UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

HENRIQUE ROSA BALTAZAR DE SOUZA

Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais

Pirassununga

2009

HENRIQUE ROSA BALTAZAR DE SOUZA

Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais

Dissertação apresentada à
faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo, como
parte dos requisitos para a
obtenção do título de Mestre em
Zootecnia

Área de concentração: Qualidade
e produtividade animal

Orientador: Prof. Dr. Douglas
Emygdio de Faria

Pirassununga

2009

DEDICATÓRIA

À minha família, sem a qual este trabalho simplesmente não existira. Por todo apoio, carinho e compreensão ao longo de todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos pela possibilidade de realização do experimento.

Ao Prof. Dr. Douglas Emygdio de Faria, por todo apoio, paciência, confiança e oportunidades dadas durante as orientações desde a iniciação científica e trabalho de graduação até o final do mestrado.

Às amigas do laboratório de avicultura Paula, Márcia, Karina, Raquel e Vanessa, pelos bons momentos compartilhados ao longo dos dois anos de mestrado.

Aos funcionários do setor de avicultura Edinho, China e Pedro pelo auxílio prestado durante o experimento e pela amizade.

Ao Prof. Dr. César Gonçalves de Lima pelo auxílio durante as análises estatísticas dos experimentos.

Aos amigos com quem dividi moradia, Thiago “Barbie”, Thiago “Fronha” e Celso “Teco”, pelos grandiosos momentos vividos e que jamais serão esquecidos.

À “prima” Patrícia, que me acolheu em um momento difícil e se tornou, acima de tudo, uma amiga inestimável.

Aos outros amigos mestrandos (Letícia, Lucas, Carolina, Fernanda, Marco Aurélio, Ana Paula, Juliana, Thiago, Cristiane) pelas risadas e companheirismo.

Aos amigos de Pirassununga e Leme (Guilherme, César, Bruno, Adriano, Aaron, Brito, Pedro, Brais, Moacir) por tornarem a permanência em Pirassununga mais agradável ao longo desses anos.

A todos os amigos das outras turmas e estagiários que ajudaram durante a realização deste experimento e de outros do laboratório de avicultura.

*“A GRANDEZA DE UMA NAÇÃO PODE SER JULGADA PELO MODO QUE
SEUS ANIMAIS SÃO TRATADOS”*

Mahatma Gandhi

RESUMO

Souza, H. R. B. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais.** 2009. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2009.

Dois experimentos foram conduzidos com os objetivos de avaliar o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas formuladas com base nos critérios de aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD) (Experimento 1) e com diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina na estação de verão (Experimento 2). No Experimento 1, cento e sessenta poedeiras semipesadas com 54 semanas de idade foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2 x 4, sendo os fatores: critério de formulação das dietas (AAT e AAD) e diferentes níveis de aminoácidos (100%, 95%, 90% e 85% de metionina, lisina e triptofano), totalizando oito tratamentos com cinco repetições de quatro aves cada. Foram avaliadas as características de desempenho, de qualidade dos ovos. Os resultados indicaram que não houve efeito significativo dos fatores sobre as características consumo de ração, consumo de energia e peso dos ovos e em nenhuma das características de qualidade dos ovos. A produção de ovos foi influenciada pelos níveis de aminoácidos na dieta, apresentando efeito linear positivo ($P < 0,05$). Verificou-se interação significativa entre os fatores para as características massa de ovos e conversão alimentar, na qual os melhores resultados foram obtidos com o critério AAD e 100% das exigências de aminoácidos. No Experimento 2, foram utilizadas 288 poedeiras com 25 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2x3x2: critérios de formulação (AAT e AAD), relações arginina:lisina (0,9:1,0; 1,0:1,0 e 1,1:1,0) e fontes de metionina (pó e líquida), totalizando 12 tratamentos com seis repetições de quatro aves cada. Foram avaliadas as características de desempenho e qualidade dos ovos. Os fatores critérios de formulação e fontes de metionina não influenciaram as características consumo de ração, produção, peso dos ovos, massa de ovos e conversão alimentar. No entanto, o fator relação arginina:lisina influenciou

linear e positivamente as características consumo de ração, peso e massa de ovos. As características que expressam a qualidade interna e externa dos ovos não foram influenciadas por nenhum dos fatores estudados. Concluiu-se que o desempenho de poedeiras semipesadas pode ser melhorado quando as dietas são formuladas com base no critério de AAD sem acarretar diminuição na qualidade dos ovos e que a melhor relação arginina:lisina em dietas para poedeiras comerciais leves criadas na estação de verão é de 1,1:1,0.

Palavras chave: aves, desempenho, qualidade dos ovos, nutrição

ABSTRACT

Souza, H. R. B. **Feed formulation with total and digestible amino acids, different arginine:lysine ratios and methionine sources for commercial laying hens.** 2009. Master of Science Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2009.

Two experiments were carried out to evaluate the performance and egg quality of laying hens fed diets formulated based on total (TAA) and digestible (DAA) amino acids (Experiment 1), containing different arginine:lysine ratios and methionine sources at summer season (Experiment 2). In Experiment 1, one hundred sixty brown hens, 54 weeks of age, were randomly distributed in a 2x4 factorial scheme: feed formulation criterion, and amino acid levels (100%, 95%, 90%, and 85% of the methionine, lysine and tryptophan) totaling eight treatments with five replicates of four birds each. Performance and egg quality characteristics were evaluated. The results showed no effects of the factors on feed intake, energy intake, egg weight and on all egg quality characteristics. There was positive linear effect ($P<0.05$) of the amino acid levels on egg production and significant interaction between the factors on egg mass and feed conversion showing that feeding formulation based on digestible amino acids with 100% of the amino acids provided the best results. In Experiment 2, two hundred eighty eight white hens, 25 weeks of age, were randomly distributed in a 2x3x2 factorial scheme: feed formulation criterion, arginine:lysine levels and methionine sources totaling 12 treatments with six replicates of four birds each. There were no effects of the feed formulation criterion and methionine sources on feed intake, egg production, egg weight, egg mass, and feed conversion. However, the arginine:lysine ratios influenced linear and positively the feed intake, egg weight, and egg mass characteristics. Egg quality characteristics were not influenced by the factors. It was concluded that the performance of the brown laying hens can be improved by using diets formulated with digestible amino acids criterion, and the arginine:lysine ratio of 1.1:1.0 is the best ratio for white laying hens under summer conditions.

Key words: egg quality, nutrition, performance, poultry

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Massa de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos na dieta.....	36
Figura 2. Conversão alimentar de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos na dieta.....	37
Figura 3. Produção de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos na dieta.....	37
Figura 4. Consumo de ração de aves Hy-Line W36 no período de 25 a 41 semanas de idade segundo a relação Arg:Lis.....	41
Figura 5. Peso de ovo de aves Hy-Line W36 no período de 25 a 41 semanas de idade segundo a relação Arg:Lis.....	42
Figura 6. Massa de ovo de aves Hy-Line W36 no período de 25 a 41 semanas de idade segundo a relação Arg:Lis.....	42
Figura 7. Peso da gema de ovos de aves Hy-Line W36 no período de 25 a 41 semanas de idade segundo a relação Arg:Lis.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Indicação dos tratamentos.....	21
Tabela 2. Composição percentual e níveis nutricionais das dietas experimentais	22
Tabela 3. Composição percentual das dietas experimentais.....	28
Tabela 4. Composição calculada das dietas experimentais.....	29
Tabela 5. Consumo de ração (CR), consumo de energia metabolizável (CE), produção de ovos (PD), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA) de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos.....	33
Tabela 6. Desdobramento das interações entre critérios de formulação e níveis de aminoácidos para as características conversão alimentar e massa de ovos.....	34
Tabela 7. Altura de albúmen (AA), Peso do albúmen (PA), Porcentagem de albúmen (A), Peso da gema (PG), Porcentagem de gema (G) e Unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de aminoácidos e critérios de formulação.....	38
Tabela 8. Espessura da casca (EC), Peso da casca (PC), Porcentagem de casca (C) e Densidade aparente (D) de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de aminoácidos e critérios de formulação.....	39
Tabela 9. Consumo de ração (CR), produção de ovos (PD), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA) de poedeiras Hy-Line W36 alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis com diferentes relações Arg:Lis e fontes de metionina, no período de 25 a 41 semanas de idade.....	40
Tabela 10. Pesos da gema (PG), albúmen (PA), casca (PC) e Unidade Haugh (UH), de ovos de poedeiras Hy-Line W36 alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis com diferentes relações Arg:Lis e fontes de metionina, no período de 25 a 41 semanas de idade.....	44

Tabela 11. Percentuais de gema (G), albúmen (PA) e casca (PC), espessura da casca (EC) e densidade aparente do ovo (D) de poedeiras Hy-Line W36 alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis com diferentes relações Arg:Lis e fontes de metionina, no período de 25 a 41 semanas de idade45

Tabela 12. Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF) e variação de peso (VP) de poedeiras Hy-Line W36 alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis com diferentes relações Arg:Lis e fontes de metionina no período de 25 a 41 semanas de idade47

