

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**NÍVEIS DE ISOLEUCINA E DE VALINA DIGESTÍVEIS PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS**

Rafael Henrique Marques
Zootecnista

2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**NÍVEIS DE ISOLEUCINA E DE VALINA DIGESTÍVEIS PARA
POEDEIRAS COMERCIAIS**

Rafael Henrique Marques

Orientador: Prof. Dr. Otto Mack Junqueira

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

2012

M357n Marques, Rafael Henrique
Níveis de isoleucina e de valina digestíveis para poedeiras comerciais. / Rafael Henrique Marques. -- Jaboticabal, 2012
x, 67 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Otto Mack Junqueira

Banca examinadora: Silvana Martinez Baraldi Artoni, Karina Ferreira Duarte, Janaina Della Torre Silva, Marcel Manente Boiago
Bibliografia

1. Aminoácidos. 2. Poluição Ambiental. 3. Proteína Ideal. I. Título.
II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.087



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: NÍVEIS DE ISOLEUCINA E DE VALINA DIGESTÍVEIS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS

AUTOR: RAFAEL HENRIQUE MARQUES

ORIENTADOR: Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. OTTO MACK JUNQUEIRA

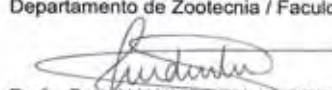
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. SILVANA MARTINEZ BARALDI ARTONI

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. KARINA FERREIRA DUARTE

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. JANAINA DELLA TORRE DA SILVA

Departamento de Agroecologia / Universidade Federal de São Carlos / Araras/SP


Prof. Dr. MARCEL MANENTE BOIAGO

Departamento de Zootecnia / Universidade do Estado de Santa Catarina / Chapecó/SC

Data da realização: 03 de setembro de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Rafael Henrique Marques – nascido em Rio Claro – SP, em 07 de abril de 1979. Em março de 2003 iniciou o curso de Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal (FCAV-UNESP), concluindo-o em julho de 2007. Fez estágio no setor de avicultura desde março de 2003. Em Março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, área de Produção Animal, na mesma Instituição, onde desenvolveu o projeto de pesquisa “Suplementação de ração de codornas com vitaminas A, D e E sobre o desempenho e qualidade dos ovos”, defendendo-o em fevereiro de 2010. Durante esse período foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Em seguida, em março de 2010, começou o Doutorado em Zootecnia, área de Produção Animal, na FCAV/UNESP. A partir de agosto de 2010 foi bolsista novamente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Em setembro de 2012 defendeu a presente tese como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia, finalizando o período acadêmico de pós-graduação e ingressando no mercado de trabalho atuando no Departamento de Aves de Postura da empresa Agrocerec Multimix Nutrição Animal Ltda.

“Só existem dois dias no ano que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro se chama amanhã, portanto hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e principalmente viver”.

Dalai Lama

DEDICO

À Deus,

Por todos os momentos de minha vida, pela saúde e paz no meu caminho.

OFEREÇO

Aos meus pais,

José João e Sônia, por sempre estarem presentes, acreditando em mim, me encorajando nas horas difíceis, ao apoio e compreensão.

Aos meus irmãos, cunhados(as) e sobrinhos

Ricardo e Renata, pelo companheirismo, amizade e incentivo.

André e Alexandra pela amizade e apoio.

Pedro Henrique e Thiago pelos momentos de alegria e tranquilidade.

A minha noiva,

Josiane Roccon, por todo amor, compreensão e carinho, por estar sempre ao meu lado, apoiando e acreditando em mim.

Eu te amo muito!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido que meu caminho fosse sempre iluminado.

Ao Professor Otto Mack Junqueira, pela orientação e amizade durante todo o período da graduação e pós-graduação.

À Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal (FCAV/Unesp), funcionários, corpo docente e discente, pela oportunidade de estudo e formação profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão de bolsista (processo: 2010/09321-6) que tornou possível a realização desta pesquisa.

Ao amigo de trabalho, de graduação, de pós-graduação e de cervejada Rodrigo Antonio Gravena, pela amizade durante este período.

Aos amigos da equipe de pesquisa do Prof. Otto (Karina, Carla, Elaine, Diana, Thays, Rafael, Rodrigo, Douglas, Henrique, Gabriele, Rhaony, Claudio) pela colaboração e ajuda na condução do experimento.

As amigas de faculdade e parceiras nessa última etapa Miryelle e Katiani.

Aos amigos da república Amoribunda, Rodrigo (Bago), Eduardo (Kotoko), Gustavo (Vurto), Gabriel (Primo), Marcel (Lindô), Guilherme (Hebe), Rafael (Pirangi), Helton (Cascão), Paulo (Elfo), Henrique (Akidauanus), Rafael (Kukidá), Rafael (Chupeta), Paulo (Kukikh), Luís Henrique (Goiabinha), Renato (Mei-Pau), Bruno (K-banha), Rézin e a nossa querida empregada, secretária Dona Cleuza pela companhia e amizade durante esses anos de convivência.

Aos funcionários do Aviário Experimental, Robson, Izildo e Vicente, e da Fábrica de Ração, Dona Sandra, Helinho e Batista pelo auxílio durante o experimento.

Aos professores e doutorandas das bancas de qualificação e defesa Profa. Sandra Aidar de Queiroz, Profa. Silvana Martinez Baraldi Artoni, Dra. Karina Ferreira Duarte, Dra. Vanessa Karla Silva, Profa. Janaina Della Torre Silva e Prof. Marcel Manente Boiago pelas sugestões que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

À todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado!

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	iv
Lista de figuras.....	vi
Resumo.....	vii
Summary.....	viii

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

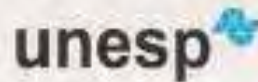
1. Introdução.....	1
2. Revisão da Literatura.....	3
2.1. Exigências de aminoácidos para poedeiras comerciais.....	3
2.2. Utilização do conceito de proteína ideal na nutrição de poedeiras.....	7
2.3. Isoleucina.....	10
2.4. Valina.....	13
2.5. Proteína ideal e o meio ambiente	15
3. Objetivos Gerais.....	17
4. Referências Bibliográficas.....	17

CAPÍTULO 2 - REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO E DIFERENTES NÍVEIS DE ISOLEUCINA E DE VALINA DIGESTÍVEIS SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

1. Introdução.....	32
2. Material e Métodos.....	33
3. Resultados e Discussão.....	38
4. Conclusões.....	45
5. Referências Bibliográficas.....	45

CAPÍTULO 3 - REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO E DIFERENTES NÍVEIS DE ISOLEUCINA E DE VALINA DIGESTÍVEIS SOBRE O BALANÇO DE NITROGÊNIO, A QUANTIFICAÇÃO DE AMINOÁCIDOS PLASMÁTICOS E O CUSTO DA RAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS

1. Introdução.....	51
2. Material e Métodos.....	52
3. Resultados e Discussão.....	57
4. Conclusões.....	62
5. Referências Bibliográficas.....	62
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 016318/10 do trabalho de pesquisa intitulado "**Diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível para poedeiras comerciais sobre o desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Otto Mack Junqueira, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 18 de agosto de 2010.

Jaboticabal, 19 de agosto de 2010.

Prof. Dr. Jeffrey Frederico Lui
Presidente - CEUA

Med. Vet. Maria Alice de Campos
Secretária - CEUA

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1	Página
Tabela 1. Relação aminoácido/lisina utilizada para estimar as exigências de aminoácidos de aves de reposição leves e pesadas e galinhas de postura.....	6
 CAPÍTULO 2	
Tabela 1. Esquema de análise de variância.....	34
Tabela 2. Composição percentual das rações, custo dos ingredientes e valores calculados dos níveis nutricionais para os 10 tratamentos utilizados.....	36
Tabela 3. Médias de consumo de ração (CR), conversão alimentar por kg de ovos (CA/kg), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/dz) e percentagem de postura (PP) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível....	39
Tabela 4. Médias de peso de ovos (PO), massa de ovos (MO) e viabilidade (VB) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível.....	41
Tabela 5. Médias de índice gema (IG), percentagem de gema (PG), percentagem de albúmen (PA), percentagem de casca (PC) e unidade Haugh (UH) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível.....	43
Tabela 6. Médias de espessura de casca (EC), peso específico (PE) e peso de casca de ovos (PC) de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível.....	44
 CAPÍTULO 3	
Tabela 1. Esquema de análise de variância.....	53

