e AAST para as variáveis produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentar de poedeiras comerciais semipesadas.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Interação entre PB e AAST para produção de ovos.....	50
Figura 2 -	Interação entre PB e AAST para consumo de ração.....	52
Figura 3 -	Interação entre PB e AAST para conversão alimentar por dúzia de ovos.....	54
Figura 4 -	Interação entre PB e AAST para produção de ovos.....	56
Figura 5 -	Interação entre PB e AAST para a variável conversão alimentar.....	58

Sumário

CAPÍTULO I:

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. REVISÃO DE LITERATURA	15
1.1.1 Proteína, aminoácidos e exigências	15
1.1.2 Lisina	18
1.1.3 Metionina, metionina+cistina	20
REFERÊNCIAS	23

CAPÍTULO II: Redução proteica na dieta de poedeiras comerciais

RESUMO	28
ABSTRACT	29
2. INTRODUÇÃO.....	30
2.1 MATERIAL E MÉTODOS	31
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
2.3 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39

CAPÍTULO III: Níveis de proteína e de aminoácidos sulfurados na dieta de poedeiras comerciais

RESUMO	42
ABSTRACT	43
3 INTRODUÇÃO	44
3.1 MATERIAIS E MÉTODOS	45
3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.3 CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	60

Capítulo I

1. INTRODUÇÃO

A avicultura de postura é uma atividade em pleno crescimento no Brasil, ocupando hoje a sétima posição no ranking mundial de países produtores de ovos. Em 2010 o consumo per capita no Brasil foi de 141 ovos/habitante/ano, passando em 2012 a 161 ovos/habitante/ano. Para garantir a produção de ovos e sustentar a elevação do consumo per capita, nos últimos 10 anos, o alojamento anual de pintainhas de postura aumentou perto de 45%, índice que corresponde a um incremento médio superior a 4% ao ano (AVISITE, 2013).

O aumento na produção de ovos não se deve somente à elevação no alojamento, mas também ao melhoramento genético que vem tornando as aves mais produtivas, com menor peso corporal e melhor conversão alimentar (BRUMANO et al., 2010). Nos últimos 30 anos, a capacidade produtiva das poedeiras comerciais cresceu 40% e o consumo de ração reduziu cerca de 10%, gerando aves mais exigentes aos diversos fatores produtivos como: ambiência, manejo, sanidade e principalmente a nutrição (JOLY, 2010).

Dentro deste contexto, a nutrição de poedeiras comerciais representa cerca de 70% do custo de produção, e a fração proteica da dieta de 23 a 30% deste custo. Em um cenário onde os custos dos insumos vêm se elevando, principalmente o farelo de soja, diversos estudos são realizados visando a redução de proteína das dietas, buscando a otimização dos custos de produção.

Para reduzir a proteína bruta das dietas, pesquisadores utilizam o conceito de proteína ideal. Com a disponibilidade dos aminoácidos industriais é possível fornecer o balanço exato de aminoácidos, evitando deficiência ou excessos, atendendo a necessidade de manutenção e de produção (COSTA et al., 2001).

O conceito de proteína ideal considera para a formulação os aminoácidos digestíveis, reduzindo possíveis erros de suplementação por excesso ou deficiências destes nutrientes, quando comparado a uma formulação com base em aminoácidos totais (BRUMANO, 2008). Entretanto, é necessário conhecer com precisão a composição aminoacídica dos ingredientes (CASARTELLI et al., 2005).

A estimativa da composição dos aminoácidos digestíveis de ingredientes comumente utilizados na nutrição de poedeiras é dependente de diversos fatores: características do alimento, fatores antinutricionais, processamento, armazenamento e metodologia de

determinação. O processamento dos alimentos por alta pressão e temperatura tem influência direta na digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes, principalmente em subprodutos de oleaginosas e cereais da indústria agrícola (CASARTELLI et al., 2005; BRUMANO, 2008).

A metodologia de determinação *in vivo* dos coeficientes de digestibilidade é outro fator que pode influenciar na estimativa de composição aminoacídica dos alimentos. Atualmente, o método mais aceito utiliza galos cecotomizados com alimentação forçada e, através de equações de predição, são determinados os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos para poedeiras (ROSTAGNO et al., 1999).

Além da influência dos fatores inerentes à determinação da composição aminoacídica dos alimentos, o conhecimento das exigências das aves no momento da formulação tem grande importância na redução de níveis proteicos. As exigências de aves de postura são afetadas pela combinação de fatores genéticos, idade, temperatura ambiente e níveis dietéticos, além do aspecto sanitário da granja (D'MELLO, 1994). Para a aplicação do conceito de proteína ideal e, conseqüentemente, a redução de proteína bruta das dietas é necessário conhecer as exigências dos aminoácidos, suas relações e a sequência dos aminoácidos limitantes.

Em frangos de corte a ordem dos aminoácidos limitantes já é bastante conhecida. Nas dietas utilizadas no Brasil à base de milho, farelo de soja e farinha de carne e ossos, os três primeiros aminoácidos limitantes são metionina, lisina e treonina. A valina é o quarto aminoácido e em seguida isoleucina, arginina e triptofano (AJINOMOTO, 2012). De acordo com Joly (2010), para galinhas poedeiras alimentadas com dietas a base de milho, farelo de soja e farinha de carne, a metionina e lisina são o primeiro e segundo limitante respectivamente, o triptofano seria o terceiro, seguido de isoleucina e valina, no entanto, existem poucos estudos que determinam a ordem de aminoácidos limitantes para poedeiras comerciais.

Em função dos diversos fatores citados anteriormente, os nutricionistas ainda trabalham com níveis elevados de proteína bruta. A suplementação de aminoácidos industriais já é bastante difundida no mercado de poedeiras comerciais, porém, é viável economicamente apenas a suplementação de lisina, metionina e treonina. Segundo Souza (2009), a formulação com base nos aminoácidos digestíveis e proteína ideal para poedeiras comerciais apresentam resultados controversos estando longe de um consenso. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis proteicos e níveis de metionina+cistina sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais leves e semipesadas.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1 PROTEÍNA, AMINOÁCIDOS E EXIGÊNCIAS

As proteínas são as moléculas mais abundantes na natureza, estando presentes em todas as células e organelas celulares. São compostas por 20 aminoácidos, os quais são rearranjados em sequências e combinações diferentes, desenvolvendo varias funções e originando diversas moléculas como enzimas, hormônios, anticorpos, transportadores moleculares, fibras musculares, penas, unhas, pelos, proteínas do ovo. (NELSON; COX, 2004).

Este grupo de 20 aminoácidos são classificados em 2 grupos, os aminoácidos essenciais e os não essenciais. Os aminoácidos essenciais não podem ser sintetizados pelo animal, ou são necessários muitos passos metabólicos para sua síntese, sendo necessária a ingestão via alimentação para suprir suas exigências. Os aminoácidos não essenciais podem ser sintetizados através dos essenciais e de outros nutrientes da ração (BETERCHINI, 2006), por exemplo, a tirosina e a cistina podem ser sintetizadas a partir da fenilalanina e da metionina respectivamente (FERNANDES, 2012). Scott et al. (1982), comentam sobre a importância da suplementação adequada de todos os aminoácidos essenciais para que a síntese dos não essenciais ocorra normalmente.

As aves, assim como outros animais, possuem uma exigência diária de proteínas, ou seja, necessitam uma determinada quantidade de aminoácidos para manter suas funções vitais, reprodutivas e produtivas. Portanto, para poedeiras comerciais o ajuste no nível de aminoácidos da dieta é essencial, devido a grande demanda destes nutrientes para a síntese do ovo, albúmen e gema. A deficiência dos aminoácidos lisina e metionina afeta a síntese de proteínas do fígado, do magno e do restante do oviduto (HIRAMOTO, 1990). Segundo Pesti (1992), a capacidade de armazenamento de proteína das poedeiras é limitada, sendo assim, é imprescindível que o consumo de ração e a quantidade de proteína da dieta estejam adequados, possibilitando o máximo potencial produtivo.

A exigência de aminoácidos é influenciada por vários fatores como linhagem, densidade, temperatura e umidade, status sanitário, níveis energéticos da dieta, consumo de ração e digestibilidade das matérias primas utilizadas em rações.

Existem hoje no Brasil diversas linhagens de poedeiras comerciais, as quais possuem características diferentes, e consequentemente, diferentes exigências proteicas e aminoacídicas (AJINOMOTO, 2012). A cada ano as empresas de genética melhoram suas linhagens, tornando-as mais precoces, mais leves, mais produtivas e com melhor conversão alimentar. Em função dessa melhora na conversão alimentar, a exigência aminoacídica tem se elevado. Segundo JOLY (2010), entre os anos de 1971 a 2000, para manter uma massa de ovo de 59g, a recomendação de lisina total na dieta se elevou de 0,48% para 0,70% e o consumo de metionina de 360 para 455 mg/ave/dia

A idade das aves é outro fator que altera a exigência proteica, ou seja, aves de postura no período de crescimento apresentam exigências de proteína e aminoácidos mais elevadas, em função do menor consumo de ração, elevada taxa de síntese muscular, crescimento dos órgãos internos e tecidos, e desenvolvimento do sistema imune.

As dietas a base de milho e soja não são capazes de suprir a exigência de metionina que se torna o primeiro aminoácido limitante. A suplementação de aminoácidos industriais hoje é uma prática indispensável na avicultura de postura principalmente a suplementação de metionina. Com a disponibilidade de alguns aminoácidos sintéticos como a DL-metionina, L-lisina, L-triptofano, L-treonina e L-valina e diante das pesquisas sobre exigências aminoacídicas das aves, diversos estudos (PAVAN et al., 2005; SILVA, 2006; SILVA et al., 2006; ALMEIDA et al., 2008; OLIVEIRA, 2010), tem sido realizados visando a redução proteica das dietas em função da suplementação dos aminoácidos industriais utilizando o conceito de proteína ideal. Segundo Rostagno et al. (2006), o conceito de proteína ideal visa atender exatamente a exigência para manutenção e deposição proteica, e para que isso aconteça, os aminoácidos devem estar contidos na dieta em quantidades exatas.

A formulação com base na proteína ideal deve suprir as exigências dos 20 aminoácidos tanto os essenciais quanto os não essenciais (VAN HEUGTEN; VAN KEMPEM, 1999), permitindo a redução do nível de proteína bruta de uma dieta sem que ocorram perdas no desempenho animal, reduzindo a excreção de nitrogênio no meio ambiente, e em certas ocasiões reduzindo o custo das dietas (SUIDA, 2001).

Os aminoácidos essenciais devem ser fornecidos em proporção a um aminoácido referência, isto possibilita a estimativa das exigências dos demais aminoácidos a partir da determinação da exigência do aminoácido referência. No caso de monogástricos este aminoácido é a lisina (FILHO et al., 2006). As recomendações de relações aminoacídicas podem ser encontradas nos manuais de linhagens, tabelas de exigência (Tabelas brasileiras,

NRC, INRA, FEDNA). Entretanto, existem certas divergências quanto às recomendações, demonstradas na tabela 1.

Tabela 1 - Recomendações de relações aminoacídicas de diferentes autores

Aminoácido	Jais et al. (1995)	Leeson and Summers (2005)	Rostagno (2011)	Bregendahl et al. (2008)	Coon and Zhang (1999)	Manual Hy-line (2013)
	Digestível	Total	Digestível	Digestível	Digestível	Digestível
Lisina	100	100	100	100	100	100
Metionina	44	51	50	47	49	48
Met+Cis	--	88	91	94	81	83
Treonina	74	80	76	77	73	70
Triptofano	16	21	23	22	20	20
Arginina	82	103	100	--	130	107
Isoleucina	76	79	76	79	86	79
Valina	64	89	95	93	102	89

Adaptada de Lemme, 2009.

O conceito de proteína ideal, ou a formulação através de aminoácidos digestíveis possui diversos benefícios. Porém, para a aplicação total deste conceito, é de extrema importância o conhecimento exato da composição aminoacídica das matérias primas utilizadas na dieta, além do conhecimento da qualidade da matéria prima, processamento dos ingredientes, amostragem correta e representativa, consumo e idade das aves, temperatura e umidade ambiente, e níveis energéticos da ração.