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Aminoácidos digestíveis em dietas de poedeiras	15
2.2. Balanço eletrolítico de dietas para poedeiras	18
2.3. Relação arginina:lisina para poedeiras.....	19
2.4. Fontes de metionina para poedeiras	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Experimento 1 - Diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos em dietas de poedeiras comerciais semipesadas	20
3.1.1. Local.....	20
3.1.2. Animais experimentais e delineamento estatístico.....	21
3.1.3. Manejo, instalações e equipamentos	21
3.1.4. Dietas experimentais.....	22
3.1.5. Características avaliadas	22
3.1.6. Análise estatística	25
3.2. Experimento 2 – Critérios de formulação, relação arginina:lisina e fontes de metionina em dietas de poedeiras comerciais leves durante a estação de verão.....	25
3.2.1. Local.....	25
3.2.2. Animais experimentais e delineamento estatístico.....	26
3.2.3. Manejo, instalações e equipamentos	26
3.2.4. Dietas experimentais.....	26
3.2.5. Características avaliadas	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Experimento 1 - Diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos em dietas de poedeiras comerciais semipesadas	33
4.1.1. Características de desempenho.....	33
4.1.2. Características de qualidade interna dos ovos.....	38
4.1.3. Características de qualidade externa dos ovos.....	38
4.2. Experimento 2 – Critérios de formulação, relação arginina:lisina e fontes de metionina em dietas de poedeiras comerciais leves durante a estação de verão.....	39
4.2.1. Características de desempenho.....	39
4.2.2. Características de qualidade interna e externa dos ovos.....	43
4.2.3. Variação do peso corporal	47
5. CONCLUSÕES	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

A avicultura de postura tem importante papel no agronegócio brasileiro e paulista. Segundo o IBGE (2009) até o terceiro trimestre de 2008 foram produzidos no país 1,705 bilhões de dúzias de ovos e desse total o estado de São Paulo produziu quase 542 milhões de dúzias. A produção brasileira e paulista estão acima desse volume, pois, como esclarece o IBGE, os dados levantados envolvem apenas estabelecimentos com 10 mil ou mais poedeiras.

O sucesso da atividade avícola de postura comercial envolve o domínio da nutrição, ambiência, manejo e sanidade para permitir que a ave expresse todo o seu potencial genético e que se alcance o retorno econômico desejado (Garcia, 2004).

A fração mais onerosa da produção avícola é, como nas outras atividades agropecuárias, a alimentação animal, representando aproximadamente 70% do custo total. Nas dietas para frangos de corte e poedeiras, o suprimento das exigências de proteína, aminoácidos essenciais e energia são os itens que mais contribuem para o aumento do custo das mesmas.

Os aminoácidos contidos na maioria dos ingredientes não são totalmente assimilados pelas aves, sendo que tal conhecimento é de grande importância para a formulação de dietas ou mesmo programas nutricionais. Vários aspectos podem estar envolvidos com a baixa digestibilidade dos aminoácidos de um ingrediente, como os fatores antinutricionais, tipo de processamento, forma física ou química e altos níveis de fibra (Parsons, 1992). A partir destes conhecimentos surgiu o conceito de formulação de rações baseado na digestibilidade dos aminoácidos contidos nos ingredientes da dieta e não mais apenas na quantidade total dos mesmos.

As dietas calculadas com base no conteúdo de aminoácidos digestíveis baseiam-se em experimentos realizados com galos ou frangos de corte cecectomizados e procuram identificar para os diferentes alimentos a digestibilidade individual de cada aminoácido (Parsons, 1992).

Quando da formulação de dietas com vários ingredientes, deve-se considerar a fração de aminoácidos digestíveis ao invés de considerar a de aminoácidos totais, com a finalidade de reduzir possíveis erros de suplementação de aminoácidos da dieta (Casartelli et al., 2005). Entretanto, os estudos com dietas formuladas com base no critério aminoácido digestível têm sido pouco difundidos e apesar de estarem comprovados os benefícios do uso deste tipo de formulação para frangos de corte, para poedeiras os resultados ainda são controversos e parecem estar longe de um consenso.

Outro fator importante na nutrição das aves é a manutenção do equilíbrio ácido-básico, uma vez que este tem grande importância fisiológica e bioquímica, visto que as atividades das enzimas celulares, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (Macari, 1994).

O balanço eletrolítico da dieta é essencial para que não se forneça aos animais dietas com acidez ou alcalinidade elevadas, o que pode vir a causar mal funcionamento das vias metabólicas do mesmo. O método utilizado para monitorar o balanço eletrolítico foi proposto inicialmente por MONGIN (1980) que preconizou o controle das quantidades dos íons K^+ , Na^+ e Cl^- para um adequado balanço da dieta.

Em condições de estresse calórico, a manipulação do equilíbrio ácido-base das aves mediante determinação dos níveis ideais de sódio, cloro e potássio, é de grande importância, pois estes minerais estão envolvidos em diversos processos fisiológicos, como na manutenção da pressão osmótica e do equilíbrio eletrolítico das aves (Murakami et al., 2003). Em rações convencionais, a diferença cátio-aniônica (DCA) ou balanço eletrolítico da dieta (BED) mantém valor entre 160 e 200 mEq/kg. Valores inferiores ou superiores indicam acidose ou alcalose metabólica potencial, respectivamente, influenciando assim a formação e a resistência da casca do ovo (Mongin, 1980).

Com relação aos aminoácidos, a lisina é de grande importância para as poedeiras, assim como sua relação com a arginina. É o segundo aminoácido

limitante para as aves e tem custo reduzido de suplementação quando comparado a outros aminoácidos essenciais. A lisina tem como função, entre outras, de participar na deposição de proteína corporal e do ovo e na síntese de carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos para a α -oxidação na mitocôndria.

A arginina é um aminoácido essencial considerado como um dos mais limitantes em dietas à base milho e farelo de soja para aves segundo EDMONDS et al. (1985). Nas aves, a arginina tem papel fundamental no processo de excreção da uréia, já que as mesmas não possuem o ciclo da uréia funcional.

O excesso de lisina pode ocasionar prejuízos metabólicos como o antagonismo com outros aminoácidos, como a arginina, uma vez que disputam o mesmo sítio de absorção (Costa, 2008). Torna-se fundamental então, o conhecimento do balanço adequado entre eles, pois apresentam uma relação antagônica (Gadelha, 2004).

A metionina é o primeiro aminoácido limitante para aves e, por isso, precisa ser suplementada na sua forma sintética para assegurar boa produtividade do plantel. As fontes sintéticas de metionina podem ser a líquida (HMTBA e DLM-Na) ou em pó (DLM e HMTBA-Ca), segundo Leeson & Summers (1997). Tais fontes apresentam quantidades iguais dos isômeros D e L, portanto, devem ser convertidas a L-metionina para serem utilizadas na síntese de proteína ou no metabolismo intermediário (Dibner, 2003; Barbi et al., 2004). Muitos estudos têm sido conduzidos para determinação da bioequivalência entre as fontes de metionina para aves (Lemme et al., 2002; Hoehler & Hooge, 2003; Alvarez et al., 2004; Liu et al., 2004; Yi et al., 2004; Zavala Jr. et al., 2004). De acordo com os fabricantes desses produtos, a metionina líquida (HMTBA) tem concentração molar de 88% e a metionina em pó (DLM), de 99%.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com dietas formuladas pelos critérios de aminoácidos digestíveis e totais, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aminoácidos digestíveis em dietas de poedeiras

A pesquisa voltada para as exigências nutricionais de poedeiras é justificada pelo constante melhoramento genético das linhagens. Rações baseadas no critério de AAD têm seus benefícios, em relação à utilização do critério baseado em AAT, amplamente divulgados em estudos para frangos de corte. Porém, são escassos os trabalhos com poedeiras, principalmente em se tratando das semipesadas.

Os aminoácidos têm função fundamental na nutrição de aves. São eles que irão formar as proteínas de acordo com as necessidades do organismo animal. Atenção especial vem sendo dada aos aminoácidos considerados como limitantes (metionina, lisina, treonina, leucina, valina, isoleucina, arginina, fenilalanina, histidina e triptofano) e seus comportamentos em diferentes perfis nutricionais.

A crescente tendência mundial de elevação dos preços das fontes protéicas convencionais tem direcionado os nutricionistas a formularem rações que atendam adequadamente as exigências nutricionais, mesmo quando se utilizam os mais variados tipos de ingredientes nas rações no intuito de reduzir o custo de produção sem alterar os resultados de desempenho (Silva, 1998).

Além disso, a utilização de rações com níveis reduzidos de proteína suplementadas com aminoácidos essenciais têm demonstrado grande interesse pelos pesquisadores, visto que apresenta como vantagem a utilização de dietas com base nas exigências em aminoácidos para as aves no lugar de proteína bruta, minimizando a excreção de nitrogênio (menor consumo de N) e propiciando melhor aproveitamento dos aminoácidos pelas aves (Rombola, 2005).

Vários são os fatores que afetam as exigências em aminoácidos das aves como a idade, fatores climáticos e sanitários. Considerando essas características os pesquisadores começaram determinar o perfil ideal de aminoácidos essenciais, surgindo assim o conceito de formulação de rações

baseado em aminoácidos digestíveis. Uma vez determinado o conteúdo de cada aminoácido nos alimentos, deve ser considerado que estes não são totalmente digeridos. A metodologia mais utilizada pelos pesquisadores, para estimar a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos é utilizando galos cecectomizados e submetidos à alimentação forçada (Rostagno et al 1999).

Com relação a poedeiras comerciais, estudos relatando os efeitos do uso de rações formuladas com aminoácidos digestíveis ainda não são numerosos. Em experimentos utilizando níveis variados de trigoilho, farelo de algodão, farinha de peixe e farinha de carne e ossos em rações formuladas com aminoácidos totais e digestíveis, WANGEN et al. (1993) observaram pior desempenho de poedeiras comerciais quando as aves foram alimentadas com os ingredientes processados com base em AAT.