Tabela 2. Composição percentual das rações, custo dos ingredientes e valores calculados dos níveis nutricionais para os 10 tratamentos utilizados.....	55
Tabela 3. Médias de ingestão de nitrogênio (IN), excreção de nitrogênio (EN), balanço de nitrogênio (BN) e percentagem de retenção de nitrogênio (RN) em excretas de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível.....	58
Tabela 4. Médias da concentração plasmática de metionina (Met), lisina (Lis), treonina (Tre), isoleucina (Iso) e valina (Val) no plasma de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível.....	60
Tabela 5. Parâmetros de custo de rações formuladas com três níveis de inclusão de isoleucina e três níveis de inclusão de valina.....	61

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1		Página
Figura 1.	Estrutura química da isoleucina.....	11
Figura 2.	Estrutura química da valina.....	13

NÍVEIS DE ISOLEUCINA E DE VALINA DIGESTÍVEIS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO – Dois experimentos foram realizados com o objetivo de se avaliar o desempenho, a qualidade dos ovos, o balanço de nitrogênio, a concentração de aminoácidos plasmáticos e o custo da ração de poedeiras formuladas à base de milho e farelo de soja, com diferentes níveis de isoleucina (0,55%; 0,62% e 0,70%) e de valina digestíveis (0,60%; 0,67% e 0,75%). Foram utilizadas 640 poedeiras Isa Brown, com 40 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 + 1 (3 níveis de isoleucina digestíveis, três níveis de valina digestíveis e + um tratamento controle), totalizando 10 tratamentos com oito repetições de oito aves cada. A porcentagem de postura e o peso dos ovos sofreram influência negativa e positiva, respectivamente, do tratamento com 17% de proteína bruta. Independente do nível de valina, o tratamento com 0,70% de isoleucina apresentou menor consumo de ração e as melhores conversões alimentares por kg e dúzia de ovos. A unidade Haugh dos ovos no tratamento com 0,67% de valina na dieta foi maior do que nos ovos do tratamento com 0,60%. O tratamento com 0,70% de isoleucina proporcionou menor porcentagem de gema e maior porcentagem de albúmen. As aves alimentadas com o tratamento controle ingeriram e excretaram maior quantidade de nitrogênio. De acordo com os níveis plasmáticos obtidos, a isoleucina não demonstrou efeito antagônico com a valina, e o aumento da suplementação com isoleucina e valina elevaram os níveis plasmáticos destes aminoácidos. Conclui-se que a porcentagem de postura, peso dos ovos, ingestão e excreção de nitrogênio são influenciados pela redução protéica da dieta e os níveis de 0,70 % de isoleucina e 0,67% de valina melhoraram a qualidade dos ovos, com custo por ovo semelhante ao tratamento com 17% de proteína bruta.

Palavras-chave: aminoácidos, desempenho, qualidade dos ovos, proteína ideal

ISOLEUCINE AND VALINE LEVELS IN LAYERS HENS DIETS

SUMMARY - Two experiments were conducted to evaluate performance, egg quality, nitrogen balance, the concentration of plasma amino acids and the food cost of diets based on corn and soybean meal, with different isoleucine and valine levels with 0.55%, 0.62% and 0.70% isoleucine, 0.60%, 0.67% and 0.75% valine. A total of 640 ISA Brown hens, 40 weeks old, distributed in a completely randomized design, in factorial 3 x 3 + 1 (three digestible isoleucine levels, three digestible valine and a control treatment), totaling 10 treatments with eight replications and eight birds each. The egg production and egg weight were influenced by the control treatment. Regardless of the level of valine, treatment with 0.70% isoleucine showed lower feed intake and the best feed conversion per kg and a dozen eggs. The Haugh unit eggs treatment with 0.67% of valine in the diet was higher than in eggs treatment with 0.60%. Treatment with 0.70% isoleucine resulted in a smaller percentage of yolk and albumen higher percentage. The birds fed the control diet ingested and excreted larger amounts of nitrogen. According to the amino acids plasmatic levels obtained, isoleucine showed no antagonistic effect with valine, and increased supplementation isoleucine and valine increased the plasma levels of these amino acids. We conclude that the egg production, egg weight, intake and nitrogen excretion are influenced by reduced protein diet and levels of 0.70% and 0.67% of isoleucine to valine improved egg quality, cost egg by similar treatment with 17% crude protein.

Keywords: amino acids, environmental pollution, ideal protein, performance

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a avicultura de postura tem evoluído muito e, como segmento importante na produção de alimento humano de alto valor biológico, tem se adequando às técnicas que possibilitam a melhoria da eficiência de produção (RODRIGUES et al., 2005). Devido ao melhoramento genético, as aves tornaram-se mais precoces, com alto pico de produção, resultando na geração de grande volume de resíduos, principalmente em áreas de maior concentração animal. O uso de rações desbalanceadas em nutrientes, além de diminuir a eficiência produtiva e aumentar os custos de produção, agravam os danos causados ao meio ambiente (CUPERTINO et al., 2009).

Barbosa Filho (2004) comentou que o Brasil vem se destacando nas exportações de ovos e aumentando sua participação neste cenário a cada ano, e afirmam ainda, que uma das maiores perspectivas com relação ao futuro, diz respeito ao mercado externo. Isto pode ser comprovado pelo levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), onde a produção de ovos de galinha no 1º trimestre de 2012 foi de 671,176 milhões de dúzias de ovos. Tal produção representa aumentos de 8,2% e de 1,4%, respectivamente, ao 1º trimestre de 2011 e ao 4º trimestre deste mesmo ano. O estado de São Paulo possui a maior produção de ovos de galinhas, representando 29,3% do total nacional e Minas Gerais com a 2º maior produção de ovos, com 11,0% do total nacional (IBGE, 2012).

No “ranking” mundial de consumo de ovos, o Brasil ocupa o sexagésimo oitavo posto, ficando atrás de pelo menos outros dez países latino-americanos, entre eles Paraguai, Uruguai, Chile, Argentina e Colômbia. O consumo do produto apontado pela FAO (2012) é de 24,41 g per capita diárias, correspondente ao volume anual de 8,91 kg per capita ou cerca de 162 unidades/ano, considerando a unidade de 55 gramas, mesmo volume apontado pela UBABEF para 2012. Já a população de países como Dinamarca, Holanda, Japão e China consomem 61,19; 52,58; 52,25 e 48,29 gramas de ovos por dia, respectivamente.

O ovo é um alimento de elevado valor nutritivo e possui proteína de alto valor biológico (MURAKAMI et al., 2003). Como componentes essenciais dos ovos, os aminoácidos constituem as moléculas proteicas presentes no albúmen e na gema (LEESON; SUMMERS, 2001a). Assim, ao proporcionar suprimento adequado de proteína e de aminoácidos dietéticos às aves de postura, pode-se garantir o desenvolvimento e a manutenção corporal das mesmas, além de permitir a regulação do tamanho dos ovos, minimizar a excreção de nitrogênio, melhorar sua eficiência de utilização e reduzir os custos de produção.

A proteína é um nutriente importante por desempenhar várias funções no organismo, tais como: formação e manutenção de tecidos, hormônios e enzimas, atua como fonte secundária de energia, transporta e armazena gorduras e minerais, auxilia na pressão osmótica, participa da formação de espermatozoides e óvulos e também no transporte de oxigênio (SCOTT; NESHEIN; YOUNG, 1982; BERTECHINI, 1997).

Pelo fato dos aminoácidos participarem de uma grande variedade de reações metabólicas no organismo animal, pensava-se que qualquer excesso ou deficiência dos mesmos, não provocaria efeitos negativos. No entanto, tem-se observado que a ingestão desproporcional de aminoácidos (essenciais ou não essenciais) em quantidades ou padrões diferentes daqueles requeridos para máxima utilização pelos tecidos, resultam em efeitos adversos ao animal (SCHMIDT et al., 2010) e interferem diretamente na resposta produtiva das aves poedeiras (CUPERTINO et al., 2009).

Assim, níveis excessivos de proteína na ração não significam apenas alto custo de formulação, mas também problemas no desempenho produtivo. Porém, com a produção em nível comercial de aminoácidos industriais, os nutricionistas passaram a formular rações com menor custo e níveis mais adequados de aminoácidos (ARAÚJO et al., 2002).