Em escala comercial, hoje são utilizados para poedeiras, basicamente L-Lisina e DL-Metionina. O uso dos demais aminoácidos é pouco explorado devido aos custos elevados, limitando a utilização da formulação baseada na proteína ideal. A formulação com um mínimo de proteína bruta ainda é necessária para suprir exigências dos aminoácidos essenciais, e nitrogênio para síntese dos não essenciais. Em criações comerciais as metas de produção são raramente alcançadas com níveis de proteína bruta abaixo de 15%. A redução no nível de proteína bruta independente da suplementação de aminoácidos pode causar aumento na mortalidade e redução no escore de penas (LEESON; SUMMERS, 2009). No trabalho realizado por Ambrosen e Petersen (1997), foram fornecidas dietas variando de 11,1 a 19,3% de proteína bruta para poedeiras comerciais de linhagens leves e semipesadas, sendo observada redução no escore de penas e aumento da mortalidade nas aves alimentadas com dietas com níveis proteicos menores que 15,2% de PB.

Khajali et al. (2008), utilizaram aves da linhagem Hy-line w36 de 20 a 72 semanas de idade alimentadas com tratamentos de alta e baixa PB, mantendo a mesma relação de

AAS:LIS a entre os tratamentos, concluindo que os resultados de desempenho são satisfatórios em aves alimentadas com baixa proteína por pequenos períodos, porém, aves alimentadas com dietas de baixa PB por longos períodos possuem queda de desempenho devido a depleção nos estoques de proteína corporal.

1.1.2 LISINA

A Lisina é o segundo aminoácido limitante para aves em dietas à base de milho e farelo de soja sendo um aminoácido essencial para a manutenção, produção e crescimento das aves (ROCHA et al., 2009). Além de ser utilizada para a síntese proteica do ovo e da síntese de proteína corporal, pode ocasionar redução na postura de ovos em situações de excesso ou deficiência, por ser um aminoácido antagônico a arginina competindo pelos mesmos sítios de absorção (HIRAMOTO et al., 1990; PROCHASKA et al., 1993; COSTA et al., 2008). Por ser um aminoácido de fácil determinação analítica e por apresentar um metabolismo relativamente simples, se tornou o aminoácido base para estimar as relações de aminoácidos quando se utiliza o conceito de proteína ideal (ARAÚJO et al., 2002).

É um aminoácido produzido industrialmente com um custo relativamente baixo, sendo viável sua utilização em dietas para poedeiras. A exigência de lisina é afetada pela genética, idade das aves, níveis dietéticos, temperatura ambiente e parâmetro de produção desejado. Normalmente são recomendadas diferentes exigências de lisina quando os parâmetros analisados são peso de ovo, ou a produção. Segundo Brumano et al. (2010), para atingir o máximo de produção a exigência de lisina é menor do que para máximo peso de ovo. Sá et al. (2007), utilizando aves leves e semipesadas no período de 34 a 50 semanas de idade, encontraram exigências de lisina de 0,706% para máxima produção de ovos e 0,732% para maior massa de ovos para aves leves. Para linhagens semipesadas, exigências de 0,714% para maior produção de ovos e 0,715% para maior massa de ovos.

Com o aumento do consumo de ovos processados, os parâmetros de qualidade interna dos ovos (peso de gema, peso de albúmen e quantidade de sólidos totais) passaram a ter uma maior importância neste mercado (PROCHASKA et al., 1996). Segundo Faria (2003), a composição interna dos ovos pode ser alterada com a suplementação de lisina, aumentando a quantidade de sólidos totais e proteínas do ovo. Corroborando com essa afirmação, Prochaska

et al. (1996), ao avaliarem consumos diários de lisina variando de 677 a 1613 mg/ave/dia, encontraram melhora para as variáveis peso de ovos, peso de albúmen, proteínas e sólidos do albúmen conforme se elevou o consumo de lisina. Não foram observadas diferenças para produção, peso de gema, proteína e sólidos da gema.

Em estudo realizado por Liu et al. (2005), a suplementação de lisina em dietas com baixa proteína bruta (13,6 e 14,6% PB) melhorou a conversão alimentar, consumo de ração, produção de ovos e peso de ovos para os tratamentos com 13,6% de PB. Já as aves alimentadas com os tratamentos com 14,6% de PB, foram observadas apenas melhora na conversão alimentar.

Diversos estudos diferem quanto à recomendação de lisina para aves em primeiro ciclo. Bertechini et al. (1995), estimaram o consumo de 778 de lisina/ave para melhor conversão alimentar de poedeiras leves. Sá et al. (2007), observaram consumo de 859 e de 861 mg de lisina/ave/dia como exigência para conversão alimentar e produção de ovos, para maior massa de ovos um consumo de 893 mg de lisina/ave/dia. Filho et al. (2006), recomendam níveis de 0,92 e 0,84% ou consumo de 996 e 910 mg/ave/dia de lisina total e digestível respectivamente para poedeiras semipesadas em pico de produção. Para aves leves Rostagno et al. (2011), recomenda consumo de 736 mg/ave/dia de lisina digestível e 827 mg/ave/dia de lisina total, para aves semipesadas 774 e 870 mg/ave/dia de lisina digestível e total respectivamente.

Novack et al. (2004), trabalharam com aves da linhagem Dekalb Delta de 20 a 43 semanas de idade utilizando dois níveis de lisina (860 e 959 mg/ave/dia) e 4 níveis de AAS (635, 689, 811, 877 mg/ave/dia) os autores observaram resposta linear para peso do ovo a medida em que elevaram os níveis de lisina. Houve elevação no ganho de peso conforme se elevaram o nível de lisina da dieta. Os níveis de lisina utilizados não afetaram a produção de ovos.

Rocha et al. (2009), trabalharam com poedeiras Hy-line w36, fornecendo uma dieta controle com deficiência de lisina digestível 0,545% suplementando com seis níveis de L-Lisina, variando entre 0,545 a 0,77% de lisina digestível. Encontraram resposta linear ao aumento do nível de lisina para consumo de ração, consumo de lisina, produção de ovos, peso de ovos, massa de ovos e conversão alimentar/duzia de ovos. Não houve efeito sobre as características internas dos ovos, unidade haugh, e índice de gema. A exigência estimada foi de 0,77% de lisina na ração correspondente ao consumo de 759 mg de lisina digestível/ave/dia.

Utilizando poedeiras semipesadas de segundo ciclo Schmidt et al. (2009), forneceram dietas com cinco níveis de Lisina digestível (0,555; 0,605; 0,655; 0,705; e 0,755%). E encontraram resposta linear positiva para o consumo de lisina e quadrática para conversão alimentar por massa e peso de ovo, sendo que os componentes internos dos ovos não foram alterados. A estimativa de exigência de lisina digestível foi estimada em 0,681%, equivalendo consumo diário de 783 mg de lisina digestível. Utilizando o mesmo delineamento para aves leves no segundo ciclo, os mesmos autores encontraram exigências de consumo de 885 mg de lisina digestível/ave/dia em formulações com 0,755% de lisina digestível para melhor produção de ovos. Para as características consumo de lisina, conversão alimentar/dúzia e taxa de postura, houve efeito linear positivo. As variáveis de componentes dos ovos e qualidade não foram influenciadas pelos tratamentos.

1.1.3 METIONINA, METIONINA+ CISTINA

A metionina é um aminoácido com grande participação na exigência de manutenção por ser o principal doador de grupos metil (S-adenosilmetionina) nas reações metabólicas que ocorrem no organismo animal (LEESON; SUMMERS, 2009). Participa da síntese da cisteína que é utilizada na síntese de proteínas, penas, pêlos e formação da pele. Possui grande importância para os processos imunológicos, inflamatórios e o stresse, através da participação na síntese de glutathione, um potente antioxidante celular (TESSERAUD et al., 2008). Participa também da síntese de poliaminas, epinefrina, colina, melatonina, creatina e carnitina (BAKER et al., 1996).

Os 20 aminoácidos existentes na natureza são subdivididos em grupos de acordo com as semelhanças entre radicais de suas moléculas. O grupo dos sulfurados é composto por AA que contem átomos de enxofre em sua composição, sendo eles a metionina, cisteína e cistina. A denominação aminoácidos sulfurados ou metionina+cistina, é utilizada na determinação de exigências das aves, pois a metionina é o AA essencial precursor da cistina e cisteína, sendo sua exigência influenciada pelas quantidades de cistina e cisteína ingeridas pelas aves (BRUMANO, 2008). A cisteína é sintetizada a partir de metionina através de uma reação irreversível (BERTECHINI, 2006). Quando duas moléculas de cisteína se ligam através de

pontes dissulfeto formam a cistina, justificando as exigências e recomendações com a denominação de metionina+cistina (RADEMACHER, 2001).

Em dietas formuladas com milho e farelo de soja a exigência de metionina das aves não é atendida, tornando-se o primeiro aminoácido limitante para poedeiras (TOGASHI et al., 2002). Em geral, o balanço de aminoácidos e a retenção de nitrogênio são melhorados através da suplementação de metionina, tornando-se necessária a utilização deste aminoácido na sua forma industrial para que as aves expressem seu potencial genético (BUNCHASAK, 2005).

Segundo Harms e Russel (1998), tanto a metionina quanto a energia são reguladores de consumo. Estudos realizados por Pars e Summers (1991); Navaes e Solarte (1996) e Cupertino et al. (2009), encontraram reduções no consumo de ração em casos de deficiência de AAS. De acordo com Austic (1986), a deficiência de AAS no plasma emite sinais ao sistema nervoso central que ativa os mecanismos de inibição de consumo. Porém Beterchini (2006), salienta que as aves são capazes de ajustar seus consumos de ração em casos de pequenas deficiências de AA, sendo capazes de elevar o consumo de ração para suprir a necessidade de AAS em dietas com até 5% de redução de AA.

Harms e Russel (1998), utilizaram 3 níveis de metionina, 2 níveis de energia e 2 níveis de proteína para poedeiras comerciais e observaram efeito significativo para níveis de metionina e interação entre os níveis de metionina e energia. Portanto, a suplementação deste aminoácido deve ser bem ajustada de acordo com as exigências das aves, pois, de acordo com Filho et al. (2006), em casos de deficiência de metionina, o tamanho do ovo e a produção de ovos são afetadas. Em outro estudo, Mendonça et al. (1999), utilizaram tratamentos com (0%, 0,025%, 0,050%, 0,075% e 0,100%) de suplementação de DL-Metionina em dietas para aves pós-muda forçada, e observaram aumento linear do tamanho de ovo.

Baião et al. (1999), utilizando aves da linhagem Lohmann alimentadas com 4 níveis de metionina na dieta 0,29, 0,32, 0,34, 0,36%, observaram melhora ($P < 0,05$) na produção de ovos, tamanho de ovo, massa de ovos e consumo de ração comparando o tratamento controle (0,29% de metionina) com os demais.

Pavan et al. (2005), trabalhando com poedeiras ISA-Brown no final do primeiro ciclo de produção em experimento com delineamento fatorial com três níveis de proteína bruta (14; 15,5; 17%) e três níveis de AAST (0,57; 0,64; 0,71) observaram aumento no peso de ovos nos tratamentos com níveis mais elevados de AAST 0,71 e 0,64%.

Bunchasak e Silapasorn (2005), utilizaram em poedeiras semipesadas tratamentos com 4 níveis de metionina (0,26, 0,30, 0,38, e 0,44%) em dietas com 14% de PB comparadas com

um tratamento controle de 16% de PB. Não foi observado diferença para os parâmetros produtivos avaliados para as aves alimentadas com dietas contendo suplementação de 0,44% de metionina.