Segundo FARREL et al. (1999), trabalhando com poedeiras da linhagem ISA Brown utilizando dietas formuladas com 97% e 90% das exigências de AAT e AAD, ocorreu diminuição na massa de ovos de 2g/dia para as aves que consumiram rações formuladas com 90% da exigência de AAT, em relação aos outros tratamentos.

Em estudo com aminoácidos digestíveis, DALIBARD e PAILLARD (1995) forneceram quatro rações para poedeiras de 19 a 36 semanas de idade. As duas primeiras rações (A e B) possuíam o mesmo teor de proteína bruta, lisina e metionina totais, mas a segunda ração (B) possuía baixos níveis de proteína, lisina e metionina digestíveis em relação à primeira. A terceira ração (C) era similar à segunda ração, exceto que lisina e metionina foram suplementadas para atingirem os níveis de aminoácidos digestíveis presentes na primeira ração. A quarta ração (D) foi formulada como um controle positivo, contendo altos teores de proteína e aminoácidos, superiores às rações 1 e 3. Os resultados obtidos pelos autores mostraram que a ração com baixa digestibilidade (B) causou redução no desempenho das poedeiras. Houve redução de 7% na massa de ovo (g/dia) e 5% na conversão alimentar, em comparação com o desempenho obtido pelas aves que receberam a primeira ração (A).

Menor massa de ovos (2g/dia) foi observada por FARRELL et al. (1999) quando forneceram 90% das exigências de aminoácidos totais para poedeiras

comerciais de 20 a 50 semanas. No entanto, as demais características de desempenho e qualidade dos ovos foram semelhantes entre os tratamentos analisados, formulados com 97% e 90% das exigências de aminoácidos totais e digestíveis.

Incluindo 5 e 10% de um subproduto regional protéico denominado *Azolla pinnata* em rações para poedeiras comerciais baseadas em aminoácidos totais e digestíveis, KATHUN et al. (1999) verificaram que a qualidade dos ovos de aves alimentadas com rações formuladas com aminoácidos totais foi semelhante ao das aves alimentadas com rações formuladas com aminoácidos digestíveis, entretanto, maior produção, massa e peso de ovos foram constatados quando foi incluído o subproduto protéico nos tratamentos baseados em aminoácidos digestíveis.

Diferentes níveis de lisina e aminoácidos sulfurados digestíveis foram empregados por SILVA et al. (2000) em rações de poedeiras comerciais formuladas com milho e farelo de soja de alta digestibilidade de aminoácidos e com substituição parcial dos mesmos por alimentos alternativos de baixa qualidade protéica. Não foram verificados efeitos dos diferentes tratamentos sobre as características de consumo de ração, produção, peso, massa dos ovos, conversão alimentar, unidades Haugh, índices de gema e de albúmen.

Ao formular rações para poedeiras comerciais e utilizando diferentes recomendações de AAT e AAD, CASARTELLI et al. (2005) observaram que a formulação com AAT promoveu melhores resultados para consumo de ração, produção de ovos, conversão alimentar e gravidade específica dos ovos. O pior desempenho determinado pelas rações formuladas com base em AAD provavelmente ocorreu em função do menor nível de PB (12,5% comparado com 14,5% da ração formulada com AAT), ter ocasionado deficiência de N, comprometendo a síntese de aminoácidos não essenciais. Em experimento com alimentos alternativos ao milho e farelo de soja e rações formuladas com aminoácidos totais e digestíveis, CASARTELLI et al. (2005) reportaram melhor qualidade de casca de ovos de poedeiras alimentadas com rações formuladas com aminoácidos digestíveis. Entretanto, em outro estudo dos mesmos autores (Casartelli et al., 2007), foi constatada pior conversão alimentar e menor massa de ovos quando as aves receberam rações formuladas com farelo de canola baseadas em aminoácidos digestíveis.

Pior desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com aminoácidos digestíveis também foi verificado por FILARDI et al. (2006) que desenvolveram um experimento fatorial avaliando três métodos de estimativa da composição de aminoácidos em ingredientes (tabelas brasileiras, equações de predição e fator para correção de aminoácidos em função do teor de proteína do ingrediente) e três recomendações de aminoácidos. Atribuiu-se o desempenho inferior ao baixo nível de proteína das rações (12,5%), em que provavelmente houve deficiência de nitrogênio para a síntese dos AA não essenciais.

Experimentos realizados por HARMS e RUSSELL (2003) utilizando níveis de metionina de 0,24 a 0,38%, com acréscimos de 0,02% nas dietas de poedeiras Hy-Line W36, mostraram que os acréscimos entre 0,24 a 0,32% de metionina total na dieta proporcionaram aumento na produção de ovos, conteúdo dos ovos e consumo de ração. No entanto a partir deste valor não foram observadas diferenças significativas.

Segundo SILVA et al. (2000) não houve diferenças quando poedeiras leves com 24 semanas foram alimentadas com dietas formuladas com base nos critérios de AAT e AAD. As características de desempenho (consumo de ração e peso corporal) não foram influenciadas pelos critérios de formulação em experimentos conduzidos por ROMBOLA (2005) com frangas leves e semipesadas na fase de cria e recria. Utilizando poedeiras Isa Brown com 52 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de aminoácidos sulfurados totais e de proteína bruta, PAVAN et al. (2005) observaram maior peso dos ovos das poedeiras alimentadas com 0,71% de aminoácidos sulfurados totais para os níveis de proteína de 14, 15,5 e 17%.

2.2. Balanço eletrolítico de dietas para poedeiras

O balanço eletrolítico pode afetar o metabolismo de vários aminoácidos, principalmente em relação à lisina e arginina, em que o antagonismo existente entre esses aminoácidos pode ser acentuado ou parcialmente minimizado pela manipulação de cátions e ânions da dieta (Faria et al. 2000). AUSTIC e KESHAVARZ (1984) utilizaram várias relações sódio:cloro (0,19:1 a 3,17:1)

correspondendo aos valores calculados de (Na + K - Cl) de -75 a 375 mEq/kg de ração, respectivamente. Verificaram melhoria da qualidade da casca dos ovos, à medida que o nível de cloro dietético foi reduzido, aumentando o valor de mEq/kg na dieta. Ao avaliar diferentes níveis de sódio e balanços eletrolíticos da dieta para poedeiras no primeiro e segundo ciclo de produção, MURAKAMI et al. (2003) constataram que os níveis de 0,12% de sódio em dietas com balanço eletrolítico com 205 mEq/kg para poedeiras no primeiro ciclo de produção e 0,13% de sódio em dietas com 174 mEq/kg no segundo ciclo foram suficientes para garantirem desempenho satisfatório e boa qualidade externa dos ovos.

2.3. Relação arginina:lisina para poedeiras

Sabe-se que certos aminoácidos têm relação antagônica frente a outros aminoácidos, como no caso da arginina e lisina, que competem pelo mesmo sítio de absorção. O clássico antagonismo lisina e arginina pode ser induzido pelo desequilíbrio na relação entre estes dois aminoácidos, de modo que, o excesso de lisina estimula a arginase renal, aumentando o catabolismo de arginina no organismo e causando, portanto, sintomas de deficiência de arginina, devido as aves não possuírem ciclo da uréia funcional (D'Mello, 2003). De modo geral, o antagonismo pode causar aumento e/ou redução da atividade de enzimas específicas do metabolismo dos aminoácidos. Além da maior atividade da arginase, o antagonismo lisina: arginina diminui a atividade da enzima glicina-amidinotransferase no fígado e, possivelmente, limita a formação de creatina (Andriguetto et al., 1999), entretanto, o aumento do nível de arginina em dieta rica em lisina alivia o efeito depressivo causado pelo antagonismo (Gadelha et al., 2003). Em frangos de corte, alguns estudos relatam que sob condições de estresse térmico, uma maior relação entre os aminoácidos arginina e lisina ajuda a diminuir os efeitos desse estresse sobre o desempenho. MENDES et al. (1997), relataram que o aumento da relação arginina:lisina acarretou em melhor conversão alimentar, cobertura de penas e menor quantidade de gordura abdominal em frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade criados em condições de estresse calórico. Já no caso de poedeiras, os estudos ainda são escassos. RIBEIRO et al. (2008), ao avaliar

diferentes níveis de sódio e balanços eletrolíticos em rações de frangas de 7 a 12 semanas de idade, concluíram que, considerando o ganho de peso diário e a conversão alimentar, os melhores resultados foram alcançados quando se utilizou dietas com balanço eletrolítico de 235 mEq/kg. Em condições de termoneutralidade, a relação arginina:lisina recomendada tem sido em torno de 1,1:1,0 (NRC, 1994, Mack et al., 1999 e Rostagno et al., 2000).

2.4. Fontes de metionina para poedeiras

Diferentes fontes dos aminoácidos podem minimizar a produção de calor, como a metionina em pó (DLM) ou líquida (HMTBA-Alimet®), as quais possuem mecanismos de absorção diferenciados. Nas aves, a DLM é absorvida através de uma molécula transportadora da membrana intestinal, via transporte ativo, que por sua vez produz calor (Visentini et al., 2005). Já a HMTBA-Alimet® é transportada através da membrana via difusão simples, sem gasto de energia e produção de calor (Novus, 2007). Poucos são os estudos com diferentes fontes de metionina para poedeiras comerciais. Ao avaliar o efeito de duas fontes de metionina para frangas de reposição, ROMBOLA et al. (2008) não observaram diferenças no desempenho quando utilizaram DL-metionina e HMTBA. ALVAREZ et al. (2004), ao avaliar a equivalência das duas fontes, relatou que 65 partes de DL-metionina podem substituir 100 partes de metionina líquida sem que ocorra diferença no desempenho das poedeiras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento 1 - Diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos em dietas de poedeiras comerciais semipesadas

3.1.1. Local

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no Campus Administrativo da USP de Pirassununga.