A valina é um aminoácido essencial potencialmente limitante em dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja para frangos de corte (HAN et al., 1992; CORZO et al., 2004; THRENTON et al., 2006). Recentemente, Kidd e Hackenhaar (2006) criaram situações variando os tipos de ingredientes utilizados nas rações de frangos de corte, na tentativa de supor qual seria o quarto aminoácido

limitante após a treonina para cada uma das circunstâncias criadas. Segundo os autores, quando se usa milho e farelo de soja como ingredientes fornecedores da proteína dietética, a valina foi o quarto aminoácido limitante. Corzo et al. (2004) e Thronton et al. (2006), descreveram a importância nutricional de se manter os níveis adequados de valina na dieta ao reduzir a proteína bruta, particularmente em dietas basais.

A quantidade de isoleucina em grãos de cereais (milho, sorgo e trigo) e no farelo de soja, quando misturados à dieta de frangos de corte indicam que pode ser o quarto aminoácido limitante depois da treonina (FERNANDEZ et al., 1994; KIDD; BURNHAM; KERR, 2004). Essa limitação também pode ser observada em dietas a base de milho, farelo de soja e farinhas de subprodutos avícolas, ou em dietas baseadas em trigo, farelo de soja, farinhas de subprodutos avícolas e misturas de farinhas de carne (KIDD; HACKENHAR, 2006). A isoleucina é potencialmente limitante em dietas para poedeiras com lisina, metionina e triptofano (JENSEN; COLNAGO, 1991; KESHAVARZ, 1998).

Outro ponto a ser destacado é a excreção de nitrogênio, que pode ser significativamente reduzida por meio do balanço de aminoácidos que atenda às mínimas necessidades das aves, e principalmente com o fornecimento desses nutrientes na forma digestível (LEESON; SUMMERS, 2005). A redução de 19% para 14% no teor de proteína bruta na ração de poedeiras comerciais significa uma redução da excreção de nitrogênio em duas toneladas por ano para um plantel de 10.000 poedeiras (LEESON; SUMMERS, 2001b).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Exigências de aminoácidos para poedeiras comerciais

De acordo com Parsons (1992) os aminoácidos contidos na maioria dos ingredientes da ração animal não são totalmente assimilados pela ave, uma vez que o tipo de processamento da ração, a forma física ou química e até mesmo os altos níveis de fibra vêm a resultar na baixa digestibilidade dos aminoácidos. A partir destes conhecimentos, surgiu o conceito de formular rações baseadas na

digestibilidade dos aminoácidos contidos nos ingredientes da dieta e não somente na quantidade total dos mesmos (SOUZA, 2009).

Diversos fatores podem alterar as exigências nutricionais das aves, como consumo de ração, nível energético da dieta, linhagem, sexo, disponibilidade de nutrientes, umidade do ar, temperatura ambiente, estado sanitário, além de outros (ROSTAGNO et al., 2011). Como vários fatores podem influenciar as exigências nutricionais, as estimativas em condições experimentais podem não ser perfeitamente aplicáveis em condições de campo. Assim, as exigências de aminoácidos devem ser baseadas no perfil ideal de aminoácidos (BAKER et al., 2002).

Sakomura e Rostagno (2007) relataram que os aminoácidos absorvidos pelas aves podem ser utilizados para a manutenção (“*turnover*” de proteína corporal, perdas endógenas do trato gastrintestinal, entre outros) e para o acréscimo de proteína corporal e produção de ovos. Assim, a idade das aves e a sua necessidade para cada um desses processos podem influenciar sua exigência por aminoácidos.

Segundo Moughan (2003) quando o animal ingere quantidade de aminoácidos acima da manutenção, há elevação da quantidade de proteína corporal. Isto ocorrerá até que a capacidade máxima de sintetizar proteína tenha sido alcançada. Acima desta capacidade, os aminoácidos não são usados para síntese protéica e, como não podem ser estocados no corpo por períodos prolongados de tempo, serão catabolizados.

Os aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina) são aminoácidos essenciais para os animais, e são principalmente metabolizados no músculo esquelético. Além disso, é sabido que ocorre antagonismo entre estes aminoácidos. Quando os animais consomem uma quantidade excessiva de um dos aminoácidos de cadeia ramificada, as concentrações dos outros aminoácidos no plasma e músculos diminuem (SMITH; AUSTIC, 1978).

Em experimentos com ratos, Benton et al. (1956) e Rogers, Spolter e Harper (1962) descreveram a existência do antagonismo entre os três aminoácidos de cadeia ramificada (valina, isoleucina e leucina). Esse antagonismo é devido ao fato de que, além de compartilharem o mesmo sistema de transporte através das membranas celulares, estes aminoácidos são degradados pelas mesmas enzimas e

também concorrem para a transferência para o cérebro através da barreira hematoencefálica (HARPER, 1984). A adição de isoleucina ou valina em dietas pode evitar o efeito depressor do excesso de leucina em aves (PARK; AUSTIC, 2000).

A degradação de valina, isoleucina e leucina em animais iniciam-se com uma transaminação seguida por descarboxilação oxidativa dos respectivos cetoácidos. Esta reação é conduzida pelo complexo α -cetoácido desidrogenase de cadeia ramificada (MATHEWS; VAN HOLDE, 1990). O antagonismo entre estes três aminoácidos tem sido demonstrado em várias espécies animais como ratos, suínos, perus e frangos de corte (SAUBERLICH, 1961; ALLEN; BAKER, 1972; OESTEMER et al., 1973; TUTTLE; BALLOUN, 1976; SMITH; AUSTIC, 1978; TAYLOR et al., 1984). Embora o metabolismo da isoleucina seja majoritariamente conhecido, poucos estudos avaliando seus efeitos sobre o desempenho de frangos de corte foram conduzidos.

Para dimensionar a importância da proteína e dos aminoácidos na dieta, dentre os nutrientes que a compõe, a proteína é tida como o segundo elemento mais oneroso. Assim, cada vez mais os nutricionistas buscam o atendimento das exigências nutricionais aliados à diminuição da excreção de nitrogênio que, além de representar um gasto desnecessário, também é fator determinante na poluição ambiental (TAVERNARI, 2010).

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

A deficiência de aminoácidos em aves adultas resulta no catabolismo de proteína corporal, principalmente daquelas presentes no músculo esquelético (KLASING, 1998). Em poedeiras na fase de produção, esta deficiência se torna mais agravante em função da grande demanda de proteína (13 – 14%) para síntese do ovo (USDA National Organic Program, 2001).

Rostagno et al. (2005) publicaram um perfil de aminoácidos para aves de postura em suas diversas fases, calculado no conceito do modelo fatorial (Tabela 1).

Tabela 1. Relação aminoácido/lisina utilizada para estimar as exigências de aminoácidos de aves de reposição leves, pesadas e galinhas de postura

Fases	Inicial		Cria		Recria		Galinha	
Idade (semanas)	1 - 6		7 - 12		13 - 18		Poedeira	
Aminoácido	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina	100	100	100	100	100	100	100	100
Metionina	40	40	44	44	45	45	49	50
Metionina + Cistina	73	73	80	80	82	83	90	91
Triptofano	18	18	20	20	22	22	23	23
Treonina	67	70	68	71	69	72	66	68
Arginina	107	105	108	106	110	107	100	96
Glicina + Serina	-	130	-	120	-	110	-	80
Valina	76	78	80	81	82	83	90	90
Isoleucina	69	70	75	76	77	78	83	83
Leucina	112	111	118	117	125	124	119	122
Histidina	37	37	38	38	39	39	28	29
Fenilalanina	66	66	69	69	72	72	63	65
Fenilalanina + Tirosina	121	120	125	125	130	130	115	118

Fonte: Adaptado de Rostagno et al. (2005).

Como a exigência de aminoácidos pelas aves varia de acordo com a idade, fatores climáticos e sanitários, reforçou-se a ideia de determinar o perfil de aminoácidos essenciais para as aves e, as rações passaram a ser formuladas com base em aminoácidos digestíveis (ROSTAGNO et al., 1999).

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

2.2. Utilização do conceito de proteína ideal na nutrição de poedeiras

A importância da proteína da ração na produção de ovos pode ser constatada por estudos que mostram que cerca de 80% da proteína absorvida pela poedeira é destinada à produção de ovos, quando há uma estimativa precisa dos aminoácidos essenciais necessários. Já uma deficiência de aminoácidos nas rações de poedeiras pode afetar significativamente a produção de ovos (CECCANTINI; YURI, 2008).

Os avanços da nutrição animal têm possibilitado aperfeiçoar as dietas visando atender as exigências nutricionais das aves em proteína e aminoácidos. A partir da redução dos níveis protéicos e suplementação com aminoácidos sintéticos, a formulação de dietas para aves tem evoluído no sentido do conceito de proteína ideal. Esse conceito foi primeiramente definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento.