Trabalhos com exigências de AAS para poedeiras de linhagens semipesadas ainda são bastante escassos na literatura, mesmo assim, é possível observar que a exigência de AAS de aves semipesadas é maior do que para de aves leves. Devido ao maior peso corporal, essas linhagens possuem uma maior exigência de AA para manutenção. Em trabalho realizado por Cupertino et al. (2009), foram utilizados 5 níveis de AAS para aves brancas e vermelhas, das linhagens Lohmann LSL e Lohmann Brown, os níveis estudados tiveram influência sobre as variáveis produção, peso e massa de ovos. Foram estimados níveis de 0,645% de AAS correspondente a um consumo de 712 mg/ave/dia de metionina+cistina digestível para aves leves, e 0,655% AAS que corresponde ao consumo de 723 mg/ave/dia para aves semipesadas.

REFERÊNCIAS

- AJINOMOTO. **Aminoácidos na nutrição de frangos de corte**. 2012. Disponível em: <www.lisina.com.br> Acesso em: 23 out. 2013.
- ALMEIDA, V. R.; DIAS, A. N.; COUTO, F. A. P.; BUENO, C. F. D.; ARAÚJO L. G. C.; RODRIGUES, P. A.; NOGUEIRA, W. C. L.; CAMARGO, A. C. S.; GOMES, E.; FILHO, D. M. F. Níveis de proteína bruta e de energia metabolizável para poedeiras criadas em clima quente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008.
- AMBROSEN, T.; PETERSEN, V. E. The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers. **Journal of Poultry Science**, v. 76, n. 4, p. 559-63, 1997.
- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAUJO, C. S. S.; ARTORI, S. M. B.; FARIA, F. DE. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 195-202, 2002.
- AUSTIC, R. E. Biochemical description of nutritional effects. **Nutrient Requirements of Poultry and Nutritional Research**, v 34, n. 6, p. 59-77, 1986.
- AVISITE. **caderno de notícias**. 14 fev. 2014. Disponível em <<http://www.avisite.com.br/noticias/?codnoticia=14837>>. Acesso em: 16 fev. 2014.
- BAIÃO, N. C.; BORGES, F. M. O.; MONTI, A. E. M. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 3, p. 271-274, 1999.
- BAKER, D. H.; FERNANDEZ, S. R.; WEBEL, D. M. Sulfur amino acid requirement and cystine replacement value of broiler chicks during the period three to six weeks post-hatching. **Poultry Science**, v. 75, n. 6, p. 7337-7342, 1996.
- BERTECHINI, A. G.; TEIXEIRA, A. S.; LIRA, V. M. C. Níveis de lisina para poedeiras comerciais leves na fase de pico de postura. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais....** Curitiba: 1995. p. 75.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301 p.
- 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**. 2008. 89 p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Visoça, 2008.
- BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; ROCHA, T. C.; MELLO, H. H. C. Níveis de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1984-1992, 2010.
- 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. **Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 5, p. 301-308, 2005.

CASARTELLI, E. M.; FILARDI, R. S.; JUNQUEIRA, O. M.; LAURENTIZ, A. C.; ASSUENA, V. D. K. Commercial Laying Hen Diets Formulated According to Different Recommendations of Total and Digestible Amino Acids. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 7, n. 3, p. 177-180, 2005.

COSTA, G. F. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S.; JUNIOR, J. G. V. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, 2001.

CUPERTINO, E. S.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; DONZELE, J. L.; SCHIMIDT, M.; MELLO, H. H. C. 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.

FARIA, D. E.; JUNQUEIRA, O. M.; SOUZA, P. A.; TITO, E. A. L. Desempenho, temperatura corporal e qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com vitaminas D e C em três temperaturas ambiente. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, v. 3, n. 1, p. 49-56, 2001.

FERNANDES, M. N. S. **Aminoácidos digestíveis na nutrição de frangos de corte**. 2012. Disponível em: <www.nutritime.com.br> Acesso em: 23 out. 2013.

FILHO, J. J.; SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; MARTINS, T. D. D.; RABELO, C. B. 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, 2006.

FILHO, J. J.; SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, P. B. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1728-1734, 2006.

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

HIRAMOTO, K.; MURAMATSU, T.; OKUMURA, J. Effect of methionine and lysine deficiencies on protein synthesis in the liver and oviduct and in the whole body of laying hens. **Poultry Science**, v. 69, p. 84-89, 1990.

JOLY, P. **Reevaluation of amino acid requirements for laying hens: lysine requirements**. 2010. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/reevaluation-amino-acid-requirements-t1537/141-p0.htm>>. Acesso em: 26 dez. 2013.

KHAJALI, F.; KHOSHOUIE, E. A.; DEHKORDI, S. K.; HEMATIAN, M. Production performance and egg quality of hy-line w36 laying hens fed reduced-protein diets at a constant total sulfur amino acid:lysine ratio. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, n. 3, p. 390-397, 2008.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 3. ed. University of Guelph Guelph, Ontario, Canada, 2009. p. 413

LEMME, A. Amino acid recommendations for laying hens. **Lohmann Information**, v. 44, n. 2, p. 21, 2009.

LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0.75. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 14, n. 1, p. 174 - 182, 2005.

MENDONÇA, J.; 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, p. 332-338, 1999

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger - Principles of biochemistry**. 4.ed. New York: Freeman, 2004. 1100p.

NOVAK, C.; YAKOUT, H.; SCHEIDELER, S. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. **Poultry Science**, v. 83, n. 6, p. 977-84, 2004.

OLIVEIRA, C. F. S. **Suplementação aminoacídica e balanço eletrolítico em dietas com redução protéica para poedeiras comerciais**. 2010. 52p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2010.

PAVAN, A. C.; MORI, C.; GARCIA, E. A.; SHERER, M. R.; PIZZOLANTE, C. C. 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, p. 568-574, 2005.

PESTI, G. M. Temperatura ambiente e exigências de proteína e aminoácidos para poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras, 1992. p. 208-219.

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. 1268-77, 1996.

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

RADEMACHER, M. Por qué es importante considerar la proporción "mínima" de metionina sobre metionina + cistina total en las dietas de cerdos? **Amino News**, v. 1, n. 1, p. 7-10, 2001.

ROCHA, T.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; BARRETO, L. S. T.; MELLO, H. H. C.; BRUMANO, G. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 3598, n. 9, p. 1726-1731, 2009.

ROSTAGNO, H. S.; NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas, 1999. p. 65-83.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; PÁEZ, L. E. Uso da proteína ideal para formular dietas de frangos de corte. In: SEMINÁRIO TÉCNICO AJINOMOTO BIOLATINA, 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2006. p. 1-17.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. D., LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 3. ed. Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 2011. p. 252.

SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; D'AGOSTIN, P. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1829 - 1836, 2007.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; NUNES, R. V.; CUPERTINO, E. S. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 1956-1961, 2009.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. Proteins and amino acids. In: **Nutrition of the chicken**. 3. ed. Ithaca: M.L. Scott & Associates, 1982. 58 p.

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; FILHO, J. J.; RIBEIRO, M. L. G.; MARTINS, T. D. D.; COSTA, F. G. P. 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.

SILVA, M. F. R. **Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina**. 2006. 107 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

SOUZA, H. R. B. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais**. 2009. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGIA LÍQUIDA E MODELAGEM, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2001.

TESSERAUD, S.; COUSTARD, S. M.; COLLIN, A. E.; SEILIEZ, I. Role of sulfur amino acids in controlling nutrients metabolism and cell functions: implications of nutrition. **British Journal of Nutrition**, p. 1 a 8, 2008.

TOGASHI, C. K.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N. 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.

VAN HEUGTEN, C.; VAN KEMPEN, T. Methods may exist to reduce nutrient excretion. **Feedstuffs**, v. 71, n. 17, p. 12-19, 1999.

Capítulo II

REDUÇÃO PROTEICA NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO

Dois experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar a redução do nível proteico na dieta de poedeiras comerciais. Em cada experimento, foram utilizadas 240 poedeiras comerciais distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em três tratamentos (3 níveis de proteína bruta: 17,4%, 16,4% e 15,4%), com 10 repetições de 8 aves cada. Os níveis dos aminoácidos metionina, lisina, treonina, triptofano e valina foram mantidos os mesmos em todos os tratamentos através da suplementação de aminoácidos sintéticos. No primeiro experimento foram utilizadas poedeiras leves da linhagem Bovans White, e no segundo experimento poedeiras semipesadas, da linhagem Bovans Brown. Foram avaliados dados de desempenho (consumo de ração, produção de ovos e conversão alimentar – kg de ração/dúzia de ovos), peso dos ovos, além de dados de qualidade de casca (gravidade específica, espessura de casca e resistência à quebra) e qualidade interna dos ovos (altura de albúmen, Unidade Haugh e coloração da gema). As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja e, durante o período experimental, as aves receberam alimentação *ad libitum*. Os experimentos tiveram uma duração de 16 semanas, e as aves receberam as dietas experimentais no período de 24 a 40 semanas, sendo os diferentes parâmetros avaliados em 4 ciclos de 28 dias cada. No experimento I, com poedeiras brancas, não foram observadas diferenças estatísticas para os parâmetros relacionados à qualidade da casca do ovo, nem mesmo para altura de albúmen e peso do ovo. A redução do nível proteico da dieta para 16,4% não afetou o desempenho das poedeiras brancas ($P < 0,05$). No experimento II, somente o parâmetro cor da gema, foi afetado pelos diferentes tratamentos ($P < 0,05$), onde poedeiras alimentadas com a dieta contendo 15,4% apresentaram maior coloração da gema, não ocorrendo diferenças estatísticas para os demais parâmetros, diferentemente do que ocorreu com as poedeiras leves. Diante dos resultados conclui-se que para poedeiras leves alimentadas com dietas com 16,4% de PB apresentam melhores resultados para produção de ovos, e conversão alimentar. A redução de proteína para 15,4% causa redução na produção de ovos. Para aves semipesadas é possível a redução de proteína para 15,4% sem que ocorram perdas produtivas e piora na qualidade dos ovos.

Palavras- chave: Aminoácidos. Produção de ovos. Proteína. Qualidade de ovos.

ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the reduction of the protein level in the diet of laying hens with 24 to 40 weeks of age. In each experiment 240 laying hens were distributed in a completely randomized design with 8 birds per experimental unit with 10 replications in three treatments (3 levels of CP: 17.4%, 16.4% and 15.4%). Levels of methionine, lysin, threonine, tryptophan and valine were kept the same in all treatments by supplementation of synthetic aminoacid. Were used Bovans White and Bovans Brown laying hens in the first and second experiment, respectively. The parameters evaluated were performance data (feed intake, egg production and feed conversion ratio - kg feed/dozen eggs), egg weight and shell quality (specific gravity, shell thickness and breaking strength) and internal egg quality (albumen height, Haugh unit and yolk color). Birds were fed ad libitum with diets formulated with corn and soybean meal during 16 weeks and parameters were evaluated in 4 cycles of 28 days each. In experiment I no statistical differences in the parameters related to the quality of the egg shell, albumen height and egg weight were observed. The reduction of the protein level of the diet to 16.4 % did not affect the performance of white hens ($P < 0.05$). In experimente II, contrasted to the findings in the experiment with light hens, only yolk color was affected by treatments ($P < 0.05$), with higher yolk color in eggs of hens fed diets with 15.4% of CP. Considering this results it is concluded that laying hens fed diets with 16.4% CP show better results for egg production and feed conversion. The reduction of protein to 15.4% causes a reduction in egg production. For semi heavy hens it is possible to reduce protein to 15.41% without incurring production losses and poor quality eggs.

Keywords: Aminoacids . Egg production. Protein. Egg quality.

2. INTRODUÇÃO

A proteína é considerada um dos nutrientes mais onerosos da nutrição de poedeiras comerciais, impactando diretamente no custo de produção. Com o surgimento e disponibilidade de aminoácidos industriais, e o aumento no conhecimento sobre o metabolismo e exigências de aminoácidos de poedeiras, diversos estudos vem sendo realizados visando redução nos níveis de proteína bruta das dietas, buscando redução nos custos produtivos e a diminuição da excreção de nitrogênio no meio ambiente.