3.1.2. Animais experimentais e delineamento estatístico

Cento e noventa e duas poedeiras semipesadas Hy-Line Brown, no período de 52 a 64 semanas de idade, foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 x 4, com os fatores: critérios de formulação das dietas (aminoácidos totais (AAT) e digestíveis (AAD)) e diferentes níveis nutricionais (100%; 95%; 90% e 85% das exigências de metionina, lisina e triptofano), totalizando 8 tratamentos com 5 repetições de 4 aves cada. As duas primeiras semanas foram consideradas como sendo de adaptação. Os tratamentos estão indicados na Tabela 1.

Tabela 1 - Indicação dos tratamentos

Tratamentos	Critério de formulação	Níveis de atendimento das exigências dos Aminoácidos (%)
1	AAT	100
2	AAT	95
3	AAT	90
4	AAT	85
5	AAD	100
6	AAD	95
7	AAD	90
8	AAD	85

3.1.3. Manejo, instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado medindo 0,25m x 0,45m x 0,40m (frente, profundidade e altura, respectivamente), dispostas em linha e providas de comedouro tipo calha de chapa galvanizada e bebedouros tipo nipple, submetidas a programa de iluminação com 16 h/luz/dia e fornecimento de ração e água *ad libitum*. A produção de ovos foi anotada diariamente e quinzenalmente foram coletados os dados de consumo e os ovos colhidos para avaliações de desempenho e qualidade dos ovos.

3.1.4. Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas utilizando-se milho, farelo de soja, farelo de trigo e farinha de carne e ossos seguindo as recomendações do Manual de Manejo Hy – Line Brown (2002 – 2004). A composição percentual e níveis nutricionais das dietas se encontram na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição percentual e níveis nutricionais das dietas experimentais

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Milho grão	67,44	67,34	67,23	69,70	69,53	69,42	69,32	69,22
Farelo de soja	7,84	7,99	8,19	8,46	8,90	9,06	9,21	9,36
Farelo de trigo	10,00	10,00	9,96	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
F. carne e ossos	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Calcário	8,09	8,09	8,09	8,06	8,05	8,05	8,05	8,05
Fosfato bicálcico	0,23	0,23	0,23	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Sal	0,37	0,36	0,36	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
DL-Metionina	0,06	0,04	0,02	0,01	0,17	0,15	0,13	0,11
L-Lisina HCl	0,27	0,23	0,17	0,15	0,29	0,24	0,19	0,14
L-Triptofano	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00
Sup. Vit. Min.*	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Inerte	2,49	2,51	2,55	4,76	4,18	4,21	4,23	4,26
Níveis calculados de nutrientes								
EM (kcal/kg)	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700
PB (%)	13,00	13,00	13,00	12,70	13,00	13,00	13,00	13,00
Ca (%)	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56
P disponível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Na (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Metionina (%)	0,37	0,35	0,34	0,32	0,35	0,33	0,31	0,29
Lisina (%)	0,71	0,70	0,65	0,62	0,66	0,63	0,60	0,56
Triptofano (%)	0,13	0,13	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10

*Suplementação de vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vit. A: 9100 UI; Vit. D3: 1820 UI; Vit. E: 6 mg; Vit. K: 0,5 mg; Vit. B2: 2,56 mg; Vit B12: 5,48 mg; Pantotenato de Cálcio: 1,96 mg; Niacina: 5 mg; Colina: 12,4 mg; Selênio: 0,148 mg; Cobre: 0,2 mg; Ferro: 50 mg; Zinco: 73,6 mg; Manganês: 61,8 mg; Iodo: 0,43 mg; Metionina: 450 mg; Antioxidante: 1 mg; Veículo q.s.p.: 1000 g.

3.1.5. Características avaliadas

3.1.5.1. Características de desempenho

3.1.5.1.1. Consumo de ração

O consumo de ração foi calculado quinzenalmente pesando-se as sobras dos baldes mais as sobras dos cochos e subtraindo o valor encontrado do peso do valor fornecido na quinzena anterior. Os valores foram expressos em gramas/ave/dia.

3.1.5.1.2. Consumo de energia metabolizável

O consumo de energia metabolizável foi calculado multiplicando-se o consumo de ração pelo valor de energia por quilo da ração. Os valores foram expressos em kilocalorias/ave/dia.

3.1.5.1.3. Produção de ovos

A produção de ovos foi calculada anotando-se diariamente a produção e posteriormente dividindo-se o número de ovos postos pelo número de dias analisados e o resultado obtido pelo número de aves. Os resultados foram expressos em porcentagem de ovos/ave/dia.

3.1.5.1.4. Peso dos ovos

O peso dos ovos foi obtido calculando-se a média dos ovos postos nos dias de coleta para cada repetição de cada tratamento.

3.1.5.1.5. Massa de ovos

A massa de ovos foi obtida multiplicando-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos de cada parcela, sendo que os ovos foram pesados a cada 15 dias. Os resultados foram expressos em grama/ave/dia.

3.1.5.1.6. Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovos.

3.1.5.2. Características de qualidade interna dos ovos

Foram coletados 2 ovos de cada repetição a cada 15 dias para análise da qualidade interna.

3.1.5.2.1. Porcentagens de albúmen e gema

As porcentagens de albúmen e gema foram calculadas multiplicando-se os pesos de cada um destes componentes por 100 e divididos pelo peso total dos ovos.

3.1.5.2.2. Altura de albúmen

A altura do albúmen foi obtida por meio de um altímetro com precisão de 0,01 mm.

3.1.5.2.3. Peso de albúmen

O peso do albúmen foi obtido por subtração dos demais componentes do ovo.

3.1.5.2.4. Peso de gema

O peso da gema foi obtido por pesagem após a separação do albúmen, em balança analítica com precisão de 0,01 grama.

3.1.5.2.5. Unidade Haugh

A unidade Haugh dos ovos foi calculada a partir da fórmula:

$$UH = 100 \cdot \log(h + 7,57 - 1,7 p^{0,37})$$

onde:

h = altura do albúmen

p = peso do ovo

3.1.5.3. Características de qualidade externa dos ovos

Foram coletados 2 ovos a cada 15 dias para as análises de qualidade externa.

3.1.5.3.1. Peso, porcentagem e espessura de casca

O peso da casca foi obtido através da pesagem da casca seca em balança analítica com precisão de 0,01 grama. A porcentagem de casca foi obtida multiplicando-se o peso da casca por 100 e dividindo-se o valor encontrado pelo peso total do ovo. A espessura da casca foi obtida medindo-se a casca na região do equador em três pontos diferentes, por meio de um micrômetro com precisão de 0,01 mm.

3.1.5.3.2. Densidade aparente dos ovos

A densidade aparente dos ovos foi obtida com a utilização de soluções salinas com diferentes densidades, partindo-se de 1,065 mg/L H₂O até 1,100 mg/L H₂O, com intervalos de 0,005 mg/L H₂O. A densidade na qual o ovo flutuava foi considerada como a densidade do ovo.

3.1.6. Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados pelo procedimento GLM do SAS 8.02 (1989) com a utilização de análise de regressão polinomial e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação de médias.

3.2. Experimento 2 – Critérios de formulação, relação arginina:lisina e fontes de metionina em dietas de poedeiras comerciais leves durante a estação de verão

3.2.1. Local

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no Campus Administrativo da USP de Pirassununga.

3.2.2. Animais experimentais e delineamento estatístico

Foram utilizadas 288 poedeiras comerciais leves Hy-Line W-36, com 25 semanas de idade, alojadas em gaiolas de arame galvanizado, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso em arranjo fatorial 2x3x2, sendo 2 critérios de formulação, 3 relações arginina:lisina e 2 fontes de metionina, totalizando 12 tratamentos com seis repetições de quatro aves cada. Os critérios de formulação de dietas foram: aminoácidos totais e digestíveis e as relações Arg:Lis foram: 0,9:1,0; 1,0:1,0 e 1,1:1,0), enquanto que as fontes de metionina foram HMTBA-Alimet® 88,0% e DLM 99,0%. O período experimental total compreendeu desde a 25^a até a 41^a semana de idade.

3.2.3. Manejo, instalações e equipamentos

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado medindo 0,25m x 0,45m x 0,40m (frente, profundidade e altura, respectivamente), dispostas em linha e providas de comedouro tipo calha de chapa galvanizada e bebedouros tipo nipple, submetidas a programa de iluminação com 16 h/luz/dia e fornecimento de ração e água *ad libitum*. A produção de ovos foi anotada diariamente e quinzenalmente foram coletados os dados de consumo e os ovos colhidos para avaliações de desempenho e qualidade dos ovos.

Ao final de cada período experimental, uma amostra de três ovos por repetição era utilizada para as análises de qualidade dos ovos.

As médias das temperaturas e umidades relativas, máxima e mínima, registradas durante todo o período experimental foram de: 30,1 °C; 20,6 °C e 85,7%; 55,3%, respectivamente.

3.2.4. Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja com os níveis nutricionais conforme as recomendações de ROSTAGNO et al. (2000) e as suas composições percentuais e calculadas encontram-se apresentadas nas Tabelas 3 e 4.