Falhas na aplicação do conceito de proteína ideal podem advir também de fatores como deficiência de aminoácidos não-essenciais, redução do nível de potássio ou alteração no balanço iônico e, ainda, o desequilíbrio entre algum aminoácido (OLIVEIRA NETO; OLIVEIRA, 2009).

Harms e Russell (1993) verificaram que o desempenho de poedeiras, antes prejudicado por dietas com baixo teor proteico, foi recuperado quando receberam dietas suplementadas com aminoácidos. Keshavarz e Austic (2004) observaram que dietas com 13% de proteína bruta mais a adição de metionina, lisina e triptofano, segundo o NRC (1994), proporcionaram resultados semelhantes aos de uma dieta convencional com 16% de proteína bruta. Entretanto, quando se realiza redução proteica muito acentuada, como a estudada por Summers, Atkinson e Spratt (1991) com 10% de proteína bruta, os aminoácidos não são capazes de proporcionar desempenho semelhante à dietas com níveis proteicos mais elevados. A resposta das aves à redução da proteína na ração parece estar condicionada à extensão em que esse nutriente é reduzido na ração.

Emmert e Baker (1997) descrevem o conceito de proteína ideal como o balanceamento exato dos aminoácidos na dieta, sem deficiências ou sobras, com o objetivo de satisfazer os requisitos absolutos de todos os aminoácidos para

manutenção e para ganho máximo de proteína corporal, reduzindo o uso de aminoácidos como fonte de energia e diminuindo a excreção de nitrogênio.

Já para Leclercq (1998b), proteína ideal é uma mescla de proteínas alimentares onde todos os aminoácidos digestíveis, principalmente os essenciais, são limitantes na mesma proporção, o que significa que nenhum é ministrado em excesso em comparação com os outros. Como consequência, a retenção de proteína pelas aves seria máxima e a excreção de nitrogênio mínima, sendo isso possível por meio de uma adequada combinação de concentrados protéicos e aminoácidos sintéticos suplementares.

Estudos na literatura demonstram desempenho inferior das aves quando se compara a utilização de níveis reduzidos com níveis convencionais de proteína bruta (KESHAVARZ; JACKSON, 1992; SUMMERS, 1993; LEESON; CASTON, 1996), mas os resultados tendem a ser cada vez mais satisfatórios com o melhor conhecimento da composição das matérias-primas em relação ao conteúdo de aminoácidos totais e digestíveis e o maior domínio dos requerimentos nutricionais de aminoácidos para poedeiras, bem como a razão existente entre eles.

De acordo com o NRC (1994), a exigência de proteína para aves de postura é sugerida apenas como um ponto de referência. Sabe-se, no entanto, que as dietas para poedeiras são formuladas baseando-se em um mínimo de proteína bruta, que geralmente encontra-se acima das exigências da ave (ANDRADE; LEANDRO; STRINGHINI, 2003b). No mesmo sentido, Araújo et al. (2002) enfatizaram que as aves não apresentam alta exigência de proteína bruta, necessitando apenas de quantidade que assegure suficiente reserva de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais.

Narváez-Solarte et al. (2005) mencionaram que em aves de postura de segundo ciclo de produção, 14% de proteína bruta na ração são suficientes para um adequado desempenho, desde que mantida a quantidade de aminoácidos essenciais e o balanço aminoacídico.

A dieta deve garantir os aminoácidos essenciais em um nível adequado de proteína bruta para assegurar um satisfatório *pool* de nitrogênio para síntese de aminoácidos não essenciais (NRC, 1994). No entanto, Garcia (2004) descreveu que em condições brasileiras de temperaturas elevadas, deve-se sempre aumentar a

quantidade de aminoácidos sintéticos com o mínimo incremento de proteína para não ocorrer aumento na produção de calor endógeno gerado pela digestão protéica.

A questão que permanece é o quanto se pode reduzir no nível dietético de proteína sem prejudicar o desempenho dos animais quando se leva em consideração os aminoácidos não essenciais (PENZ Jr., 1996) que, poderiam então, passar a níveis marginais, tornando-se limitantes. O autor cita como ideal, a relação 55:45 entre aminoácidos essenciais e não essenciais.

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

Nas poedeiras, as proteínas, além de essenciais para a síntese de proteína corporal, também contribuem de maneira significativa na composição do ovo. Leeson e Summers (2001b) mencionaram que o ovo contém 12% de proteína bruta, sendo que 42% da gema, 55% do albúmen e 3% da casca são proteínas, sendo cada uma com perfil aminoacídico diferente. Aves alimentadas com rações contendo baixo teor de proteína e suplementadas com metionina, lisina e triptofano produziram ovos com menor peso quando comparado aos ovos de aves alimentadas com níveis normais de proteína (ANDRADE et al., 2003a). Entretanto, segundo Plavinik (2003), uma dieta de baixa proteína bruta com aminoácidos essenciais balanceados é melhor que uma dieta de elevado teor protéico, principalmente em períodos quentes.

Verificando o desempenho de poedeiras Hisex White de 48 a 56 semanas de idade submetidas a dietas variando o nível de proteína bruta (12, 14, 16 e 18%) e lisina (0,85 e 1,00%), Silva et al. (2010) observaram que a utilização de rações com 12% de proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos não comprometeu a produção de ovos, porém, o peso dos ovos, a massa de ovos e a porcentagem de albúmen responderam positiva e linearmente ao aumento dos níveis de proteína bruta na dieta.

Reduzindo a proteína bruta de uma dieta e suplementando com aminoácidos essenciais, tem-se a vantagem de utilizar dietas com base nas exigências em aminoácidos para as aves no lugar de proteína bruta, minimizando a excreção de

nitrogênio (menor consumo de nitrogênio) e propiciando melhor aproveitamento dos aminoácidos pelas aves (ROMBOLA, 2009). Portanto, torna-se recomendável formular dietas com aminoácidos na proporção ideal e, para que uma dieta seja considerada ideal, todos os aminoácidos para síntese protéica devem ser absorvidos e estarem presentes na célula no momento requerido (ATENCIO et al., 2004). Por exemplo, na falta de um único aminoácido, a síntese protéica é cessada e os aminoácidos em excesso são desaminados e oxidados para o fornecimento de energia. Assim, rações para poedeiras, formuladas com base em aminoácidos proporcionam melhoria nas dietas, contribuindo para maximizar o desempenho das aves (NUNES, 1998).

Segundo Peganova e Eder (2003), a simples redução do nível de proteína na ração sem a devida suplementação dos aminoácidos essenciais, induz a redução no consumo de ração e na produção de ovos, além de alterar o comportamento social das aves, resultando em canibalismo. Entretanto, deve-se ter cuidado ao substituir parte da proteína bruta da dieta por aminoácidos industriais, visto que parece existir um limite para a substituição. Para Penz Jr. (1990), devido à maior velocidade de absorção dos aminoácidos industriais pelas aves, ocorre um descompasso entre a quantidade disponível para a síntese e a velocidade da mesma.

Ao suplementar uma dieta basal baixa em proteína bruta com lisina, metionina e treonina há uma redução concomitante no custo da dieta. Entretanto, a habilidade de uma dieta de suportar um ótimo desempenho das aves dependerá da manutenção dos níveis adequados dos aminoácidos subsequentes à treonina (CORZO et al., 2007).

2.3. Isoleucina

A isoleucina (Figura 1) é membro da família alifática (cadeia hidrocarbonada) de aminoácidos hidrofóbicos que se encontram principalmente no interior de proteínas e enzimas.

A isoleucina é potencialmente limitante em dietas para poedeiras com baixa proteína bruta e suplementada com lisina, metionina e triptofano (JENSEN; COLNAGO, 1991; KESHAVARZ, 1998).

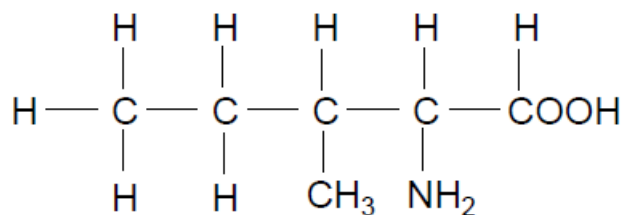


Figura 1. Estrutura química da isoleucina

Em 1971 o NRC sugeriu que a dieta de poedeiras comerciais deveria conter 500 mg de isoleucina. Mais tarde, a sugestão da exigência foi alterada para 550 mg por ave por dia (NRC, 1984) e a última sugestão foi de 650 mg por dia (NRC, 1994). Para poedeiras semi-pesadas com 1,6 kg de peso corporal e massa de ovos de 55 g/dia, Rostagno et al. (2005) recomendaram 620 mg de isoleucina digestível por dia, com relação de 83% da isoleucina:lisina. Entretanto, na última edição da Tabela Brasileira de Aves e Suínos, Rostagno et al. (2011) descreveram uma relação de 76%, com 643 mg de isoleucina:lisina digestível.