As linhagens atuais de aves de postura são capazes de atingir elevados índices produtivos com longos períodos de persistência de pico de postura (JOLY, 2010). Consequentemente são mais exigentes nutricionalmente, exigindo que as formulações das dietas atendam suas exigências aminoacídicas garantindo a expressão de todo o potencial genético.

Para que a exigência aminoacídica de poedeiras seja atingida, os nutricionistas têm utilizado o conceito de proteína ideal, o qual visa fornecer a quantidade exata de aminoácidos sem que ocorram excessos ou deficiência, permitindo assim, formular dietas com menor teor de proteína bruta sem que ocorra redução no desempenho das aves (COSTA et al., 2001). A formulação com base na proteína ideal deve suprir as exigências dos 20 aminoácidos, tanto os essenciais quanto os não essenciais (VAN HEUGTEN; VAN KEMPEM, 1999).

Mesmo com todo o conhecimento sobre a exigência aminoacídica e sobre o conceito de proteína ideal, a formulação de dietas com níveis reduzidos de proteína para poedeiras ainda apresentam resultados controversos (SOUZA, 2009). Em dietas com níveis reduzidos de proteína é notável a piora nas taxas de postura e tamanho de ovos, sugerindo que quantidades mínimas de aminoácidos não essenciais não estão sendo fornecidas adequadamente, ou então, que as determinações de exigências aminoacídicas de poedeiras são inadequadas (LEESON; SUMMERS, 2009).

Diante do exposto o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras leves e semipesadas submetidas a dietas com redução na proteína bruta com a suplementação de aminoácidos industriais.

2.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP.

Foram realizados dois experimentos avaliando a redução do nível proteico na dieta de poedeiras comerciais leves e semipesadas. No primeiro experimento foram utilizadas 240 poedeiras leves, da linhagem Bovans White, no período de 24 a 40 semanas, durante 4 ciclos de 28 dias cada. No segundo experimento foram utilizadas 240 poedeiras semipesadas, da linhagem comercial Bovans Brown, no período de 24 a 40 semanas, durante 4 ciclos de 28 dias cada.

As poedeiras foram alojadas em um galpão aberto, construído de alvenaria com cobertura de telhas de barro, com pé direito de 2,50 m de altura, equipado com gaiolas de postura convencionais de dimensões de 1,0m x 0,45m x 0,45m, dispostas em duas fileiras sobrepostas e um corredor central de 2,00 m de largura, entre as fileiras de gaiolas, e dois corredores laterais de 1,5m de largura.

O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado. Sendo as aves distribuídas em três tratamentos compostos por rações contendo 3 níveis de proteína bruta na dieta: 17,4%, 16,4% e 15,4%, e dez repetições de 8 aves cada. As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja e os níveis nutricionais são descritos na tabela 2. Antes do início do experimento, todas as aves receberam a mesma dieta, sendo que na 23^a semana as aves foram pesadas e distribuídas de acordo com o peso corporal e pela taxa de postura. A partir da 24^a semana, as poedeiras foram submetidas aos tratamentos experimentais, durante 4 ciclos de 28 dias cada. As dietas foram fornecidas diariamente, duas vezes ao dia, garantindo às aves consumo de alimento e água à vontade durante todo o período experimental. O programa de luz utilizado foi de 17 horas de luz e de 7 horas de escuro.

Tabela 2 - Composição e níveis nutricionais das dietas experimentais

	Níveis Proteicos (%)		
	17,4	16,4	15,4
Milho moído	62,450	63,380	64,320
Farelo de soja	26,200	22,800	19,500
Farelo de trigo	0,000	2,400	4,500
Fosfato bicálcico	1,300	1,300	1,300
Calcário fino	5,210	5,166	5,188
Calcário grosso	4,000	4,000	4,000
Sal moído	0,350	0,350	0,350
DL – Metionina	0,190	0,220	0,250
L-Lisina	0,000	0,000	0,100
L-Treonina	0,000	0,058	0,103
L- Triptofano	0,000	0,003	0,020
L-Valina	0,000	0,023	0,073
Sup. Vit/Min*	0,300	0,300	0,300
Total	100,000	100,000	100,000
	Níveis Nutricionais Calculados		
	17,4	16,4	15,4
EMA, kcal/kg	2.756	2.756	2.756
PB, %	17,4	16,4	15,4
FB, %	2,98	3,02	3,04
Ca, %	4,04	4,04	4,04
Pd, %	0,46	0,46	0,46
Na, %	0,16	0,16	0,16
Met + Cis, %	0,77	0,77	0,77
Lis, %	0,91	0,83	0,83
Tre, %	0,67	0,67	0,67
Trp, %	0,21	0,20	0,20
Val, %	0,83	0,80	0,80

*Composição por kg de suplemento vitamínico mineral - Ácido Pantotênico (mín.) 1.666,70 mg/kg, Cobre (mín.) 2.666,60 mg/kg, Colina (mín.) 78,12 g/kg, Ferro (mín.) 16,66 g/kg, Fitase 100.000,00 ftu/kg, Iodo (mín.) 400,00 mg/kg, Manganês (mín.) 23,33 g/kg, Niacina (mín.) 6.666,60 mg/kg, Selênio (mín.) 66,70 mg/kg, Vitamina A (mín.) 2.333.330,00 U.I/kg, Vitamina B12 (mín.) 2.666,70 mcg/kg, Vitamina B2 (mín.) 1.000,00 mg/kg, Vitamina D3 (mín.) 666.670,00 U.I/kg, Vitamina E(mín.) 1.666,70 U.I/kg, Vitamina K3 (mín.) 533,30 mg/kg, Zinco (mín.) 16,66 g/kg, Bacitracina de Zinco 6.666,70 mg/kg.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

Consumo de ração: calculado a cada 28 dias e determinado pela diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração de cada período avaliado. Foi determinado pelo consumo de ração ingerida e dividido pelo número de aves da parcela, sendo expresso em gramas de consumo/ave/dia.

Produção de ovos: calculado a cada período de 28 dias e determinado pela produção média diária em função do número de aves alojadas por unidade experimental, expressos em % de postura.

Peso médio dos ovos: foi calculado através de todos os ovos coletados de cada parcela nos últimos três dias de cada ciclo. O peso médio foi obtido pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados em cada unidade experimental, expressos em gramas.

Conversão alimentar: calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzia de ovos, em cada período.

Para a obtenção dos dados referentes à qualidade interna e externa do ovo, foram utilizados os ovos coletados nos últimos três dias de cada período, sendo os ovos analisados individualmente no equipamento Egg Tester 10000, o qual avaliou a resistência à quebra, coloração da gema, altura de albúmen, espessura de casca e unidade haugh.

A gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamilton (1982). Ao final de cada período experimental, foram selecionadas amostras representativas de dois ovos por parcela e, em seguida, foram feitas imersões dos ovos em diversas soluções salinas com os devidos ajustes para o volume de 25 litros de água com densidades que variavam de 1,060 a 1,100 com intervalo de 0,0025. Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções da menor para a maior densidade e retirados ao flutuarem, registrando-se os valores das densidades correspondentes às soluções dos recipientes. Antes de cada avaliação, as densidades foram conferidas com um densímetro de petróleo.

Os dados foram analisados através do programa estatístico SAS (2009) e as médias comparadas através do teste de Tukey ($P < 0,05$).

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 – poedeiras leves

As médias das variáveis de desempenho e qualidade de ovos analisadas em poedeiras leves estão descritas na tabela 3.

Tabela 3 - Produção de ovos, consumo diário de ração, conversão alimentar, gravidade específica, peso de ovo, altura de albúmen, cor da gema, unidade haugh, resistência da casca e espessura de casca de poedeiras leves recebendo dietas com diferentes níveis proteicos.

	Níveis Proteicos (%)			SEM	P
	17,4	16,4	15,4		
Produção, %	93.05 ^a	93.45 ^a	90.05 ^b	1,17	0,048
Consumo, g/ave/dia	125 ^b	114 ^a	111 ^a	6	0,001
Conversão, kg/dz	2,32 ^c	2,11 ^a	2,20 ^b	0,07	0,032
Gravidade específica	1,096	1,096	1,095	0,002	0,721
Peso do ovo, g	58	58	56	3	0,070
Altura albúmen, mm	6.1	6.3	6.5	0,2	0,139
Cor da gema	5.8 ^c	6.0 ^b	6.1 ^a	0,05	0,034
Unidade Haugh	78 ^b	79 ^b	82 ^a	2	0,038
Resistência, kgf	4.87	5.19	5.05	0,37	0,276
Espessura, mm	0.45	0.43	0.43	0,01	0,245

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Não houve diferença entre os tratamentos 17,4% e 16,4% para a variável produção de ovos, no entanto para as aves alimentadas com 15,4% de PB houve menor porcentagem de postura. Mesmo com a suplementação dos cinco aminoácidos industriais (L-lisina, DL-metionina, L-triptofano, L-treonina e L-valina) a redução proteica para 15,4% causou uma diminuição na produção, evidenciando que pode ter ocorrido deficiência em outros aminoácidos essenciais os quais não foram suplementados. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2008), que observou redução na produção de ovos quando reduziu a proteína bruta de 18% para 15%. Já Silva et al. (2006), forneceram dietas com 3 níveis de PB (16,5; 15,25 e 14,00%) com suplementação apenas de lisina e metionina e não observaram diferença na produção de ovos.

No presente estudo foram utilizados 5 aminoácidos essenciais (L-lisina, DL-metionina, L-triptofano, L-treonina e L-valina), diferentemente de Harms e Russel (1993), que utilizaram os mesmos 5 aminoácidos, mais a L-arginina em dietas de 14,8% de PB comparadas a um tratamento controle de 17,6% de PB e outro tratamento com 14,8% de PB sem a suplementação de aminoácidos. Os autores não observaram diferença na produção de ovos das aves do tratamento de 14,8% de PB com suplementação aminoacídica em relação ao controle, porém nos tratamentos com 14,8% de PB sem a suplementação dos aminoácidos houve piora na produção de ovos. Sugere-se que no presente estudo, a arginina pode ter sido o aminoácido limitante. Hurwitz et al. (1998), observaram redução no consumo de ração de aves alimentadas com dietas contendo níveis marginais de arginina, corroborando com o presente estudo. De acordo com Bertechini (2006), a arginina tem participação na rota metabólica da síntese de ácido úrico, o que impediria a redução proteica severa sem a suplementação deste AA.

Um aspecto importante a ser ressaltado é a data de realização do experimento de Harms e Russel (1993), cerca de 20 anos atrás, consequentemente avanços genéticos produzem hoje aves mais produtivas e exigentes nutricionalmente. Outro ponto é o período no qual as aves foram submetidas às dietas, de apenas 6 semanas, não havendo tempo necessário para que ocorresse desequilíbrio de aminoácidos essenciais e não essenciais nos animais que receberam a dieta com baixa proteína (14,8% PB) com a suplementação aminoacídica.

Sugere-se que a redução na produção de ovos encontrada nas aves alimentadas com o tratamento com 15,4% de PB pode ter ocorrido devido a um desequilíbrio de aminoácidos em função das menores quantidades de AANE fornecidas pela dieta. Segundo Novack et al. (2006), em dietas com PB reduzida os AAE são utilizados em maiores quantidades para a síntese de AANE alterando a limitação dos AAE.

Houve efeito sobre o consumo de ração no tratamento com 17,4% PB, sendo mais elevado que os tratamentos 16,4 e 15,4 % de PB os quais não diferiram entre si. Resultados semelhantes foram obtidos por Novack et al. (2006), que observaram redução linear de consumo trabalhando com níveis de proteína de 18, 16 e 14% de PB. Diferentemente de Bartov (1979) e Hurwitz et al. (1998), os quais relataram elevação de consumo a medida em que se reduz proteína bruta.