O balanço eletrolítico das dietas experimentais (BED) foi calculado segundo MONGIN (1980), pela fórmula: Número de Mongin (NM em mEq/kg) =

$\text{mEqNa}^+ + \text{mEqK}^+ - \text{mEqCl}^-$. Para o cálculo do NM, a partir de valores percentuais dos eletrólitos nas dietas, foi empregada a fórmula: $\text{NM} = \% \text{Na}^+ \times 10.000/22,990 + \% \text{K}^+ \times 10.000/39,102 - \% \text{Cl}^- \times 10.000/35,453$.

Tabela 3 - Composição percentual das dietas experimentais

Ingrediente	Aminoácido total						Aminoácido digestível					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	Arg:Lis 0,9:1,0 HMTBA	Arg:Lis 0,9:1,0 DLM	Arg:Lis 1,0:1,0 HMTBA	Arg:Lis 1,0:1,0 DLM	Arg:Lis 1,1:1,0 HMTBA	Arg:Lis 1,1:1,0 DLM	Arg:Lis 0,9:1,0 HMTBA	Arg:Lis 0,9:1,0 DLM	Arg:Lis 1,0:1,0 HMTBA	Arg:Lis 1,0:1,0 DLM	Arg:Lis 1,1:1,0 HMTBA	Arg:Lis 1,1:1,0 DLM
Milho	63,75	63,75	62,03	62,06	59,56	59,60	63,62	63,67	62,19	62,22	59,56	59,59
Farelo de soja 46%	6,27	6,27	10,35	10,35	14,49	14,49	5,73	5,74	10,09	10,09	14,51	14,51
Farelo de trigo	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fosfato bicálcico	2,18	2,18	2,17	2,17	2,16	2,16	2,18	2,18	2,17	2,17	2,16	2,16
Far. glúten milho 60%	12,31	12,31	9,77	9,77	7,30	7,30	12,69	12,68	9,93	9,92	7,28	7,27
Óleo de soja	-	-	0,70	0,69	1,64	1,62	-	-	0,63	0,62	1,64	1,63
Calcário	8,88	8,88	8,86	8,86	8,83	8,83	8,87	8,88	8,86	8,86	8,83	8,83
Supl. Vitamínico-mineral ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cloreto de colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal	0,42	0,42	0,41	0,41	0,42	0,42	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,43
HMTBA ²	0,14	-	0,16	-	0,18	-	0,18	-	0,13	-	0,15	-
DL-Metionina	-	0,12	-	0,14	-	0,16	-	0,11	-	0,12	-	0,14
L-Lisina	0,45	0,45	0,35	0,35	0,24	0,24	0,48	0,48	0,37	0,37	0,26	0,26
L-Triptofano	0,07	0,07	0,05	0,05	0,03	0,03	0,07	0,07	0,05	0,05	0,03	0,03
Inerte ³	0,38	0,40	-	-	-	-	0,59	0,60	-	-	-	-

¹ Vitaminas, minerais e aditivos por kg de ração: Vitamina A 8000 UI; Vitamina D₃: 2200 UI; Vitamina E: 20 mg; Vitamina K₃ 2 mg; Vitamina B₁ 1 mg; Vitamina B₂ 4 mg; Vitamina B₆ 2 mg; Vitamina B₁₂ 10 mcg; Pantotenato de Cálcio 10 mg; Niacina 25 mg; Colina 207,13 mg; Ácido fólico 0,4 mg; Biotina 15 mcg; Selênio 0,2 mg; Cobre 7,8 mg; Ferro 30 mg; Zinco 65 mg; Manganês 70 mg; Iodo 1 mg; Antioxidante BHT 120 mg; Olaquinox 29,4 mg; Violeta genciana 14,85 mg.

² Alimet: MHA-methylethil hydroxi analogo - 88% (2-hydroxy -4-(methylthio) butanoic acid), Novus International.

³ Caulim.

Tabela 4 - Composição calculada das dietas experimentais

Composição	Níveis Nutricionais Calculados											
	Aminoácido total						Aminoácido digestível					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	Arg:Lis 0,9:1,0 HMTBA	DLM	Arg:Lis 1,0:1,0 HMTBA	DLM	Arg:Lis 1,0:1,0 HMTBA	DLM	Arg:Lis 0,9:1,0 HMTBA	DLM	Arg:Lis 1,0:1,0 HMTBA	DLM	Arg:Lis 1,1:1,0 HMTBA	DLM
EM (kcal/kg)	2850	2850	2850	2850	2850	2850	2850	2850	2850	2850	2850	2850
PB (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Lisina, %	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Arginina, %	0,79	0,79	0,88	0,88	0,97	0,97	0,70	0,70	0,78	0,78	0,86	0,86
Metionina + Cistina (%)	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,73	0,73	0,71	0,71	0,70	0,70
Metionina, %	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Treonina, %	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,53	0,54	0,54	0,55	0,55
Triptofano, %	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Cálcio, %	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Fósforo disponível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sódio, %	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloro, %	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30
Potássio, %	0,37	0,37	0,44	0,44	0,50	0,50	0,36	0,36	0,43	0,43	0,50	0,50
BED, mEq/kg ¹	71,18	71,18	94,62	94,62	118,41	118,41	66,96	66,96	92,44	92,44	117,43	117,43

1. Balanço eletrolítico da dieta de acordo com Mongin (1980)

3.2.5. Características avaliadas

3.2.5.1. Características de desempenho

3.2.5.1.1. Consumo de ração

O consumo de ração foi calculado quinzenalmente pesando-se as sobras dos baldes mais as sobras dos cochos e subtraindo o valor encontrado do peso do valor fornecido na quinzena anterior. Os valores foram expressos em gramas/ave/dia.

3.2.5.1.2. Consumo de energia metabolizável

O consumo de energia metabolizável foi calculado multiplicando-se o consumo de ração pelo valor de energia por quilo da ração. Os valores foram expressos em kilocalorias/ave/dia.

3.2.5.1.3. Produção de ovos

A produção de ovos foi calculada anotando-se diariamente a produção e posteriormente dividindo-se o número de ovos postos pelo número de dias analisados e o resultado obtido pelo número de aves. Os resultados foram expressos em porcentagem de ovos/ave/dia.

3.2.5.1.4. Peso dos ovos

O peso dos ovos foi obtido calculando-se a média dos ovos postos nos dias de coleta para cada repetição de cada tratamento.

3.2.5.1.5. Massa de ovos

A massa de ovos foi obtida multiplicando-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos de cada parcela, sendo que os ovos foram pesados a cada 15 dias. Os resultados foram expressos em grama/ave/dia.

3.2.5.1.6. Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovos.

3.2.5.2. Características de qualidade interna dos ovos

Foram utilizados 2 ovos por repetição para as análises de qualidade interna dos ovos.

3.2.5.2.1. Porcentagens de albúmen e gema

As porcentagens de albúmen e gema foram calculadas multiplicando-se os pesos de cada um destes componentes por 100 e divididos pelo peso total do ovo.

3.2.5.2.2. Altura de albúmen

A altura do albúmen foi obtida por meio de um altímetro com precisão de 0,01 mm.

3.2.5.2.3. Peso de albúmen

O peso do albúmen foi obtido por subtração dos demais componentes do ovo.

3.2.5.2.4. Peso de gema

O peso da gema foi obtido por pesagem após a separação do albúmen, em balança analítica com precisão de 0,01 grama.

3.2.5.2.5. Unidade Haugh

A unidade Haugh dos ovos foi calculada a partir da fórmula:

$$UH = 100 \cdot \log(h + 7,57 - 1,7 p^{0,37})$$

onde:

h = altura do albúmen

p = peso do ovo

3.2.5.3. Características de qualidade externa dos ovos

Foram coletados 2 ovos de cada repetição a cada 15 dias para análise de qualidade interna e externa.

3.2.5.3.1. Peso, porcentagem e espessura de casca

O peso da casca foi obtido através da pesagem da casca seca em balança analítica com precisão de 0,01 grama. A porcentagem de casca foi obtida multiplicando-se o peso da casca por 100 e dividindo-se o valor encontrado pelo peso total do ovo. A espessura da casca foi obtida medindo-se a casca na região do equador em três pontos diferentes, por meio de um micrômetro com precisão de 0,01 mm.

3.2.5.3.2. Densidade aparente dos ovos

A densidade aparente dos ovos foi obtida com a utilização de soluções salinas com diferentes densidades, partindo-se de 1,065 mg/L H₂O até 1,100 mg/L H₂O, com intervalos de 0,005 mg/L H₂O. A densidade na qual o ovo flutuava foi considerada como a densidade do ovo.

3.2.6. Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento General Linear Model do programa SAS[®] (2000) e em caso de diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Para o fator relações Arg:Lis foi ajustado modelo de regressão quando houve significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1 - Diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos em dietas de poedeiras comerciais semipesadas

4.1.1. Características de desempenho

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados obtidos para as características de desempenho no período de 54 a 64 semanas de idade.

Tabela 5 - Consumo de ração (CR), consumo de energia metabolizável (CE), produção de ovos (PD), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA) de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos

	CR (g/ave/dia)	CE (kcal/ave/dia)	PD (%ovos/ ave/dia)	PO (g)	MO (g/ave/dia)	CA
Critérios de formulação						
Aminoácidos Totais	106,63	287,90	82,53	62,96	50,69	2,05
Aminoácidos Digestíveis	105,71	285,42	83,69	63,42	53,04	2,00
Níveis de aminoácidos						
100%	106,37	287,19	86,06	62,97	54,19	1,97
95%	107,03	288,97	83,41	63,65	53,07	2,02
90%	106,68	288,05	82,04	63,82	52,33	2,04
85%	104,60	282,43	80,89	62,32	50,38	2,07
Regressão	ns	ns	1	ns	2	2
CV(%)	3,38	3,38	3,83	3,19	3,27	3,44

1 - Significativo para tendência linear (Figura 3).