O excesso de isoleucina na dieta pode provocar efeito depressor no desempenho de aves, devido ao antagonismo entre este e outros dois aminoácidos de cadeia ramificada, a valina e a leucina. Os três aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) são semelhantes estruturalmente e compartilham sistemas comuns de transporte através das membranas celulares e utilizam as mesmas enzimas de degradação (HARPER, 1984).

Avaliando a exigência e o excesso de isoleucina na dieta de poedeiras, Peganova e Eder (2002a) verificaram que a máxima retenção de nitrogênio encontrado foi com níveis de isoleucina entre 0,43 e 0,57%. As dietas com concentrações maiores que 0,8% proporcionaram redução no peso corporal das aves e concentrações maiores que 1,0% proporcionaram redução na massa diária de ovos.

Verificando a interação entre os aminoácidos isoleucina, valina, leucina e triptofano sobre o desempenho de poedeiras, Peganova e Eder (2003) observaram que o excesso de isoleucina na dieta causou redução no consumo de ração e este efeito pôde ser aliviado com o aumento da concentração dos aminoácidos leucina e valina na dieta. Estes mesmos autores verificaram aumento na concentração de

isoleucina plasmática em razão da suplementação progressiva deste aminoácido na dieta.

Avaliando a exigência de isoleucina para poedeiras comerciais em dieta a base de milho e farelo de soja, Harms e Russell (2000) observaram com base no modelo *broken line*, que a exigência de isoleucina digestível foi de 589,2; 601,2 e 601,4 mg por dia para produção, peso e conteúdo dos ovos, respectivamente. Com o mesmo propósito, Shivazad et al. (2002) observaram exigência diária de 449,8; 497,0 e 469,0 mg de isoleucina digestível/dia para produção, peso e conteúdo dos ovos, respectivamente.

Na literatura encontram-se alguns trabalhos descrevendo a exigência de isoleucina para poedeiras. Por exemplo, Coon e Zhang (1999) estimaram que a exigência diária de isoleucina digestível para poedeiras seria de 579 mg. Schutte (1998) recomendou consumo diário de 550 mg de isoleucina digestível ou 660 mg de isoleucina total por ave /dia.

Com nível de suplementação de 0,51% de isoleucina obteve-se melhor índice de produção, peso e massa dos ovos (SHIVAZAD et al., 2002). A adição de isoleucina sintética em rações à base de milho e soja não alterou as características de produção de ovos (HARMS; RUSSELL, 2000), mas quando sua oferta foi superior a 0,80% observou-se queda no consumo de ração, na produção, no peso e massa dos ovos, ressaltando a preocupação com o nível de inclusão de matérias-primas de elevada concentração em isoleucina e leucina como o farelo proteínoso de milho 60 (PEGANOVA; EDER, 2003).

Segundo Bartelt e Manner (2006), as exigências de isoleucina e valina em dietas com níveis reduzidos de proteína ainda é incerto. Neste sentido, verificando o efeito da suplementação de valina e isoleucina em dietas com níveis reduzidas de proteína sobre o desempenho de poedeiras durante os seis primeiros meses de produção, esses autores observaram resposta negativa, porém, não significativa em relação à produção de ovos quando comparado à dieta controle.

2.4. Valina

A valina (Figura 2) é um aminoácido alifático similar à leucina e à isoleucina em estrutura e função. Estes aminoácidos são muito hidrofóbicos e se encontram quase sempre como componentes das proteínas. As fontes importantes de valina são as farinhas de soja, pescados e carnes. Ela se incorpora às proteínas e às enzimas em um índice molar de 6,9% quando comparada com os outros aminoácidos.

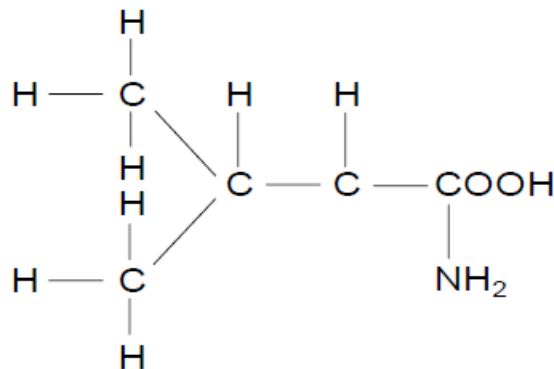


Figura 2. Estrutura química da valina

Dietas inadequadas em valina para aves não só reduzem o ganho de peso e pioram a conversão alimentar, como também determinam anormalidades das pernas e empenamento (ANDERSON; WARNICK, 1967; ROBEL, 1977; FARRAN; THOMAS, 1992a, b). Leclercq (1998a) também observou redução no desempenho de frangos de corte alimentados com dietas deficientes em valina, mas não mencionou efeito sobre empenamento e problemas de pernas.

Em 1971 o NRC não apresentava recomendações de exigência de valina para poedeiras, mas a partir de 1977, começou a recomendação da ingestão diária de 550 mg/ave/dia. Já em 1984, passou a recomendar 600 mg/ave e sua última versão (NRC, 1994) recomendava 700 mg/ave/dia ou a relação de valina/lisina de 101%. Verificando as recomendações de Rostagno et al. (2005) para poedeiras semi-pesadas com 1,6 kg de peso corporal e massa de ovos de 55 g/dia, estes autores recomendavam 682 mg de valina digestível por dia, sendo 90% de valina/lisina digestível. Entretanto, na última Tabela Brasileira de Aves e Suínos, Rostagno et al.

(2011) recomendaram 804 mg de valina digestível por dia, sendo 95% de valina/lisina digestível.

Lesson e Summers (2005) trabalhando com poedeiras comerciais no período de 32 a 45 semanas de idade, recomendaram a relação valina/lisina total de 89%. Coon e Zhang (1999), quando trabalharam com poedeiras Hy-Line W-36 durante o período de 33 a 39 semanas de idade, recomendaram a relação valina/lisina digestível de 102%.

Buscando avaliar a exigência e o excesso de valina na dieta de poedeiras de diferentes idades (24-32 semanas e 46-54 semanas), Peganova e Eder (2002b) verificaram que a concentração de 1,06% de valina na dieta não provocou diminuição no desempenho das aves. Entretanto, concentrações de 1,36% reduziram o consumo de ração e a massa diária de ovos de 5 a 10%. Estes mesmos autores verificaram que o nitrogênio retido no corpo e nos ovos foi maior na concentração de 0,51% de valina na dieta.

Bregendahl et al. (2008), trabalhando com poedeiras Hy-Line w-36 de 28 a 36 semanas de idade e utilizando como parâmetro a massa de ovo, concluíram de acordo com o modelo estatístico *broken-line*, que o aporte diário de valina digestível necessário foi de 501 mg/ave/dia e, a relação valina/lisina digestível de 93%.

Estudando o efeito do antagonismo dos aminoácidos ramificados em frangos de corte, Imanari et al. (2008) observaram que a concentração de isoleucina plasmática do grupo controle diminuiu quando comparada com o grupo que continha altos níveis de isoleucina e valina e ao grupo com baixos níveis de leucina. Entretanto, a concentração de valina no grupo com altos níveis destes aminoácidos foi significativamente mais alta em relação ao grupo controle e com baixos níveis de leucina.

As Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al. 2005) recomendam para poedeiras leves e semipesadas, a relação ideal valina/lisina digestível de 90%. Jais, Roth e Kirchgessner (1995) encontraram 64% como melhor relação valina/lisina para poedeiras. No entanto, CVB (1996) concluíram que a relação valina/lisina digestível é de 86%.

São descritos na literatura os níveis de valina entre 0,54 e 0,72% com o objetivo de melhorar desempenho de poedeiras (JOHNSON; FISHER, 1958;

HURWITZ; BORNSTEIN, 1973). A quantidade absoluta de valina exigida para o desempenho ideal situa-se entre 610 e 786 mg/ave/dia (McDONALD; MORRIS, 1985; JENSEN; COLNAGO, 1991).