O melhor resultado de conversão alimentar foi obtido pelas aves alimentadas pelo tratamento intermediário (16,4% PB), o que pode indicar uma melhor relação aminoacídica fornecida para as aves no período de realização do estudo. Em função do elevado consumo

das aves do tratamento com 17,4% de PB foi obtido a pior conversão alimentar. Silva et al. (2006) não encontraram diferença na conversão alimentar por dúzia de ovos ao utilizar 3 níveis de proteína bruta (16,5%, 15,25 e 14,00%). Gunawardana et al. (2008), encontraram melhora na conversão por kg de ovos à medida que elevaram os níveis de proteína da dieta, neste caso o aumento obtido no peso de ovo contribuiu para a melhora da conversão.

Não houve diferença para os parâmetros gravidade específica, peso do ovo, resistência à quebra, e espessura de casca e altura de albúmen. Em contrapartida Gunawardana et al. (2008), ao utilizarem três níveis de proteína bruta (14,8; 16; 17,38%), encontraram aumento no peso dos ovos de acordo com a elevação nos níveis de PB da dieta. Assim como Parsons et al. (1993), que trabalharam com 3 níveis de proteína bruta (16; 18; 20%), e observaram diferenças no peso de ovos de aves alimentadas com 16 e 18% de proteína. As diferenças encontradas pelos autores no peso dos ovos podem ser explicadas devido a não suplementação dos aminoácidos industriais, em ambos os estudos foi suplementado somente a DL-metionina.

A cor da gema diferiu na medida em que se reduziu o nível proteico, apresentando maior pigmentação quando utilizado o tratamento 15,4% de PB. Esses resultados podem ser explicados pela elevação da quantidade de milho das dietas conforme se reduz a proteína bruta. Em função da adição dos aminoácidos industriais a inclusão de soja é reduzida gerando um espaço na formula que é preenchido pelo milho, elevando a quantidade de xantofila das dietas.

Experimento 2 – poedeiras semipesadas

As médias das variáveis de desempenho e qualidade de ovos analisadas em poedeiras leves estão descritas na tabela 4.

Tabela 4 - Produção de ovos, consumo de ração diário, conversão alimentar, gravidade específica, peso de ovo, altura de albúmen, cor da gema, unidade haugh, resistência da casca e espessura de casca de poedeiras semipesadas recebendo dietas com diferentes níveis proteicos.

	Níveis Proteicos (%)			SEM	P
	17,4	16,4	15,4		
Produção, %	94.48	94.23	93.26	2,24	0.690
Consumo, g	116	113	112	30	0,845
Conversão, kg/dz	2,05	2,03	2,04	0,12	0,712
Gravidade específica	1,095	1,094	1,096	0,003	0,684
Peso, g	60	59	59	3	0,239
Altura albúmen, mm	5.5	5.0	5.2	0,4	0,182
Cor da gema	4.9 ^c	5.3 ^b	5.5 ^a	0,1	0,001
Haugh	71	69	70	3	0,393
Resistência, kgf	4.14	4.21	4.35	0,24	0,466
Espessura, mm	0.40	0.40	0.41	0,02	0,114

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Não houve diferença ($P>0,05$) para as variáveis produção de ovos. Resultados semelhantes foram obtidos por Blair et al. (1999), ao avaliarem reduções proteicas com a suplementação dos aminoácidos (L-lisina, DL-metionina, L-treonina e L-triptofano), não observaram diferenças na produção de ovos de aves alimentadas com dietas contendo 13,5% de PB comparando com o tratamento que consumiu dieta de 17,5%PB formulada segundo as exigências do NRC (1994).

Resultados semelhantes foram observados por Oliveira (2010), ao trabalhar com aves semipesadas não observou diferença para produção de ovos e consumo de ração, ao utilizar tratamentos com redução proteica de 16,5% para 13,5% de PB suplementando os mesmos aminoácidos industriais (L-lisina, DL-metionina, L-treonina, L-triptofano e L-valina) utilizados no presente estudo. Resultados divergentes foram observados por Keshavarz e Austic (2004), onde aves alimentadas com dieta de 13% PB suplementadas com L-lisina, DL-metionina, L-valina, L-isoleucina e L-triptofano apresentaram resultados superiores das aves que receberam dietas com 16 e 16,5% de PB.

Costa et al. (2004), utilizaram galinhas da linhagem Lohmann Brown de 43 a 55 semanas de idade submetidas a diferentes níveis proteicos (15,50, 16,50 e 17,50%) e energéticos (2700, 2800 e 2900 Kcal EM/kg) com suplementação apenas de L-lisina e DL-metionina. Os autores não observaram interação entre PB e EM, e assim como o presente

estudo não houve diferença para os parâmetros produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar nas aves alimentadas com os tratamentos de redução proteica.

O consumo de ração e a conversão alimentar não foram afetados pelos tratamentos, resultados semelhantes aos obtidos por Costa et al. (2004); Pavan et al. (2005) e Silva et al. (2010), ao trabalharem com redução proteica para poedeiras semipesadas. Em contrapartida Keshavarz e Austic (2004), encontraram melhores resultados para conversão alimentar em tratamentos com 13% de PB com suplementação de aminoácidos industriais inclusive a isoleucina.

Para os parâmetros de qualidade de ovos, não houve efeito dos tratamentos sobre as variáveis estudadas, exceto para pigmentação da gema que pode ser explicada pela diferença nas quantidades de milho na formulação assim como ocorrido para o experimento 1 com aves brancas.

Não houve diferença para a variável peso dos ovos ($P>0,05$), diferentemente dos resultados obtidos por Silva et al. (2010), que encontraram resposta linear positiva ao aumento de PB em dietas de poedeiras comerciais. Segundo os mesmos autores as aves não são capazes de armazenar proteínas, necessitando de ingestão diária de uma quantidade mínima deste nutriente.

2.3 CONCLUSÕES

Poedeiras leves alimentadas com dietas com 16,4% de PB apresentam melhores resultados para produção de ovos, e conversão alimentar. A redução de proteína para 15,4% causa redução na produção de ovos. Para aves semipesadas é possível a redução de proteína para 15,4% sem que ocorram perdas produtivas e piora na qualidade dos ovos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. R.; DIAS, A. N.; COUTO, F. A. P.; BUENO, C. F. D.; ARAÚJO, L. G. C.; RODRIGUES, P. A.; NOGUEIRA, W. C. L.; CAMARGO, A. C. S.; GOMES, E.; FILHO, D. E. F. Níveis de proteína bruta e de energia metabolizável para poedeiras criadas em clima quente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008.
- BARTOV, I. Nutritional factors affecting quantity and quality of carcass fat in chickens. **Journal of Poultry Science**, v. 38, p. 2627-2639, 1979.
- BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A quantitative assessment of reduced protein and supplements to improve nitrogen utilization. **Journal Applied Poultry Science**, v. 8, p. 25-47, 1999.
- COSTA, F. G. P.; SOUZA, H. C.; GOMES, C. A. V.; BARROS, L. R.; BRANDÃO, P. A.; NASCIMENTO, G. A. J.; SANTOS, A. W. R.; JUNIOR, V. S. A. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem lohmann brown. **Ciência e agrotecnologia, Lavras**, v. 28, n. 6, p. 1421-1427, 2004.
- COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S.; JUNIOR, J. G. V. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, 2001.
- GUNAWARDANA, P.; ROLAND, D. A.; BRYANT, M. M. Effect of energy and protein on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in molted hy-line w-36 hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, n. 4, p. 432-439, 2008.
- HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Journal of Poultry Science**, v. 61, p. 2002-2039, 1982.
- HARMS, R. H.; RUSSEL, G. B. Optimizing egg mass with amino acid supplementation of a low protein diet. **Journal of Poultry Science**, v. 72, n. 1, p. 1892-96, 1993.
- HAUGH, R. R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v. 43, p. 552-555, 1937.
- HURWITZ, S.; SKLAN, D.; TALPAZ, H.; PLAVNIK, I. The effect of dietary protein level on the lysine and arginine requirements of growing chickens. **Journal of Poultry Science**, v. 77, p. 689-696, 1998.
- JOLY, P. Reevaluation of amino acid requirements for laying hens: lysine requirements. Disponível em: <<http://en.engormix.com/MA-poultry-industry/nutrition/articles/reevaluation-amino-acid-requirements-t1537/141-p0.htm>>. Acesso em: 26 dez. 2013.
- KESHAVARZ, K.; AUSTIC, R. E. The use of low-protein, low phosphorus, amino acid and phytase supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v. 83, p. 75-83, 2004.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 3. ed. University of Guelph Guelph, Ontario, Canada, 2009. p. 413

NOVAK, C.; YAKOUT, H. M.; SCHEIDELER, S. E. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid:lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. **Poultry Science**, v. 85, n. 12, p. 2195–206, 2006.

OLIVEIRA, C. F. S. **Suplementação aminoacídica e balanço eletrolítico em dietas com redução protéica para poedeiras comerciais**. 2010. 52 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, 2010.

PARSONS, C. M.; KOELKEBECK, K. W.; ZHANG, Y.; WANG, X.; LEEPER, R. W. Effect of dietary protein and added fat levels on performance of young laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 2, n. 3, p. 214-220, 1993.

PAVAN, A. C.; MORI, C.; GARCIA, E. A.; SHERER, M. R.; PIZZOLANTE, C. C. 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, p. 568-574, 2005.

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; FILHO, J. J.; RIBEIRO, M. L. G.; MARTINS, T. D. D.; COSTA, F. G. P. 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.

SILVA, M. F. R. **Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta, metionina e lisina**. 2006. 107 P. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de zootecnia e engenharia de alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

SILVA, M. F. R.; FARIA, D. E.; RIZZOLI, P. W.; SANTOS, A. L.; SAKAMOTO, M. I.; SOUZA, H. R. B. Desempenho , qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1280–1285, 2010.

SOUZA, H. R. B. DE. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais**. 2009. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

VAN HEUGTEN, C.; VAN KEMPEN, T. Methods may exist to reduce nutrient excretion. **Feedstuffs**, v. 71 n. 17, p. 12-19, 1999.

Capítulo III

NÍVEIS DE PROTEÍNA E DE AMINOÁCIDOS SULFURADOS NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO

Dois experimentos foram realizados com o objetivo de avaliar diferentes níveis proteína bruta e de aminoácidos sulfurados na dieta de poedeiras comerciais. Em cada experimento, foram utilizadas 320 poedeiras comerciais distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em 4 tratamentos em esquema fatorial 2 x 2 (2 níveis de proteína bruta – 16,4% e 17,4%; 2 níveis de aminoácidos sulfurados total – 0,66% e 0,77%) com 10 repetições de 8 aves cada. No primeiro experimento foram utilizadas poedeiras leves e no segundo experimento poedeiras semipesadas, ambas da linhagem Bovans. Foram avaliados dados de desempenho (consumo de ração, produção de ovos e conversão alimentar – kg de ração/dúzia de ovos), peso dos ovos, além de dados de qualidade de casca (gravidade específica, espessura de casca e resistência à quebra) e qualidade interna dos ovos (altura de albúmen, Unidade Haugh e coloração da gema). As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja e, durante o período experimental, as aves receberam alimentação *ad libitum*. Os experimentos tiveram duração de 16 semanas, as aves receberam as dietas experimentais no período de 24 a 40 semanas, sendo os diferentes parâmetros avaliados em 4 ciclos de 28 dias cada. No experimento I as variáveis de qualidade de ovo não foram influenciadas pelos tratamentos. Houve interação entre os níveis de proteína bruta e aminoácidos sulfurados para as variáveis de produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentar por dúzia de ovos. As aves alimentadas com a dieta com menores níveis de proteína bruta apresentaram menor produção de ovos quando comparado as aves que receberam dietas com níveis de AAST elevados e com PB elevada. As aves alimentadas com o tratamento com 17,4% de PB e 0,77% de aminoácidos sulfurados totais (metionina+cistina) apresentaram maior consumo e pior conversão alimentar ($P<0,05$). O aumento no nível de AAST resultou em maior peso do ovo. No experimento II houve interação entre os fatores estudados, sendo que as aves alimentadas com níveis mais baixos de PB e AAST (16,4% e 0,66% respectivamente), obtiveram menor produção de ovos e pior conversão alimentar. As aves alimentadas com níveis de 0,77% de AAST tiveram maior peso de ovos ($P<0,05$).