2 - Interação entre os fatores e significativo para tendência quadrática (Tabela 6).

O fator critério de formulação não influenciou significativamente ($P>0,05$) as características CR, CE, PD e PO, segundo o teste de Tukey de comparação de médias. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de aminoácidos sobre as características CR, CE e PO segundo o teste de regressão. A característica PD apresentou tendência linear positiva significativa para o fator níveis de aminoácidos (Figura 3) e através da análise de regressão estimou-se que para cada 1% de incremento no nível de aminoácidos ocorra aumento de

0,338% na produção de ovos. Já as características MO e CA apresentaram interação significativa entre os fatores ($P<0,05$), cujo desdobramento encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Desdobramento das interações entre critérios de formulação e níveis de aminoácidos para as características conversão alimentar e massa de ovos

Critérios de formulação	Níveis de aminoácidos			
	100%	95%	90%	85%
Conversão Alimentar				
Aminoácidos Totais	2,08Ba	2,01Aa	2,03Aa	2,11Aa
Aminoácidos Digestíveis	1,86Aa	2,03Ab	2,05Ab	2,05Ab
Massa de Ovos				
Aminoácidos Totais	52,33Ba	52,81Aa	52,83Aa	49,83Aa
Aminoácidos Digestíveis	56,05Aa	53,34Aa	51,83Ab	50,94Ab

Médias seguidas de letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Para a característica MO o melhor desempenho foi obtido quando se utilizou dietas formuladas no critério de formulação AAD e 100 ou 95% das exigências de aminoácidos. Já a característica CA apresentou o melhor resultado quando se utilizou dietas formuladas no critério de formulação AAD e 100% das exigências de aminoácidos. Dentro do critério AAT, não houve diferença significativa no desempenho entre os níveis de aminoácidos utilizados. Estimou-se também que para se conseguir o valor máximo de MO, é necessário suprir 94,65% das exigências dos aminoácidos para o critério de formulação baseado em AAT e que para cada aumento de 1% nos níveis de aminoácidos, quando se utiliza o critério baseado em AAD, há um aumento de 0,337g na MO. Para a característica CA, a estimativa feita pela análise de regressão mostrou que quando se utiliza o critério de formulação baseado em AAT, o nível de aminoácidos que proporcionou melhor conversão foi o de 93,23% das exigências e que o nível de 100% de suprimento das exigências combinado com o critério de formulação baseado em aminoácidos digestíveis proporcionou os melhores resultados.

Considerando-se as características consumo de ração, produção e peso dos ovos, resultados semelhantes foram obtidos por SILVA et al. (2000) que não constataram diferenças quando poedeiras leves com 24 semanas foram alimentadas com dietas formuladas com base nos critérios de AAT e AAD. As características de desempenho (consumo de ração e peso corporal) não foram influenciadas pelos critérios de formulação em experimentos conduzidos por ROMBOLA (2005) com frangas leves e semipesadas na fase de cria e recria.

Utilizando poedeiras ISA Brown com 52 semanas de idade alimentadas com diferentes níveis de aminoácidos sulfurados totais e de proteína bruta, PAVAN et al. (2005) observaram maior peso dos ovos das poedeiras alimentadas com 0,71% de aminoácidos sulfurados totais para os níveis de proteína de 14, 15,5 e 17%. Formulando rações para poedeiras comerciais, CASARTELLI et al. (2005), utilizando diferentes recomendações de AAT e AAD, observaram que a formulação baseada em AAT promoveu melhores resultados para consumo de ração, produção de ovos, conversão alimentar e gravidade específica. O pior desempenho determinado pelas rações formuladas com base em AAD provavelmente ocorreu em função do menor nível de PB (12,5% comparado com 14,5% da ração formulada com AAT), ter ocasionado deficiência de nitrogênio, comprometendo a síntese de aminoácidos não essenciais.

Segundo FARRELL et al. (1999), ao trabalhar com poedeiras da linhagem ISA Brown utilizando dietas formuladas com 97% e 90% das exigências de AAT e AAD, ocorreu diminuição na massa de ovos de 2g/dia para as aves que consumiram rações formuladas com 90% da exigência de AAT, em relação aos outros tratamentos.

Experimentos realizados por HARMS e RUSSELL (2003) utilizando níveis de metionina total de 0,24 a 0,38%, com acréscimos de 0,02 pontos percentuais nas dietas de poedeiras Hy-Line W36, mostraram que os acréscimos entre 0,24 a 0,32% de metionina total na dieta proporcionaram aumento na produção de ovos, conteúdo dos ovos e consumo de ração. Porém a partir deste valor não foram observadas diferenças significativas.

As Figuras 1, 2 e 3 ilustram o desempenho das poedeiras e apresentam as respectivas equações de regressão para as características que apresentaram tendência linear ou quadrática significativa, de acordo com os diferentes critérios e níveis de aminoácidos utilizados.

Figura 1. Massa de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos na dieta.

Figura 2. Conversão alimentar de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos na dieta.

Figura 3. Produção de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação e níveis de aminoácidos na dieta.

4.1.2. Características de qualidade interna dos ovos

Não houve interação nem diferença significativa ($P>0,05$) sobre as características avaliadas (Tabela 7).

Tabela 7 - Altura de albúmen (AA), Peso do albúmen (PA), Porcentagem de albúmen (A), Peso da gema (PG), Porcentagem de gema (G) e Unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de aminoácidos e critérios de formulação

	AA (mm)	PA (g)	A %	PG (g)	G %	UH
Critérios de formulação						
Aminoácidos Totais	9,28	40,90	64,94	16,21	25,74	95,10
Aminoácidos Digestíveis	9,32	41,52	65,47	16,00	25,23	95,31
Níveis de aminoácidos						
100%	9,02	41,34	65,63	15,80	25,10	93,89
95%	9,23	41,35	64,97	16,40	25,70	94,78
90%	9,68	41,53	65,06	16,28	25,50	96,82
85%	9,27	40,61	65,15	15,93	25,60	95,31
Regressão	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV(%)	7,32	4,19	1,95	4,37	4,24	3,44

4.1.3. Características de qualidade externa dos ovos

Para as características avaliadas neste estudo não houve interação nem diferença significativa para os fatores estudados (Tabela 8).

Tabela 8 - Espessura da casca (EC), Peso da casca (PC), Porcentagem de casca (C) e Densidade aparente (D) de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de aminoácidos e critérios de formulação

	EC (mm)	PC (g)	C %	D (g/mL H ₂ O)
Critérios de formulação				
Aminoácidos Totais	0,42	5,87	9,32	1,088
Aminoácidos Digestíveis	0,42	5,90	9,30	1,088
Níveis de aminoácidos				
100%	0,42	5,83	9,26	1,088
95%	0,42	5,91	9,29	1,089
90%	0,42	6,01	9,42	1,088
85%	0,42	5,79	9,28	1,088
Regressão	ns	ns	ns	ns
CV(%)	3,96	5,75	4,81	0,22

Os resultados de qualidade interna e externa dos ovos coincidem com os resultados encontrados na literatura (Wangen et al. (1993); Farrell et al. (1999); Khatun et al. (1999); Silva et al. (2000); Casartelli et al. (2005)), que também não relataram diferenças significativas na qualidade interna e externa dos ovos de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação de ração.

4.2. Experimento 2 – Critérios de formulação, relação arginina:lisina e fontes de metionina em dietas de poedeiras comerciais leves durante a estação de verão

4.2.1. Características de desempenho

Os resultados médios das características de desempenho encontram-se na Tabela 9. Os fatores critérios de formulação e fontes de metionina não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) sobre as características avaliadas. No entanto, a relação Arg:Lis apresentou efeito ($P<0,01$) linear positivo sobre o consumo de ração à medida que se aumentou a relação Arg:Lis de 0,9:1,0 para 1,1:1,0, conforme demonstrado na Figura 4. O mesmo comportamento pode

ser observado para as características peso do ovo e massa de ovos ($P<0,05$), de acordo com as Figuras 5 e 6.

Tabela 9 - Consumo de ração (CR), produção de ovos (PD), peso dos ovos (PO), massa de ovos (MO) e conversão alimentar (CA) de poedeiras Hy-Line W36 alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis com diferentes relações Arg:Lis e fontes de metionina, no período de 25 a 41 semanas de idade

	CR (g/ave/dia)	PD (%ovos/ave/dia)	PO (g)	MO (g/ave/dia)	CA
Critério de formulação					
AA Total	88,37	88,20	55,60	49,03	1,80
AA Digestível	87,91	89,08	55,10	49,08	1,79
Relação Arg: Lis					
0,9:1,0	87,43	88,09	54,51	48,01	1,82
1,0:1,0	88,19	88,54	55,63	49,25	1,79
1,1:1,0	88,81	89,28	55,91	49,92	1,79
P	0,05	ns	0,01	0,01	ns
Regressão	linear	-	linear	linear	-
Fonte de Metionina					
DLM*	88,20	88,30	55,48	48,99	1,80
HMTBA**	88,09	88,98	55,22	49,13	1,79
CV (%)	2,18	2,97	3,13	4,15	3,67

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

* DL-Metionina em pó 99%.

** Alimet: MHA-methylethil hydroxi analogo - 88% (2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid), Novus International.