Relativamente poucos estudos têm sido conduzidos sobre a exigência de valina em poedeiras e quando é feita uma revisão a respeito de trabalhos realizados sobre exigência de valina ou a relação valina/lisina para poedeiras, percebe-se que o número de pesquisas é consideravelmente inferior quando comparados aos trabalhos sobre a exigência de lisina (LELIS; CALDERANO, 2011).

2.5. Proteína ideal e o meio ambiente

O nitrogênio é considerado um dos principais elementos poluidores presente nas fezes, ao ser eliminado no meio ambiente. Em conjunto com a genética, o manejo adequado, a ambiência e a nutrição podem ajudar a melhorar a retenção de nitrogênio corporal e, conseqüentemente, diminuir a sua excreção. Nesse mesmo sentido, Faria et al. (2004) discutiram que além da constante preocupação em adequar as exigências nutricionais ao ganho genético das poedeiras, há também uma preocupação com a excreção excessiva de nitrogênio e fósforo.

De acordo com Patterson e Lorenz (1996), em poedeiras, do total de nitrogênio ingerido apenas 34,07% é depositado nos ovos e 0,84% retido no corpo, enquanto 25,01% ficam presente nas excretas e 40,01% é volatilizado.

A amônia e os nitratos são as duas formas químicas de nitrogênio mais comuns nos resíduos avícolas. O íon amônio (NH_4^+) é a forma dominante de nitrogênio no esterco de aves, o qual é convertido em amônia (NH_3^+) com a elevação do pH e sob condições de umidade. A amônia, um gás tóxico que afeta a saúde humana e animal (DONHAM et al., 2002; HOMINDAN et al., 2003), é volatilizada rapidamente afetando a qualidade do ar dentro do aviário (PATTERSON; ADRIZAL, 2005). Os solos, por vezes, são utilizados como receptores dos resíduos avícolas. A forma disponível para as plantas também é a forma de maior mobilidade no solo, o nitrato (NO_3^-). Os nitratos podem ser a maior forma contaminante do lençol freático quando níveis excessivos de resíduos avícolas são utilizados como adubo. Estes nitratos são solúveis em água e são transportados pela solução do

solo às raízes das plantas, podendo contaminar suprimentos de água potável subterrânea (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

Avaliando a influência de diferentes níveis de proteína (14, 15,5 e 17%) e de aminoácidos sulfurados nas dietas sobre a produção, qualidade dos ovos e eliminação de nitrogênio nas excretas de poedeiras Isa Brown no final do primeiro ciclo de produção, Pavan et al. (2005) concluíram que a utilização da dieta contendo 14% de proteína bruta e 0,71% de aminoácidos sulfurados totais possibilitou otimizar a produção e o peso dos ovos. Além disso, houve redução da excreção de nitrogênio de 27% quando se comparou a influência das dietas de 15,5 e 17% de proteína bruta.

No mesmo sentido, Keshavarz e Austic (2004) observaram que quando poedeiras são alimentadas com dieta contendo 13% de proteína e suplementada com aminoácidos essenciais (metionina, lisina, triptofano, isoleucina e valina) e com fitase, as poedeiras tiveram 45% de redução na excreção de nitrogênio sem comprometer o desempenho, quando comparado a aves alimentadas com dieta com 16,5% de proteína suplementada apenas com metionina.

Diversos resultados de pesquisas e avaliações práticas comprovaram que o excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o desempenho animal. Quando em excesso, os aminoácidos sofrem desaminação e o nitrogênio é excretado como uréia pelos mamíferos ou como ácido úrico pelas aves, processo que reflete em gasto energético para o animal (MITCHELL, 1964).

Segundo Powers e Angel (2008), em trabalho de revisão de literatura, a principal estratégia nutricional deve ser a redução de nutrientes acima das necessidades alimentares. O princípio que envolve esta premissa é que os nutrientes consumidos além do que é utilizado para produção são excretados, aumentando a contaminação ambiental.

Pack (2002) reportou que uma maneira prática de se reduzir a quantidade de proteína bruta das dietas de poedeiras comerciais seria a suplementação com aminoácidos essenciais específicos, o que traria inúmeros benefícios, como a utilização mais eficiente do nitrogênio pelas aves e menor excreção no ambiente.

As considerações ecológicas levaram à intensificação dos esforços na nutrição das poedeiras para reduzir o conteúdo de proteína das dietas e, assim, minimizar as

emissões de nitrogênio nas excretas (PEGANOVA; EDER, 2002a). Nesse sentido, a formulação de dietas com base no conceito de proteína ideal consiste numa ferramenta importante para o nutricionista, que objetiva a máxima eficiência de utilização protéica, com menor excreção de nitrogênio e a redução da poluição ambiental.

3. OBJETIVOS GERAIS

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da utilização de dietas vegetais com níveis reduzidos de proteína bruta e diferentes níveis de isoleucina e de valina digestíveis sobre os parâmetros de desempenho, qualidade dos ovos, balanço de nitrogênio, concentração de aminoácidos plasmáticos e custos da ração de poedeiras comerciais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, N. K.; BAKER, D. H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. **Poultry Science**, Champaign, v.51, p.1292–1298, 1972.

ANDERSON, H. C.; WARNICK, R. E. Gross abnormalities in chicks fed amino acid deficient diets. **Poultry Science**, Champaign, v.46, p. 856–861, 1967.

ANDRADE, L.; JARDIM FILHO, R. M.; STRINGHINI, J. H. O uso de rações com diferentes níveis de proteínas suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase inicial de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Campinas, suplemento 5, p.66, 2003a.

ANDRADE, L.; LEANDRO, N. M.; STRINGHINI, J. H. Suplementação de aminoácidos na dieta de poedeiras comerciais. Ajinomoto – Relatório de Pesquisa 37, 2003b. Disponível em: <[http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/RP_37_port\(1\).pdf](http://www.lisina.com.br/upload/bibliografia/RP_37_port(1).pdf)> , acessado em: 22/03/2012.

ARAUJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. ARTONI, S. M. B.; FARIA FILHO, D. E. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, Campinas, v.4, n.3, p.195-202, 2002.

ATENCIO, A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; OLIVEIRA, J. E.; VIEITES, F. M.; DONZELE, J. L. Exigências de treonina para frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.880-893, 2004.

BAKER, D. H.; BATAL, A. B.; PARR, T. M.; AUGSPURGER, N. R.; PARSONS, C. M. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, Champaign, v.81, p.485–494, 2002.

BARBOSA FILHO, J. A. D. **Avaliação do bem-estar de aves de postura em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Piracicaba. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo.

BARTELT, J.; MANNER, K. Effects of different valine and isoleucina supplementations in crude protein reduced diets on performance in hens during the first 6 month-laying period. **Tagung Schweine-und Geflugelernahrung**, Halle (Saale) v.28, p.105-107, 2006.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras, UFLA/FAEPE, 1997, 274p.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 301p.

BENTON, D. A.; HARPER, A. E.; SPIVEY, H. E.; ELVEHJEM, C. A. Leucine, isoleucine, and valine relationships in the rat. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Wisconsin, v.60, p.147- 155, 1956.

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

CECCANTINI, M. L.; YURI, D. Otimização da formulação de ração com base em aminoácidos digestíveis. In: V CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA PARA POSTURA COMERCIAL, 2008, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2008.

CENTRAAL VEEVOEDERBUREAU (CVB). 1996. Amino zurenbehoefte van Leghennen en Vleeskuikens [Amino acid requirements for laying hens and broiler chickens]. Documentation Report nr. 18 (in Dutch). Lelystad, The Netherlands.

COON, C.; ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layers examined. **Feedstuffs**, Bloomington, 71(14), v.13, p.13-15, 1999.

CORZO, A.; MORAN Jr., E. T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 946–951, 2004.

CORZO, A.; KIDD, M. T.; DOZIER, W. A.; VIEIRA, S. L. Marginality and needs of dietary valine for broilers fed certain all-vegetable diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.16, p.546–554, 2007.

CUPERTINO, E. S.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; DONZELE, J.L.; SCHMIDT, M.; MELLO, H.H.C. Exigência nutricional de metionina+cistina para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.7, p.1238-1246, 2009.

DONHAM, K. J.; CUMRO, D.; REYNOLDS, S. Synergistic effects of dust and ammonia on the occupational health effects of poultry production workers. **Journal of Agromedicine**, Philadelphia, v.8, p.57-76, 2002.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.6, n.4, p.462-470, 1997.