Palavras-chave: Aminoácidos sulfurados. Metionina. Produção de ovos. Proteína. Qualidade de ovos.

ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate different levels of crude and sulfur aminoacids in the diet of commercial laying hens. In each experiment 320 laying hens were distributed in a completely randomized in 4 treatments design in a 2 x 2 factorial (two levels of crude protein - 16.4% e 17.4% and 2 levels of total sulfur aminoacids - 0.66% and 0.77%) with 8 replicates of 10 hens each. Were used Bovans White and Bovans Brown laying hens in the first and second experiment, respectively. The parameters evaluated were performance data (feed intake, egg production and feed conversion ratio - kg feed/dozen eggs), egg weight and shell quality (specific gravity, shell thickness and breaking strength) and internal egg quality (albumen height, Haugh unit and yolk color). Birds were fed ad libitum with diets formulated with corn and soybean meal during 16 weeks and parameters were evaluated in 4 cycles of 28 days each. In experiment I the egg quality were not affected by treatments. There was interaction between the levels of crude protein and sulfur aminoacids for egg production, feed intake and feed conversion per dozen eggs. Hens fed diets with lower protein levels had lower egg production when compared to hens fed diets with high levels of TSAA and high CP. Hens fed diets with 17.4% of CP and 0.77% of sulfur aminoacids (methionine and cystine) had higher intake and lower feed conversion ($P < 0.05$). The increase in TSAA level resulted in higher egg weight. In experiment II there was interaction between the factors studied, where hens fed diets with lower CP and TSAA levels (16.4% and 0.66% respectively), had lower egg production and lower feed conversion. Hens fed diets with 0.77% of TSAA had higher egg weight ($P < 0.05$).

Keywords: Sulphur aminoacids. Methionine. Egg production. Protein. Egg quality.

3. INTRODUÇÃO

O cenário atual de alta nos preços de proteína animal, e a constante elevação no consumo per capita de ovos, tem impulsionado o setor de avicultura de postura brasileiro. Tornando este um mercado cada vez mais técnico e competitivo, sendo de grande importância para a rentabilidade da atividade, a redução nos custos de produção aliado aos excelentes resultados produtivos.

O elevado custo dos insumos, principalmente o milho e o farelo de soja, impactam diretamente no custo final das rações, tornando economicamente inviáveis formulações com excessos de nutrientes. A proteína é um dos nutrientes mais onerosos e têm influência direta na capacidade de produção das aves, sendo necessário o fornecimento de quantidades ideais deste nutriente visando o atendimento das exigências diárias em aminoácidos das aves.

Além dos fatores econômicos, o aspecto ambiental tem tido cada vez mais importância para todas as atividades envolvidas na produção de proteína animal. Diversos estudos têm mostrado que a redução proteica em dietas de poedeiras reduzem a excreção de nitrogênio reduzindo assim o potencial de poluição da atividade.

A nutrição aminoacídica tem sido um assunto de grande importância na área de avicultura de postura. Com a disponibilidade de fontes industriais de alguns aminoácidos essenciais, diversas pesquisas têm sido realizadas para determinar as melhores relações aminoacídicas que atendam corretamente as exigências das linhagens disponíveis no mercado, permitindo a utilização de dietas com menor teor de PB, menor custo, além da redução na excreção de nitrogênio no meio ambiente.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante para aves de postura em dietas a base de milho e farelo de soja, sendo indispensável sua suplementação para máxima produção de ovos. Existem hoje diversos estudos que definem as exigências de AAST para poedeiras comerciais, porém em dietas utilizadas no mercado brasileiro os níveis de metionina e AAST são relativamente mais baixos, e os níveis de PB sensivelmente mais elevados do que as recomendações encontradas na literatura. Sendo assim o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais leves e semipesadas alimentadas com dietas contendo dois níveis de AAST (0,66 e 0,77%) e dois níveis de PB (16,4 e 17,4%) no período de 24 a 40 semanas de idade.

3.1 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP.

Foram realizados dois experimentos avaliando diferentes níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados na dieta de poedeiras comerciais brancas e vermelhas. No primeiro experimento foram utilizadas 320 poedeiras brancas, Bovans, no período de 24 a 40 semanas, durante 4 ciclos de 28 dias cada. No segundo experimento foram utilizadas 240 poedeiras vermelhas, da linhagem comercial Bovans, no período de 24 a 40 semanas, durante 4 ciclos de 28 dias cada.

As poedeiras foram alojadas em um galpão aberto, construído em alvenaria com cobertura de telhas de barro, com pé direito de 2,50 m de altura, equipado com gaiolas de postura convencional dispostas em duas fileiras sobrepostas e um corredor central de 2,00 m de largura, entre as fileiras de gaiolas, e dois corredores laterais de 1,5m de largura.

O experimento foi desenvolvido em delineamento ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (2 níveis de PB – 16,41% e 17,41%; 2 níveis de aminoácidos sulfurados – 0,66% e 0,77%) totalizando 4 tratamentos com 10 repetições de 8 aves cada. As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja e os níveis nutricionais são descritos na tabela 5.

Foram suplementados os aminoácidos industriais L-treonina, L-triptofano e L-valina para manter os mesmos níveis de AA entre as dietas com 17,4% e 16,4% de PB. O nível de lisina total de 0,83% foi adotado como exigência mínima (ROSTAGNO, 2011), porém as dietas com 17,4% de PB apresentaram 0,91% de lisina total, pois foram formuladas para atender níveis de PB, gerando 4 relações de ASST:LIS de 72, 79, 84 e 93%.

Antes do início do experimento, todas as aves receberam a mesma dieta, sendo que na 23^a semana as aves foram pesadas e distribuídas de acordo com o peso corporal e pela taxa de postura. A partir da 24^a semana, as poedeiras foram submetidas aos tratamentos experimentais, durante 4 ciclos de 28 dias cada. As dietas foram fornecidas diariamente, duas vezes ao dia, garantindo às aves consumo de alimento e água à vontade durante todo o período experimental. O programa de luz utilizado foi de 17 horas de luz e de 7 horas de escuro.

Tabela 5 - Composição e níveis nutricionais das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas experimentais			
	1	2	3	4
Milho moído	63,600	63,380	62,500	62,450
Farelo de soja	22,800	22,800	26,300	26,200
Farelo de trigo	2,300	2,400	0,000	0,000
Fosfato bicálcico	1,300	1,300	1,300	1,300
Calcário fino	5,156	5,166	5,170	5,210
Calcário grosso	4,000	4,000	4,000	4,000
Sal moído	0,350	0,350	0,350	0,350
DL – Metionina	0,111	0,220	0,080	0,190
L-Treonina	0,058	0,058	0,000	0,000
L- Triptofano	0,003	0,003	0,000	0,000
L-Valina	0,022	0,023	0,000	0,000
Sup. Vit/Min	0,300	0,300	0,300	0,300
Total	100,000	100,000	100,00	100,00
Níveis Nutricionais Calculados/kg de ração				
EMA, kcal/kg	2.756	2.756	2.756	2.756
PB, %	16,40	16,40	17,40	17,40
FB, %	3,02	3,02	2,98	2,98
Ca, %	4,04	4,04	4,04	4,04
Pd, %	0,46	0,46	0,46	0,46
Na, %	0,16	0,16	0,16	0,16
Met + Cis, %	0,66	0,77	0,66	0,77
Lis, %	0,83	0,83	0,91	0,91
Tre, %	0,67	0,67	0,67	0,67
Trp, %	0,21	0,21	0,21	0,21
Val, %	0,80	0,80	0,83	0,83

*Composição por kg de suplemento vitamínico mineral - Ácido Pantotênico (mín.) 1.666,70 mg/kg, Cobre (mín.) 2.666,60 mg/kg, Colina (mín.) 78,12 g/kg, Ferro (mín.) 16,66 g/kg, Fitase 100.000,00 ftu/kg, Iodo (mín.) 400,00 mg/kg, Manganês (mín.) 23,33 g/kg, Niacina (mín.) 6.666,60 mg/kg, Selênio (mín.) 66,70 mg/kg, Vitamina A (mín.) 2.333.330,00 U.I/kg, Vitamina B12 (mín.) 2.666,70 mcg/kg, Vitamina B2 (mín.) 1.000,00 mg/kg, Vitamina D3 (mín.) 666.670,00 U.I/kg, Vitamina E(mín.) 1.666,70 U.I/kg, Vitamina K3 (mín.) 533,30 mg/kg, Zinco (mín.) 16,66 g/kg, Bacitracina de Zinco 6.666,70 mg/kg.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

Consumo de ração: calculado a cada 28 dias e determinado pela diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração de cada período avaliado. Foi determinado pelo consumo de ração ingerida e dividido pelo número de aves da parcela, sendo expresso em gramas de consumo/ave/dia.

Produção de ovos: calculado a cada período de 28 dias e determinado pela produção média diária em função do número de aves alojadas por unidade experimental, expressos em porcentagem de postura.

Peso médio dos ovos: foi calculado através de todos os ovos coletados de cada parcela nos últimos 3 dias de cada ciclo. O peso médio foi obtido pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados em cada unidade experimental, expressos em gramas.

Conversão alimentar: calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzia de ovos, em cada período.

Para a obtenção dos dados referentes à qualidade interna e externa do ovo, foram utilizados os ovos coletados nos últimos três dias de cada período e os ovos foram analisados individualmente no equipamento Egg Tester 10000, o qual avaliou a resistência à quebra, coloração da gema, altura de albúmen, espessura de casca e unidade Haugh.

A gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamiltom (1982). Ao final de cada período experimental, foram selecionadas amostras representativas de dois ovos por parcela e, em seguida, foram feitas imersões dos ovos em diversas soluções salinas com os devidos ajustes para o volume de 25 litros de água com densidades que variavam de 1,060 a 1,100 com intervalo de 0,0025. Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções da menor para a maior densidade e retirados ao flutuarem, registrando-se os valores das densidades correspondentes às soluções dos recipientes. Antes de cada avaliação, as densidades foram conferidas com um densímetro de petróleo.

Os dados foram analisados através do programa estatístico SAS (2009) e as médias comparadas através do teste de Tukey ($P < 0,05$).

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 – aves leves

Não houve efeito dos fatores nem interação sobre as variáveis gravidade específica, resistência à quebra, espessura de casca, unidade haugh, pigmentação de gema, as quais estão descritas na tabela 6.

Tabela 6 - Efeito dos níveis de PB e AAST sobre as variáveis gravidade específica, resistência a quebra, espessura de casca, cor da gema, unidade Haugh e altura de albúmen de poedeiras leves

	Gravidade específica	Resistência a quebra, kgf	Espessura de casca, mm	Cor da gema	Unidade Haugh	Altura albúmen, mm
PB %						
16,4	1,097	5,16	0,44	6,0	80,2	6,4
17,4	1,097	4,94	0,46	5,9	79,3	6,2
AAST, %						
0,66	1,097	5,06	0,46	5,8	80,4	6,3
0,77	1,096	5,03	0,44	5,9	79,1	6,2
Probabilidade, %						
PB	0,344	0,723	0,119	0,132	0,104	0,244
AAST	0,517	0,444	0,127	0,312	0,098	0,317
PB x AAST	0,604	0,395	0,208	0,373	0,121	0,189

As médias das variáveis de produção, consumo, conversão alimentar e peso de ovo estão descritas na tabela 7. Para as variáveis onde foi observado efeito de interação o desdobramento está descrito na tabela 8 e nos figuras 1, 2 e 3.