Figura 4. Consumo de ração de aves Hy-Line W36 no período de 25 a 41 semanas de idade segundo a relação Arg:Lis

O efeito crescente no consumo de ração (g/ave/dia) significa que para cada 1% de aumento na relação Arg:Lis, o consumo de ração pelas aves aumenta 0,069 g/ave/dia. Este resultado observado é de grande relevância, considerando que em altas temperaturas ambientais as aves tendem à diminuir o consumo de ração, devido à vários mecanismos fisiológicos que agem diretamente no sistema nervoso, via hipotálamo, com conseqüente redução no desempenho. Recomendações de aumento na relação Arg:Lis em condições de estresse calórico, têm sido sugeridas por vários autores, visando melhorias no desempenho das aves (Brake et al., 1998; Balnave et al., 1999; Costa et al., 2001; Balnave & Brake, 2002; Chen et al., 2003).

Figura 5. Peso de ovo de aves Hy-Line W36 no período de 25 a 41 semanas de idade segundo a relação Arg:Lis

Figura 6. Massa de ovo de aves Hy-Line W36 no período de 25 a 41 semanas de idade segundo a relação Arg:Lis

4.2.2. Características de qualidade interna e externa dos ovos

Para as características de qualidade interna e externa dos ovos, os resultados médios encontram-se nas Tabelas 10 e 11. A fonte de metionina não apresentou efeito ($P>0,05$) sobre as características avaliadas. O critério de formulação aminoácidos totais apresentou maior efeito ($P<0,05$) sobre o peso da gema em relação aos aminoácidos digestíveis (Figura 7). A relação Arg:Lis apresentou efeito ($P<0,05$) quadrático sobre o peso da gema, de acordo com a Figura 7. FARIA et al. (2003) comprovaram que o tamanho, concentração de sólidos totais dos ovos e porcentagens de gema e de albúmen são influenciadas pela idade da galinha. Além disso, ovos com gemas maiores terão maiores conteúdos de sólidos do que ovos com gemas menores (Ahn et al., 1997).

Figura 7. Peso da gema de ovos de aves Hy-Line W36 no período de 25 a 41 semanas de idade segundo a relação Arg:Lis

Tabela 10 - Pesos da gema (PG), albúmen (PA), casca (PC) e Unidade Haugh (UH), de ovos de poedeiras Hy-Line W36 alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis com diferentes relações Arg:Lis e fontes de metionina, no período de 25 a 41 semanas de idade

	PG (g)	PA (g)	PC (g)	UH
Critério de formulação				
AA Total	14,09 ^a	36,41	5,10	99,75
AA Digestível	13,83 ^b	36,22	5,05	100,62
Relação Arg: Lis				
0,9:1,0	13,61	35,88	5,02	100,32
1,0:1,0	14,14	36,37	5,12	100,32
1,1:1,0	14,13	36,70	5,09	99,91
P	0,01	ns	ns	ns
Regressão	quadrática	-	-	-
Fonte de Metionina				
DLM*	13,99	36,41	5,05	100,13
HMTBA**	13,93	36,22	5,06	100,24
CV(%)	3,56	3,88	3,51	1,91

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05)

* DL-Metionina em pó 99%.

** Alimet: MHA-methylethil hydroxi analogo - 88% (2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid), Novus International.

Tabela 11 - Percentuais de gema (G), albúmen (PA) e casca (PC), espessura da casca (EC) e densidade aparente do ovo (D) de poedeiras Hy-Line W36 alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis com diferentes relações Arg:Lis e fontes de metionina, no período de 25 a 41 semanas de idade

	G (%)	PA (%)	PC (%)	EC (mm)	D (g/mL H ₂ O)
Critério de formulação					
AA Total	25,84	65,47	9,18	0,41	1,090
AA Digestível	25,73	65,73	9,17	0,41	1,090
Relação Arg: Lis					
0,9:1,0	25,48	65,80	9,21	0,41	1,090
1,0:1,0	25,90	65,36	9,20	0,41	1,089
1,1:1,0	25,98	65,63	9,10	0,41	1,088
P	ns	ns	ns	ns	ns
Regressão	-	-	-	-	-
Fonte de Metionina					
DLM*	25,78	65,62	9,17	0,41	1,089
HMTBA**	25,79	65,58	9,18	0,40	1,089
CV(%)	4,44	1,32	3,79	2,23	0,23

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

* DL-Metionina em pó 99%.

** Alimet: MHA-methylethil hydroxi analogo - 88% (2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid), Novus International.

Ao avaliar a qualidade dos ovos, SILVERSIDES & SCOTT (2001), observaram aumento no peso do ovo e na porcentagem de gema com o aumento da idade das aves, enquanto que a casca e o albúmen diminuíram. Resultados estes que estão de acordo com os observados neste estudo dentro da mesma faixa etária.

Em relação às fontes de metionina (DLM e HTMBA), de acordo com BALNAVE & BRAKE (2002), estas influenciam a determinação da ótima relação Arg:Lis das dietas de frangos de corte, submetidos ao estresse calórico.

Com relação ao balanço eletrolítico das dietas, que variaram de 66 a 118 mEq/kg, de acordo com as diferentes relações Arg:Lis avaliadas, estes encontraram-se abaixo dos preconizados em estudos anteriores com poedeiras

comerciais (Junqueira et al., 2000; Murakami et al., 2003; Senkoylu et al., 2005) que variaram de 187 a 491 mEq, de 205 a 256 mEq e de 176 a 242 mEq/kg, respectivamente. Entretanto, estes mesmos autores, não observaram efeito significativo em seus estudos sobre o desempenho e qualidade da casca dos ovos. Em contraponto, RIBEIRO et al. (2008), ao avaliar diferentes níveis de sódio e balanços eletrolíticos em rações de frangas de 7 a 12 semanas de idade, concluíram que, considerando-se o ganho de peso diário e a conversão alimentar, os melhores resultados foram alcançados quando se utilizou dietas com balanço eletrolítico de 235 mEq/kg.

No presente estudo, os níveis nutricionais de sódio e cloro encontram-se próximos aos recomendados por Rostagno et al. (2000) para poedeiras leves, com ingestão de 100 g/ave/dia, que são de 0,225 e 0,200%, respectivamente, com exceção do potássio que esteve em menor nível (variando de 0,36% a 0,50%) contra 0,580% (Rostagno et al., 2000). De acordo com LEESON (1986), BORGES (1997) e BORGES et al. (2007), o estresse calórico provoca aumento na excreção do potássio com conseqüente redução na concentração no plasma, provocando um desequilíbrio ácido-base, no entanto, este fato não afetou o desempenho produtivo das poedeiras neste estudo.

Ao avaliar o balanço eletrolítico das dietas para poedeiras no segundo ciclo de postura, JUDICE et al. (2002) observaram que durante a formação da casca do ovo, o pH sanguíneo é levemente ácido para favorecer a biossíntese do carbonato de cálcio no útero da ave. Assim, o fornecimento de dieta aniônica no período de formação da casca pode contribuir para melhor formação da casca, já que tem influência na redução do pH sanguíneo. No entanto, alto conteúdo em cloro (0,84%) diminuiu o peso específico dos ovos, corroborando com resultados obtidos por AUSTIC & KESHAVARZ (1984), os quais utilizaram níveis de cloro de 0,75% a 0,90% na ração (DCA de -33,0 e -66,0 mEq/kg, respectivamente). Por outro lado, AUSTIC & KESHAVARZ (1988) e KESHAVARZ (1994) afirmaram que as poedeiras podem suportar até 0,95% de cloro na dieta (DCA = -91 mEq/kg) sem que isso interfira no peso específico dos ovos.

4.2.3. Variação do peso corporal

Os pesos corporal inicial, final e a variação do peso das aves estão apresentados na Tabela 12, cujas médias inicial e final não apresentaram efeito ($P>0,05$) dos tratamentos. No entanto, a variação final de peso apresentou efeito ($P<0,01$) linear crescente para o fator Arg:Lis.

Tabela 12 - Peso médio inicial (PMI), peso médio final (PMF) e variação de peso (VP) de poedeiras Hy-Line W36 alimentadas com dietas formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis com diferentes relações Arg:Lis e fontes de metionina no período de 25 a 41 semanas de idade

	PMI (kg)	PMF (kg)	VP (kg)
Critério de formulação			
AATotal	1,40	1,44	0,04
AADig	1,39	1,42	0,04
Relação Arg: Lis			
0,9:1,0	1,40	1,41	0,01
1,0:1,0	1,40	1,45	0,05
1,1:1,0	1,38	1,44	0,06
P	ns	ns	0,05
Regressão	-	-	linear*
Fonte de Metionina			
DLM*	1,39	1,44	0,05
HMTBA**	1,39	1,42	0,03
CV(%)	5,17	4,96	1,63

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

*Variação de peso corporal - ($Y=0,025x-0,01$; $R^2=0,89$)

* DL-Metionina em pó 99%.

** Alimet: MHA-methylethil hydroxi analogo - 88% (2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid), Novus International.

O aumento na relação Arg:Lis promoveu o aumento na variação do peso corporal das aves devido ao efeito significativo do consumo de ração, conforme demonstrado na Tabela 8. No entanto, essa variação beneficiou o desempenho das poedeiras, permitindo o ganho de peso nessa importante fase da vida produtiva.

5. CONCLUSÕES

O desempenho de poedeiras semipesadas, expresso pelas características massa de ovos e conversão alimentar, pode ser melhorado quando as dietas são formuladas com base no critério de aminoácidos digestíveis sem influenciar negativamente a qualidade interna e externa dos ovos.