FAO – Food and Agriculture Organization. “Disponível em”: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em 24 de agosto. 2012.

FARIA, D. E.; RIZZO, M. F.; DEPOTI, B. J.; ROMBOLA, L. G.; SILVA, F. H. A.; ARAÚJO, L. F. JUNQUEIRA, O. M. Effects of different levels of crude protein and lysine on performance and nitrogen excretion of the commercial laying hens. In: INTERNATIONAL POULTRY SCIENTIFIC FORUM, 2004 Atlanta. **Anais...** Atlanta, 2004, p.44.

FARRAN, M. T.; THOMAS, O. P. Valine deficiency. 1. The effect of feeding a valine-deficient diet during the starter period on performance and feather structure of male broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.71, p.1879–1884, 1992a.

FARRAN, M. T.; THOMAS, O. P. Valine deficiency. 2. The effect of feeding a valine-deficient diet during the starter period on performance and leg abnormalities of male broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.71, p.1885–1890, 1992b.

FERNANDEZ, S. R.; AOYAGI, S.; HAN, Y.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Limiting order of amino acids in corn and soybean meal for growth of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v.73, p.1887–1896, 1994.

GARCIA, J. R. M. **Avanços na nutrição da poedeira moderna**. 2004. Disponível em: <http://www.hylinedobrasil.com.br/files/6_palestra-CBNA.pdf> Acesso em: 18 de março de 2010.

HAN, Y.; SUZUKI H.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Amino acid fortification of a low protein corn-soybean meal diet for maximal weight gain and feed efficiency of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v.71, p.1168–1178, 1992.

HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B. Optimizing egg mass with amino acid supplementation of a low-protein diet. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.1892-1896, 1993.

HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B. Evaluation of isoleucine requirement of commercial layer by using corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n-8, p.1154-1157, 2000.

HARPER, A. E. Interrelationships among the branched chain amino acids. In: **Branched Chain Amino and Keto Acids in Health and Disease**, Bethesda, v.8, p.81-89, 1984.

HOMINDAN, A. A.; ROBERTSON, J. F.; PETCHEY, A. M. Review of the effect of ammonia and dust concentrations on broiler performance. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v.59, p.340-349, 2003.

HURWITZ, S.; BORNSTEIN, S. The protein and amino acid requirement of laying hens: Suggested Models for calculation. **Poultry Science**, Champaign, v.52, p.1124-1134, 1973.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201104_publicacao_completa.pdf>. Acessado em 22 de Maio de 2012.

IMANARI, M.; KADOWAKI, K.; FUJIMURA, S. Regulation of taste-active components of meat by dietary branched-chain amino acids; effects of branched-chain amino acids antagonism. **British Poultry Science**, London, v.49, p.299-307, 2008.

JAIS, C.; ROTH, F. X.; KIRCHGESSNER, M. The determination of the optimum ratio between the essential amino acids in laying hen diets. **Archiv für Geflügelkunde**, Stuttgart, v.59. p.292–302, 1995.

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

JENSEN, L. S.; COLNAGO, G. L. Amino acids and protein for broilers and laying hens. In: Maryland Nutrition Conference, 1991, Baltimore, MD. **Proceedings...** 1991. Maryland Nutrition Conference. Baltimore, MD: University of Maryland, 1991. p.29-36.

JOHNSON, D. Jr.; FISHER, H. The amino-acid requirement of laying hens. 3. Minimal requirement levels of essential amino-acids: techniques and development of diet. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.12, p.276-285, 1958.

KESHAVARZ, K.; JACKSON, M. E. Performance of growing pullets and laying hens fed low-protein, amino acid-supplemented diets. **Poultry Science**, Champaign, v.71, p.905-918, 1992.

KESHAVARZ, K. Investigation on the possibility of reducing protein, phosphorus, and calcium requirements of laying hens by manipulation of time of access to these nutrients. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.9, p.1320-1332, 1998.

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**, Champaign, v.83, p.75-83, 2004.

KIDD, M. T.; BURNHAM, D. J.; KERR, B. J. Dietary isoleucine responses in male broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 45, p. 67-75, 2004.

KIDD, M. T.; HACKENHAAR, L. 2006. **Dietary threonine for broilers**: dietary interactions and feed additive supplement use. CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources. Disponível em: <<http://www.cababstractsplus.org/cabreviews>> Acessado em: 25 de maio 2012.

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

LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Champaign, v.77, p.118-123, 1998a.

LECLERCQ, B. El concepto de proteína ideal y el uso de aminoácidos sintéticos: estudio comparativo entre pollos y cerdos. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 14, 1998, España. **Anais...** Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal, 1998b. p.191-202.

LEESON, S.; CASTON, L. J. Response of laying hens to diets varying in crude protein or available phosphorus. **The Journal Applied Poultry Research**, Athens, v.5, n.3, p.289-296, 1996.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the Chicken**. Ontario: University of Guelph, 2001a. 482p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4th ed, Guelph: University Books, 2001b. 591p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. 3rd ed, Guelph:University Books, 2005. 398p.

LELIS, G. R.; CALDERANO, A. A. Proteína ideal para poedeiras semipesadas: treonina e valina. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.8, p.1482-1488, 2011.

MATHEWS, C. K.; VAN HOLDE, K. E. Metabolism of nitrogenous compounds: amino acids. In: **Biochemistry**, Oxford, Redwood City: Benjamin/Cummings, p.376-379, 1990.

McDONALD, M. W.; MORRIS, T. R. Quantitative review of optimum amino acid intakes for young laying pullets. **British Poultry Science**, London, v.26, p.253-264, 1985.

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

MOUGHAN, P. J.; Amino acid availability: aspects of chemical analysis and bioassay methodology. **Nutrition Research Reviews**, v. 16, p. 127–141, 2003. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayFulltext?type=1&fid=635188&jid=NRR&volumeId=16&issueId=02&aid=607756>>. Acessado em: 12 abril, 2012.

MURAKAMI, A. E.; FIGUEIREDO, D. F.; PERUZZI, A. S.; FRANCO, J. R. G.; SAKAMOTO, M. I. Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1674-1680, 2003.

NARVÁEZ-SOLARTE, W.; ROSTAGNO, H. S.; SOARES, P. R.; SILVA, M. A.; VELASQUEZ, L. F. U. Nutritional requirements in methionine+cystine for White-egg laying hens during the first cycle of production. **International Journal of Poultry Science**, Pakistan, v.4, p.965-968, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1971. **Nutrient Requirement of Poultry**. 6ª ed. Washington: National academy Science. 54p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Poultry**. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC. 1977.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1984. **Nutrient Requirements of Poultry**. 8ª.ed. Washington: National Academy Science. 71p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1994. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9ª ed. Washington: National academy Science.155p.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2.ed. Belo Horizonte: FEP – MVZ Editora, 1998. 387p.

OESTEMER, G. A.; HANSON, L. E.; MEADE, R. J. Leucine isoleucine interrelationship in the young pig. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.36, p.674–678, 1973.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, W. P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205-208 (suplemento especial), 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea21.pdf>>. Acessado em: 18 maio, 2012.

OVIEDO-RONDÓN, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, p.239-252, 2008.

PACK, M. Reducing the protein content of layer diets. **Amino acids in animal nutrition**: a compendium of recent reviews and reports. Bucharist: Coral Sanivet, 2002. p.74-82.

PARK, B. C.; AUSTIC, R. E. Isoleucine imbalance using selected mixtures of imbalancing amino acids in diets of the broiler chick. **Poultry Science**, Champaign, v.79, p.1782–1789, 2000.

PARSONS, C. M. Application of the concept of amino acid availability in practical feed formulation. In: INTERNATIONAL TECHNICAL SYMPOSIA; 1992; Curaçao. Proceeding...Curaçao: Novus International, 1992. p.43-50.

PAVAN, A. C.; MORI, C.; GARCIA, E. A.; SCHERER, 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**, Viçosa, v.34, n.2, p.568-574, 2005.

PATTERSON, P. H.; ADRIAL. Management strategies to reduce air emissions: emphasis-dust and ammonia. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.14, p.638-650, 2005.

PATTERSON, P. H.; LORENZ, E. S. Manure nutrient production from commercial white leghorn hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.5, p.260-268, 1996.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, Champaign v.81, n.6, p.1714-1721, 2002a.

PEGANOVA S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of valine in laying hens. **Archiv fur Geflugelkunde**, Stuttgart, v. 66, n. 6, p. 241–250, 2002b.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Interaction of various supples of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.100-105, 2003.