Tabela 7 - Efeito dos níveis de PB e AAST sobre as variáveis produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar e peso de ovo de poedeiras comerciais leves

	Produção, %	Consumo, g	CA, kg/dz	Peso do ovo, g
PB, %				
16,4	91,02 ^b	112,4	2,16 ^a	57,5
17,4	92,73 ^a	118,8	2,23 ^b	57,3
AAST, %				
0,66	90,50 ^b	111,0	2,18 ^a	56,3 ^b
0,77	93,25 ^a	120,2	2,22 ^b	58,4 ^a
Probabilidade, %				
PB	0,013	0,119	0,017	0,452
AAST	0,024	0,215	0,022	0,017
PB x AAST	0,038	0,014	0,021	0,263

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Tabela 8 - Interação entre PB e AAST para as variáveis produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentar de poedeiras comerciais leves

AAST	16,4% PB		17,4% PB		SEM	P%
	0,66%	0,77%	0,66%	0,77%		
Produção, %	88,59 ^b	93,45 ^a	92,41 ^a	93,05 ^a	1,80	0,038
Consumo, g	110,3 ^a	114,5 ^a	111,6 ^a	125,9 ^b	10	0,014
CA, kg/dz	2,22 ^b	2,10 ^a	2,14 ^a	2,32 ^c	0,06	0,021

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Não foi observada diferença para as variáveis de qualidade de ovos, exceto efeito dos níveis de AAST para peso de ovo. Houve efeito de interação para as variáveis produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentar.

Figura 1 - Interação entre PB e AAST para produção de ovos

Verificou-se interação entre os níveis de AAST e PB para a variável produção de ovos. Nas aves alimentadas com dietas com baixos níveis de PB o aumento no nível de AAST de 0,66% para 0,77% promoveu aumento da produção de ovos, enquanto as aves alimentadas com dietas com altos níveis de PB, o aumento nos níveis de sulfurados não influenciou a produção de ovos como mostra a figura 1.

Sugere-se que utilizando relação de AAST:LIS de 0,93 mantendo a suplementação dos demais aminoácidos (treonina, triptofano e valina) é possível reduzir o nível de PB das dietas, sem causar piora na produção de ovos.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cupertino et al. (2009), que utilizaram em aves leves de segundo ciclo dietas com 15% de PB e níveis crescentes de metionina+cistina, obtendo melhores resultados para produção de ovos a medida em que se elevou a relação de AAST:LIS, sendo o melhor desempenho atingido com relação de 0,99 de AAST:LIS. Barbosa et al. (1999) utilizaram para aves leves em segundo ciclo de produção, dietas com 14,2% de PB com níveis crescentes de AAST obtendo melhores resultados para produção de ovos com relação de 0,94 de AAST:LIS. Já Baião et al. (1999), obtiveram melhores resultados de produção de ovos para as aves alimentadas com dietas com 0,65% de AAST e relação de AAST:LIS de 0,76, quando utilizaram dietas com níveis crescentes de metionina, para aves da linhagem Lohmann de 42 a 74 semanas de idade.

Diferentemente dos resultados encontrados no presente estudo, Mendonça et al. (1999), não observaram efeito de interação entre níveis de PB e AAST, ao utilizarem dois

níveis de PB e 5 níveis de AAST para poedeiras no segundo ciclo de produção. Também não foram observados efeitos isolados de AAST ou de PB para a variável produção de ovos.

Para a variável peso de ovo houve efeito apenas dos níveis de AAST. Não foi observado interação entre os fatores analisados, e nem efeito isolado dos níveis de PB. Resultados semelhantes foram encontrados por Mendonça et al. (1999), que utilizaram rações com 14,5 e 16,5%, e não observaram efeito da PB sobre o peso de ovos. Do mesmo modo Silva et al. (2006), não obtiveram diferença no peso de ovos de aves da linhagem Lohmann LSL alimentadas com dietas contendo 16,5, 15,25, 14,00% de PB.

Silva et al. (2010), trabalharam com 4 níveis de PB e dois níveis de lisina. Os autores não observaram efeito de interação entre PB e lisina, e diferentemente do presente estudo encontraram efeito linear da PB sobre o peso de ovos de poedeiras comerciais. Os mesmos autores sugerem que maiores níveis proteicos nas dietas têm influência positiva no peso dos ovos, pois as poedeiras não seriam capazes de armazenar proteína com eficiência, sendo dependente do consumo diário deste nutriente.

Foi observado efeito de AAST para peso de ovo, onde as aves alimentadas com nível de 0,77% de AAST apresentaram maior peso de ovos do que aves alimentadas com 0,66%. Resultados semelhantes foram observados por Koelkebeck et al. (1991); Schutte et al. (1994); Narváez Solarte (1996); Harms e Russell (1998); Barbosa et al. (1999) e Silva et al. (2010), que ao elevarem os níveis de metionina da dieta obtiveram maiores pesos médios de ovos.

Com base nos resultados de produção e peso de ovo apresentados é possível afirmar, assim como Cupertino et al. (2009), que a metionina é o primeiro AA limitante para poedeiras comerciais. Quando se reduziu os níveis de proteína bruta da dieta mantendo os níveis dos demais aminoácidos essenciais (treonina, triptofano e valina) as aves que receberam dietas com 0,77% de AAST apresentaram maiores resultados para produção e peso de ovos do que as aves que receberam dietas com 0,66%. Porém, as aves que receberam dietas com níveis de 17,4% de PB não apresentaram diferença para a variável produção de ovos nos dois níveis de AAST utilizados, sugerindo que em dietas com redução de PB é preciso aumentar a relação de AAST:LIS, e em dietas com 17,4% de PB a exigência de AAST para máxima produção de ovos é menor do que para máximo peso de ovos.

Figura 2 - Interação entre PB e AAST para consumo de ração

Houve interação entre os níveis de proteína e AAST para a variável consumo de ração. Em aves alimentadas com dietas com baixa proteína o aumento na suplementação de AAST não influenciou o consumo de ração, porém em aves alimentadas com dietas com alta PB a suplementação de AAST conferiu aumento no consumo de ração. Segundo Harms e Russell (1998), os níveis de metionina e AAST têm influência no consumo de ração. Poedeiras comerciais tendem a elevar o consumo de ração a medida em que se eleva os níveis de AAST, aumentando a quantidade de EM ingerida para suportar o aumento na produção de ovos que é conferida pelo aumento dos níveis de AAST da dieta. Corroborando com o presente estudo, esses autores encontraram elevação no consumo de ração das aves na medida em que se elevou os níveis de metionina, porém não houve interação entre os níveis de PB e AAST utilizados.

Diversos estudos com níveis de AAST diferem quanto aos resultados de consumo das aves. Barbosa et al. (1999), encontrou efeito quadrático para aves leves de segundo ciclo alimentadas com níveis crescentes de AAST, obtendo maiores valores de consumo de ração para aves alimentadas com dietas contendo 0,634% de AAST. Já Waldroup e Hellwing (1995), assim como o presente estudo obtiveram menores consumos de ração para aves alimentadas com menores níveis de AAST. Sá et al. (2007), não observaram efeito sobre o consumo de aves leves e semipesadas de 34 a 50 semanas alimentadas com dietas com níveis de 0,51% a 0,734%.

Os divergentes resultados de consumo de ração encontrados quando se estuda níveis de AAs, podem estar relacionados com desbalanço de AAs, onde dietas com conteúdos

desproporcionais às exigências das aves altera a concentração de AAs do plasma ativando mecanismos cerebrais responsáveis pelo estímulo de consumo de alimento (ANDRIGUETO, 2003).

Para conversão alimentar foi observado interação entre os fatores estudados, demonstrado na figura 3. As aves alimentadas com dietas com níveis de PB de 16,4% apresentaram melhora na conversão alimentar por dúzia de ovos conforme se elevou os níveis de AAST da dieta, nas aves alimentadas com dietas com 17,4% de PB houve piora na conversão alimentar quando se utilizou 0,77% de AAST. Sugerindo que para aves alimentadas com dietas de 17,4% de PB a menor relação AAST:LIS fornece um perfil de AA mais adequado para as aves, já o tratamento com 17,4% de PB e 0,77% de AAST, pode ter ocorrido excesso de AA, gerando maior gasto energético para metabolização deste excedente, contribuindo para a elevação do consumo, e por sua vez piorando a conversão alimentar. De acordo com Beterchini (2006), os excessos de AA nas dietas sobrecarregam a digestão, absorção e eliminação de nitrogênio não aproveitável reduzindo a eficiência das rações.

No presente estudo o melhor resultado de conversão alimentar por dúzia foi para as aves alimentadas com dietas contendo 92% de relação AAST:LIS. Já Brumano et al. (2010), utilizaram aves da linhagem Hy-line W36 de 24 a 40 semanas com tratamentos com níveis crescentes de AAS e obtiveram melhores resultados para conversão por dúzia de ovos para as aves alimentadas com 0,98 de relação AAST:LIS.

Sá et al. (2007), encontraram efeito quadrático na conversão alimentar ao utilizar níveis crescentes de AAS em rações de poedeiras leves de 34 a 50 semanas alimentadas com níveis que variaram de 0,517 a 0,734% de metionina+cistina digestível, recomendando níveis de 0,66% de metionina+cistina digestível.

No presente estudo houve efeito de interação para a conversão alimentar, diferente do relatado por Schute et al. (1994), que observaram aumento no consumo de ração com aumento nos níveis de AAST. Segundo esses autores a exigência de AAST para melhor conversão alimentar é maior do que para máxima produção de ovos.

Figura 3 - Interação entre PB e AAST para conversão alimentar

Experimento 2 - Aves Semipesadas

Os resultados encontrados para as variáveis de qualidade de ovos estão descritas na tabela 9. Não foram observados efeitos isolados nem interação dos fatores estudados para as variáveis gravidade específica, resistência a quebra, espessura de casca, altura de albúmen, cor de gema e unidade Haugh.

Tabela 9 - Efeito dos níveis de PB e AAST sobre as variáveis gravidade específica, resistência a quebra, espessura de casca, cor da gema, unidade Haugh e altura de albúmen de poedeiras semipesadas

	Gravidade específica	Resistência a quebra, kgf	Espessura de casca, mm	Altura albúmen, mm	Cor da gema	Unidade Haugh
PB %						
16,4	1,095	4,26	0,45	5,1	5,3	70,6
17,4	1,096	4,23	0,40	5,4	5,1	72,0
AAST, %						
0,66	1,096	4,32	0,45	5,2	5,2	71,2
0,77	1,095	4,17	0,40	5,3	5,2	71,4
Probabilidade, %						
PB	0,312	0,119	0,215	0,118	0,121	0,319
AAST	0,124	0,208	0,429	0,496	0,147	0,726
PB x AAST	0,333	0,104	0,518	0,612	0,218	0,812

Os dados de desempenho estão descritos na tabela 10. Foram observados efeitos isolados de Proteína Bruta e de AAST somente para a variável peso de ovo. Para as variáveis produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar houveram efeitos de interação e o desdobramento está apresentado na tabela 11.

Tabela 10 - Efeito dos níveis de PB e AAST sobre as variáveis produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar e peso de ovo de poedeiras comerciais semipesadas

	Produção, %	Consumo, g	CA, kg/dz	Peso do ovo, g
PB, %				
0,83	93,24 ^b	116	2,12 ^b	56,2 ^b
0,91	94,31 ^a	115	2,07 ^a	62,2 ^a
AAST, %				
0,66	93,33 ^b	116	2,15 ^b	58,4 ^b
0,77	94,36 ^a	115	2,04 ^a	60,0 ^a
Probabilidade, %				
PB	0,043	0,226	0,036	0,011
AAST	0,022	0,289	0,041	0,003
PB x AAST	0,001	0,184	0,049	0,096

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05)

Tabela 11 - Interação entre PB e AAST para as variáveis produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentar de poedeiras comerciais semipesadas

	16,4% PB		17,4% PB		SEM	P%
	0,66%	0,77%	0,66%	0,77%		
AAST						
Produção, %	92.25 ^b	94.23 ^a	94.41 ^a	94.48 ^a	1,03	0.001
Consumo, g	2,21 ^b	2,03 ^a	2,08 ^a	2,05 ^a	0,11	0,049

*Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tuckey (P<0,05)

Houve interação entre os níveis de PB e AAST sobre a variável produção de ovos de aves semipesadas (Figura 4). As aves alimentadas com dietas contendo 16,4% de PB e 0,66% de AAST apresentaram baixa produção de ovos, porém quando a suplementação foi de 0,77% de AAST houve aumento na produção de ovos. Já a produção de ovos das aves que receberam dietas com 17,4% de PB não foram influenciadas pelos níveis de sulfurados estudados. Os resultados encontrados no presente estudos corroboram com a definição de Calderon e Jensen (1990), que o aumento na produção de ovos em resposta a níveis crescente de AAST é dependente do nível de PB das dietas. Os autores observaram que a exigência de AAST para

aves alimentadas com dietas de 13% de PB ficaram entre 0,48 e 0,55% de AAST, já para aves alimentadas com dietas contendo 16% de PB entre 0,59% a 0,61%, em dietas com 19% de PB entre 0,60% e 0,70%.