Os níveis de aminoácidos sugeridos pelo Manual de Manejo da linhagem Hy-Line Brown (2000-2004) e os de relação arginina:lisina sugeridos por ROSTAGNO (2005) são adequados para as aves expressarem todo o seu potencial genético.

Para poedeiras leves criadas na estação de verão, o critério de formulação da dieta e a fonte de metionina não interferem no desempenho nem na qualidade dos ovos. No entanto, a relação arginina:lisina 1,0:1,0 mostrou-se benéfica ao desempenho das aves.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHN, D.U. et al. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**.v. 76, p. 914-919, 1997.

ALVAREZ M.; et al. [2004]. Comparison of methionine sources in laying hens under commercial conditons in México. Disponível em: <<http://www.poultryscience.org/spss2004/abstracts.pdf>> Acesso em: 18/2/2009.

ANDRIGUETTO J.M. et al. **Nutrição animal**, 6ª ed. Nobel, São Paulo. 395p. 1999.

AUSTIC, R.E.; KESHAVARZ, K . Dietary electrolytes and egg shell quality. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1984, Syracuse. **Proceedings...** Syracuse, 63-69, 1984.

AUSTIC, R.E.; KESHAVARZ, K. Interaction of dietary calcium and chloride and the influence of monovalent minerals on eggshell quality. **Poultry Science**, v.67, n.3, p.750-759, 1988.

BARBI, J.H.T.; DIBNER, J.; PEAK, S. Mais que uma fonte de metionina. **Revista Ave World**, v.11, p.36-41, 2004.

BALNAVE, D.; HAYAT, J.; BRAKE, J. Dietary arginine:lysine ratio and methionine activity at elevated environmental temperatures. **Journal of Applied Poultry Research**, v.8, p.1-9, 1999.

BRAKE, J.; BALNAVE, D.; DIBNER, J.J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. **British Poultry Science**, v.39, p.639-647, 1998.

BALNAVE, D.; BRAKE, J. Re-evaluation of the classical dietary arginine:lysine interaction for modern poultry diets: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.58, n.3, p.275-289, 2002.

BORGES, S.A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão**. Faculdade de Ciências

Agrárias e Veterinária da Universidade Estadual Paulista, 1997, 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 1997.

BORGES, S. A.; SILVA, A.V.F.; MAIORKA, A. Acid-base balance in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.63, n.1, p.73-81, 2007.

CASARTELLI, E.M., et al. Commercial laying hen diets formulated according to different recommendations of total and digestible amino acids. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.3, p. 177-180, 2005.

CASARTELLI, E.M. et al. Utilização do farelo de canola em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, p. 95-103, 2007.

CHEN, J. et al. Responses of broilers at moderate or high temperatures to dietary arginine:lysine ratio and source of supplemental methionine activity. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, p.177-181, 2003.

COSTA, F.G.P. et al. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 12, pp. 2136-2140. 2008.

COSTA, F.G.P. et al. Efeito da relação arginina:lisina sobre o desempenho e qualidade de carcaça de frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, em condições de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.6S, p.2021-2025, 2001.

DALLIBARD P., PAILLARD E. Use of the digestible amino acid concept in formulating diets for poultry. **Animal Feed Science Technology**. v.53, 189-204. 1995.

DIBNER, J.J. Review of the metabolism of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid. **World's Poultry Science Journal**. v.59, p.99-110, 2003.

D`MELLO J.P.F. **Amino acid in farm animal nutrition**, 2^a ed. CABI, Wallingford. 440p. 2003.

EDMONDS, M.S., PARSONS, C.M., BAKER, D.H. Limiting amino acid in low-protein corn-soybean meal diets feed to growing chicks. **Poultry Science**, v.64:1519-1526. 1985.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broilers diets. **Journal of Applied Poultry Research**, v.6, p.462-470, 1997.

FARIA, D.E. et al. Influência de diferentes níveis de energia, vitamina D3 e relação sódio:cloro sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(2):467-475, 2000.

FARIA, D.E. et al. Qualidade do ovo para industrialização. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003. Campinas. **Anais...** Campinas: Facta. 2003. p. 327-346.

FARRELL, D.J., et al. A comparison of total and digestible amino acids in diets for broilers and layers. **Animal Feed Science and Technology**, v.82 p.131-142, 1999.

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

GADELHA, A.C. et al. Interação entre arginina e lisina altera as respostas produtivas e a incidência de problemas de pernas em frangos de corte. **Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p. 75, 2003.

GARCIA, J.R.M. Avanços na nutrição da poedeira moderna. In: CURSO DE MANEJO HY-LINE DO BRASIL, 2, Valinhos, São Paulo, 2004. **Anais....** Valinhos, 2004, p.2-29, 2004.

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

HOEHLER, D.; HOOGE, D.M. Relative effectiveness of methionine sources in turkeys – scientific and new commercial data. **International Journal of Poultry Science**, v.2, p.361-366, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.com.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/defaulttab.shtm>. Acessado em 02/03/2009.

JUDICE, M.P.M. et al. Balanço cátio-aniônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.3, p.598-609, 2002.

JUNQUEIRA, O.M. et al. Efeitos das fontes e níveis de sódio, cloro e potássio e da relação (Na+K)/Cl, sobre o desempenho e características do plasma sanguíneo de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1110-1116, 2000.

KESHAVARZ, K. Laying hens respond differently to high dietary levels of phosphorus in monobasic and dibasic calcium phosphate. **Poultry Science**, v.73, n.5, p.687–703, 1994.

KHATUN, A., ALI, M.A., DINGLE, J.G. Comparison of the nutritive value for laying hens of diets containing azolla (*Azolla pinnata*) based on formulation using digestible protein and digestible amino acid versus total protein and total amino acid. **Animal Feed Science and Technology**, v.81, p.43-56, 1999.

LEESON, S. Nutritional considerations of poultry during heat stress. **World's Poultry Science Journal**, v. 42, p. 69-81, 1986.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. **Commercial poultry nutrition**. 2.ed. Guelph: University Books, 370p. 1997.

LEMME, A. et al. Relative effectiveness of methionine hydroxy analog compared to DL-methionine in broiler chickens. **Poultry Science**, v.81, p.838-845, 2002.

LIU, Z. et al. Estimation of bioavailability of DL-methionine hidroxy analogue relative to DL-methionine in layers with exponential and slope-ratio models. **Poultry Science**, v.83, p.1580-1586, 2004.

MACARI, M., FURLAN, R.L., GONZALEZ, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1994.

MACK, S. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, v.40, p.257-265, 1999.

MENDES, A.A. et al. Increasing Arg:Lys ratios improved feed conversion and dressing percentage and reduced abdominal fat content. **Poultry Science**. Vol 76. p. 472–481. 1997.

MONGIN, P. Electrolytes in nutrition: a review of basic principles and practical application in poultry and swine. In: ANNUAL MINESOTTA CONFERENCE, 3., 1980, Illinois. **Proceedings...** Illinois: IMC, 1980. p.1-15. 1980.

MURAKAMI, A.E. et al. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, suppl. p. 1674-1680. 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of poultry. 9ed.** Washington (DC): National Academy Press; 1994. 155 p. 1994.

NOVUS INTERAMERICANA. La molécula del Alimet®. Disponível em: <http://www.novusint.com/Public/Products/AlimetMolecule.asp>. Acessado em 24/01/2007.

PARSONS, C.M. Application of the concept of amino acid availability in practical feed formulation. In: International Technical Symposia; 1992; Curaçao. **Proceedings...** Curaçao: Novus International; p. 43-50. 1992.

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

RIBEIRO, M.L.G. et al. Níveis de sódio na ração de frangas de 7 a 12 semanas de idade. **Ciência e agrotecnologia**. vol. 32, no. 4, pp. 1304-1310, 2008.

ROMBOLA, L.G. **Alimentação de frangas de reposição leves e semipesadas com dietas formuladas com base nos conceitos de aminoácidos totais e digestíveis.** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, SP, 2005, 84p.

ROSTAGNO, H.S., et al. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES. Campinas, 1999. **Anais...** Campinas: 1999. p.65-83. 1999.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p. 2000.

SENKOYLU, N. et al. Assessment the impacts of dietary electrolyte balance levels on laying performance of commercial white layers. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.4, n.6, p.423-427, 2005.

SILVA, J.H.V., et al. Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p.1446-1451, 2000.

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1240-1245, 2001.

SILVA, J.V.S., et al. Efeito dos níveis de lisina no desempenho de poedeiras comerciais leves e semipesadas de 0 a 6 semanas. 35^a. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. **Anais...** 1998 CDRom.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. **Language and procedures: version 8.02**. Cary, 1989. 638p.

VISENTINI, P. et al. Níveis de substituição de DL-metionina pela metionina hidróxi-análoga em base equimolar, em dietas para frangos de corte. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1400-1405, 2005.

WANGEN, X. A study of diet formulation for layers on available amino acid basis. **Acta Veterinária et Zootechnia Sinica**, v.24, n.4, p.319-325, 1993.

YI, G.F. et al. [2004]. Comparison of 2-hydroxy-4 (methylthio) butanoic acid (HMTBA) and DL-Methionine (DLM) bioefficacy in broilers fed diets marginally deficient in total sulfur amino acids (TSAA) under practical field conditions. Disponível em: <<http://www.poultryscience.org/spss2004/abstracts.pdf>> Acesso em: 18/2/2009.

ZAVALA JR., G. et al. [2004]. Comparing methionine sources using commercial broiler diets in central México. Disponível em: <<http://www.poultryscience.org/spss2004/abstracts.pdf>> Acesso em: 18/2/2009.