Figura 4 - Interação entre PB e AAST para produção de ovos

O manual da linhagem estudada preconiza, para o período de 24 a 40 semanas de idade, uma média de percentual de postura de 94,41%, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo, o que evidencia que os níveis estudados atenderam as exigências das aves no período de realização do estudo.

As recomendações de AAST para poedeiras comerciais são bastante variáveis na literatura, essa variação pode ser atribuída a diversos fatores que influenciam na resposta das aves, como níveis basais das dietas, temperatura, linhagens e nível energético da ração (FILHO et al., 2006). Sá et al. (2007), obtiveram efeito quadrático para produção de ovos de aves da linhagem Lohmann Brown de 34 a 50 semanas alimentadas com diferentes níveis de AAST, estimando o requerimento para melhor produção de ovos em 0,669 de AAST. Já Togashi (2002), encontraram valores de exigência de 0,565 e 0,574% de AAST para máxima produção de ovos e consumo de ração respectivamente.

Pavan et al. (2005), utilizaram em aves da linhagem Isa Brown três níveis de proteína bruta 14, 15,5 e 17%, e três níveis de AAST 0,570, 0,640 e 0,710%. Diferentemente do presente estudo não foi observada interação entre os fatores estudados, e não houve efeito de nenhum dos fatores sobre a variável produção de ovos.

Filho et al. (2006), obtiveram efeito linear negativo para produção de ovos de aves alimentadas com dietas de 17,2% de PB contendo níveis crescentes de AAST, encontrando melhores resultados para as aves alimentadas com 0,68% de AAST.

Mendonça e Lima (1999) avaliaram diferentes níveis de metionina com diferentes níveis de PB em rações de poedeiras, observando redução no consumo de ração à medida que se reduziu os níveis de AAST suplementados. Diferentemente, no presente estudo não houve efeito dos fatores, nem interação para o consumo de ração, porém para a conversão alimentar por dúzia de ovos foi observado efeito de interação (Figura 5). As aves alimentadas pelo tratamento com 16,4% de PB e menores níveis de AAST apresentaram pior conversão alimentar devido ao menor valor obtido na produção de ovos, quando se elevou a suplementação de AAST para 0,77% houve melhora na produção consequentemente na conversão alimentar. Para as aves alimentadas com níveis de 17,4% de PB a elevação nos níveis de sulfurados não afetou a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Semelhante ao ocorrido para as aves alimentadas com 16,4% de PB no presente estudo, Laurentiz et al. (2005) encontraram melhora na conversão alimentar por dúzia de ovos, na produção de ovos e no peso de ovos quando se elevou os níveis de AAST de 0,45% para 0,60% em dietas para galinhas da linhagem Lohmann Brown em segundo ciclo de produção.

Diferentemente dos resultados observados Novak et al. (2006), não encontraram interação entre PB e AAST para conversão alimentar. Ao utilizarem três níveis de proteína e três relações de AAST:LIS para poedeiras comerciais semipesadas, observaram apenas efeito de PB sobre a conversão por massa de ovos e sobre a produção de ovos.

Sugere-se que em aves alimentadas com níveis reduzidos de PB com suplementação de aminoácidos sintéticos, quando se eleva a relação AAST:LIS o perfil de AA é melhor ajustado, melhorando a eficiência de aproveitamento dos AA da dieta, reduzindo o gasto com excreção e com digestão de PB e AA em excesso, melhorando a conversão alimentar.

Figura 5 - Interação entre PB e AAST para a variável conversão alimentar

Foram observados efeitos isolados dos níveis de AAST e de PB sobre o peso médio dos ovos, não houve interação entre os fatores para essa variável. Aves alimentadas com níveis de PB de 16,4% apresentaram menores peso médio de ovos do que aves alimentadas com 17,4%. Para níveis de AAST as aves que receberam 0,77% de AAST obtiveram maiores peso de ovos do que as aves dos tratamentos com 0,66% de AAST. De acordo com Coon (2002), o aumento da PB e de AA nas dietas de poedeiras comerciais têm grande efeito no tamanho e consequentemente no peso dos ovos, sendo mais evidente este efeito em aves em início de produção como é o caso do presente estudo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2010), que encontraram aumento linear no peso de ovos de poedeiras alimentadas com dietas de 12%, 14%, 16% e 18% de PB. Demais autores como Gunawardana et al. (2008) e Parsons et al. (1993), também obtiveram maiores pesos de ovos com o aumento de PB das dietas. Harms e Russell (1998), e Petersen et al. (1993), ao avaliarem efeitos de PB e AAST em dietas de poedeiras, encontraram aumento no peso dos ovos com elevação dos níveis de AAST. Sohail et al. (2002), utilizaram em poedeiras comerciais leves três níveis de AAST e três níveis de PB, obtendo aumento linear para peso de ovos a medida em que se elevou os níveis de AAST.

Khajali et al. (2008), trabalharam com níveis altos e baixos de PB durante todo o ciclo produtivo das aves, subdividindo em 4 fases de postura. Para cada fase de postura foi fornecida uma dieta com nível de PB reduzido em 1,5% da dieta controle. Divergindo do presente estudo, esses autores não encontraram diferença para peso de ovo ao reduzir 1,5% de PB durante as 4 fases de produção, porém para as variáveis de produção, conversão alimentar

e massa de ovos a redução proteica das dietas teve efeito significativo impactando negativamente. Assim como Costa et al. (2004), que testaram três níveis de PB 15,5, 16,5 e 17,50%, em dietas para poedeiras semipesadas de 43 a 55 semanas de idade. Os autores não encontraram efeito dos níveis de PB sobre o peso de ovo, somente sobre peso e porcentagem de albúmen.

3.3 CONCLUSÕES

É possível reduzir a PB da dieta de aves leves de 17,4% para 16,4% no período de 24 a 40 semanas de idade, utilizando suplementação aminoacídica com níveis de AAST de 0,77% sem causar prejuízos para a produção de ovos e melhorando a conversão alimentar por dúzia de ovos. Para aves semipesadas pode-se reduzir o nível de PB da dieta com a utilização de suplementação aminoacídica e com níveis de 0,77% de AAST.

REFERÊNCIAS

- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; FLEMMING, J. S.; GEMAEL, A.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**. Editora Nobel, 2003. v. 1 e 2.
- BAIÃO, N. C.; BORGES, F. M. O.; MONTI, A. E. M. Efeito dos níveis de metionina da dieta sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 3, p. 271-274, 1999.
- BARBOSA, B. A. C.; SOARES, P. R.; ROSTAGNO, J. S.; SILVA, M. A. e; ALBINO, L. F. T.; GRAÇAS, A. S. das. Exigência nutricional de metionina + cistina para galinhas poedeiras de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1996, p. 526-533, 1999.
- BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 1.ed. 301p, editora UFLA, Lavras, 2006
- BRUMANO, G.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; ROCHA, T. C.; MELLO, H. H. C. Níveis de metionina + cistina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1984-1992, 2010.
- CALDERON, V. M.; JENSEN, L. S. The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by protein concentration. **Poultry Science**, v. 69, p. 934- 944, 1990.
- COON, N. C. Feeding egg-type replacement pullets. In: BELL, D. D. **Commercial chicken meat and egg production**. 5th ed. Massachusetts: Kluwer Academic, 2002. p. 287-39.
- COSTA, F. G. P.; SOUZA, H. C.; GOMES, C. A. V.; BARROS, L. R.; BRANDÃO, P. A.; NASCIMENTO, G. A. J.; SANTOS, A. W. R.; JUNIOR, V. S. A. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem lohmann brown. **Ciência e agrotecnologia, Lavras**, v. 28, n. 6, p. 1421-1427, 2004
- CUPERTINO, E. S.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; DONZELE, J. L.; SCHIMIDT, M.; MELLO, H. H. C. 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.
- FILHO, J. J.; SILVA, J. H. V.; SILVA, E. L.; RIBEIRO, M. L. G.; MARTINS, T. D. D.; RABELO, C. B. 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, 2006.
- GUNAWARDANA, P.; ROLAND, D. A.; BRYANT, M. M. Effect of energy and protein on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in molted hy-line w-36 hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, n. 4, p. 432-439, 2008.
- HAMILTON, R. M. G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v. 61, p. 2002-2039, 1982.
- HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B. The influence of methionine on commercial laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p. 45-52, 1998.

KHAJALI, F.; KHOSHOUIE, E. A.; DEHKORDI, S. K.; EMATIAN, M. Production performance and egg quality of hy-line w36 laying hens fed reduced-protein diets at a constant total sulfur amino acid:lysine ratio. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 17, n. 3, p. 390–397, 2008.

LAURENTIZ, A. C.; FILARDI, R. S.; RODRIGUES, E. A.; JUNQUEIRA, O. M.; CASARTELLI, E. M.; DUARTE, K. F. Níveis de aminoácidos sulfurados totais para poedeiras semi-pesadas após a muda forçada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 164–168, 2005.

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 Veterinary Research and Animal Science**, v. 36, p. 332–338, 1999.

NARVÁEZ SOLARTE, W. V. **Exigências em metionina+cistina para poedeiras leves e semipesadas**. 1996. 57 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

NOVAK, C.; YAKOUT, H.; SCHEIDELER, S. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in Dekalb Delta laying hens. **Poultry Science**, v. 83, n. 6, p. 977–84, 2004.

NOVAK, C.; YAKOUT, H. M.; SCHEIDELER, S. E. The effect of dietary protein level and total sulfur amino acid:lysine ratio on egg production parameters and egg yield in Hy-Line W-98 hens. **Poultry Science**, v. 85, n. 12, p. 2195–206, 2006.

PARSONS, C. M.; KOELKEBECK, K. W.; ZHANG, Y.; WANG, X.; LEEPER, R. W. Effect of dietary protein and added fat levels on performance of young laying hens. **Poultry Science**, v. 2, n. 3, p. 214–220, 1993.

PAVAN, A. C.; MORI, C.; GARCIA, E. A.; SHERER, M. R.; PIZZOLANTE, C. C. 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, p. 568–574, 2005.

PETERSEN, C. F.; SAUTER, E. A.; STEELE, E. E. Use of methionine intake restriction to improve egg shell quality by control of egg weight. **Poultry Science**, v. 62, n. 10, p. 2044–2047, 1993.

SÁ, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; D'AGOSTIN, P. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1829 – 1836, 2007

SCHUTTE, J. B.; JONG, J.; BERTRAM, H. L. Requirements of the laying hen for sulfur amino acids. **Poultry Science**, v. 73, p. 274–280, 1994.

SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; FILHO, J. J.; RIBEIRO, M. L. G.; MARTINS, T. D. D.; COSTA, F. G. P. 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.

SILVA, M. F. R.; FARIA, D. E.; RIZZOLI, P. W.; SANTOS, A. L.; SAKAMOTO, M. I.; SOUZA, H. R. B. Desempenho , qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 6, p. 1280–1285, 2010.

SOHAIL, S. S.; BRYANT, M. M.; ROLAND, D. A. Influence of supplemental lysine, isoleucine, threonine, tryptophan and total sulfur amino acids on egg weight of Hy-Line W-36 hens. **Poultry Science**, v. 81, n. 7, p. 1038-1044, 2002.

TOGASHI, C. K.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N. 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.

WALDROUP, P.W.; HELLWING, H. M. Methionine and sulfur amino acid requirements influenced by stage of production. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 4, p. 283-292, 1995.