PENZ Jr., A. M. Exigências de aminoácidos das poedeiras. In: CICLO DE CONFERÊNCIAS DA A.V.E, 2., 1990, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: APINCO, 1990. p.88-110.

PENZ Jr., A. M. Enzimas y preservadores en dietas de aves e cerdos. **Alimentos balanceados para animales**, v.36, n.6, p.16-24, 1996.

PLAVINIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA 2003. Campinas. **Anais...** Campinas – SP, FACTA, 2003, p.235-245.

POWERS, W.; ANGEL, R. A review of the capacity for nutritional strategies to address environmental challenges in poultry production. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.192-1938, 2008.

ROBEL, E. J. A feather abnormality in chicks fed diets deficient in certain amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v.56, p.1968–1971, 1977.

RODRIGUES, E. A.; CANCHEIRINI, L. C.; JUNQUEIRA, O. M.; LAURENTIZ, A. C.; FILARDI, R. S.; DUARTE, F. K.; CASARTELLI, E. M. Desempenho, qualidade da casca e perfil lipídico de gemas de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com níveis crescente de óleo de soja no segundo ciclo de postura. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.27, n.2, p.207-212, 2005.

ROGERS, Q. R.; SPOLTER, P. D.; HARPER, A. E. Effect of leucine-isoleucine antagonism on plasma amino acid pattern of rats. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.97, p.497–504, 1962.

ROMBOLA, L. G. **Alimentação de frangas de reposição leves e semipesadas com dietas formuladas com base nos conceitos de aminoácidos totais e digestíveis**. Pirassununga, 2009. 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.

ROSTAGNO, H. S.; NASCIMENTO, A. H.; ALBINO, L. F. T. Aminoácidos totais e digestíveis para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES; 3., 1999; Campinas. **Anais...** Campinas, 1999. p.65-83.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Tabelas brasileiras para aves e suínos. 2. ed., Viçosa: Editora UFV, 2005. p.105-108.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Tabelas brasileiras para aves e suínos. 3. ed., Viçosa: Editora UFV, 2011. p.134-136.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástrico.** Jaboticabal: FUNEP, 2007. p.92-94.

SAUBERLICH, H. E. Studies on the toxicity and antagonism of amino acids for weanling rats. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.75, p.61-72, 1961.

SCHUTTE, J. B. The ideal amino acid profile for laying hens and broiler chicks. In: **Proceeding of the 1988 Arkansas Nutrition Conference**, Fayetteville, AR, p.33-39, 1998.

SCHMIDT, M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; NUNES, R. V.; CUPERTINO, E. S. Níveis nutricionais de lisina, de metionina + cistina e de treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.5, p.1099-1104, 2010.

SCOTT, M. L., NESHEIN, M. C., YOUNG, R. J. **Nutrition of the Chicken.** 3 ed. Ithaca: M.L. Scott e Ass. 1982, 58p.

SHIVAZAD, M.; HARMS, R. H.; RUSSELL, G. B.; FARIA, D. E.; ANTAR, R. S. Re - evaluation of the isoleucine requeriment of the commercial layer. **Poultry Science**, Champaign, v.81, n.12, p.1869 -1872. 2002.

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 bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.6, p.1280-1285, 2010.

SOUZA, H. R. B. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais**. Pirassununga, 2009. 58p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos.

SMITH, T. K.; AUSTIC, R. E. The branched-chain amino acid antagonism in chicks. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.108, p.1180-1191, 1978.

SUMMERS, J. D.; ATKINSON, J. L.; SPRATT, D. Supplementation of a low-protein diet in an attempt to optimize egg mass output. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.71, p.211-220, 1991.

SUMMERS, J. D. Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.1473-1478, 1993.

TAYLOR, S. J.; COLE, D. J. A.; LEWIS, D. Amino acid requirements of growing pigs. 5. The interactions between isoleucine and leucine. **Animal Production**, Bethesda, v.38, p.257–261, 1984.

TAVERNARI, F. C. **Atualização da proteína ideal para frangos e corte: valina e isoleucina**. Viçosa, 2010. 61p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

THRONTON, S. A.; CORZO, A.; PHARR, G. T.; DOZIER, W. A.; MILES, D. M.; KIDD, M. T. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, London, v.47, p.190–199, 2006.

TUTTLE, W. L.; BALLOUN, S. L. Leucine, isoleucine and valine interactions in turkey poults. **Poultry Science**, Champaign, v.55, p.1737-1743, 1976.

UBABEF – União Brasileira de Avicultura. 2012. “Disponível em”: <<http://www.abef.com.br/ubabefnovo/index.php#>> Acesso 23 de agosto 2012.

USDA NATIONAL ORGANIC PROGRAM. Methionine. 2001. Disponível em: <<http://www.onri.org/methionine.pdf>>. Acesso em 15/06/2012.

CAPÍTULO 2 – REDUÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA DA RAÇÃO E DIFERENTES NÍVEIS DE ISOLEUCINA E DE VALINA DIGESTÍVEIS SOBRE O DESEMPENHO E A QUALIDADE DOS OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO – O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar a redução protéica e diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis em rações formuladas a base de milho e farelo de soja sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Foram distribuídas 640 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$ (3 níveis de isoleucina digestível – 0,55; 0,62 e 0,70% x 3 níveis de valina digestível – 0,60; 0,67 e 0,75% + 1 tratamento controle com 17% de PB), totalizando 10 tratamentos com oito repetições de oito aves cada. O período experimental foi dividido em quatro períodos de 28 dias cada, e ao final de cada período foram avaliados os índices de desempenho e a qualidade dos ovos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que a redução protéica da ração proporcionou redução no peso dos ovos, entretanto, melhorou a conversão alimentar por dúzia de ovos e a percentagem de postura. O mesmo foi observado para os parâmetros de qualidade dos ovos, verificou-se aumento na percentagem de gema dos ovos. Conclui-se que pode-se trabalhar com 14,56% de proteína bruta na ração, com os níveis de 0,70% de isoleucina e 0,67% de valina digestível apresentando melhores resultados de desempenho e de qualidade dos ovos.

Palavras-chave: aminoácidos, poedeiras comerciais, proteína bruta, proteína ideal

1. INTRODUÇÃO

A nutrição de poedeiras comerciais é uma importante ferramenta para garantir os elevados níveis de produção atingidos pelas linhagens comerciais modernas, porém, é necessário constante monitoramento dos constituintes e da qualidade da ração fornecida às aves (STRINGHINI et al., 2005).

Segundo Barros et al. (2006) as poedeiras modernas altamente produtivas são muito sensíveis às variações dos níveis nutricionais da dieta e, proteínas, aminoácidos, vitaminas e os minerais exercem funções relevantes na nutrição e formação dos ovos, devendo por isso, estar em níveis adequados e bem equilibrados nas rações.

Na avicultura, a proteína é considerada um dos principais nutrientes presentes nas dietas, pois é importante no desempenho dos animais, apesar do elevado custo. De acordo com Dale (1994), a proteína dietética influencia o desempenho dos animais e sua eficiência de utilização é dependente da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos, os quais são exigidos em níveis específicos pelas aves. Andrade et al. (2004) descreveram que a eficiência da proteína está relacionada à disponibilidade dos aminoácidos, verificando-se que atualmente é possível reduzir o teor de proteína mediante suplementação de aminoácidos industriais.

Rostagno et al. (2005) recomendaram a ingestão diária de 620 mg de isoleucina digestível para poedeiras semi-pesadas com peso corporal de 1,6 kg e massa de ovos de 55 g/dia, com relação de 83% de isoleucina/lisina digestíveis, porém, Rostagno et al. (2011) sugeriram para poedeiras semi-pesadas com 1,6 kg de peso corporal e 57 g de massa de ovos a ingestão diária de isoleucina digestível de 643 mg/ave e relação de 76% de isoleucina/lisina digestíveis.

Trabalhando com poedeiras Hy-Line w-36 de 28 a 36 semanas de idade e utilizando como parâmetro a massa de ovos, Bregendahl et al. (2008) usando o modelo estatístico *broken-line*, concluíram que o aporte diário de valina digestível necessário foi de 501 mg/ave/dia e, a relação de valina/lisina digestível de 93%.

Conduzindo experimentos utilizando níveis reduzidos de proteína com a suplementação de aminoácidos, Andrade et al. (2003) concluíram que, de forma

geral, a variável qualidade de ovos não foi afetada pela redução proteica, além de ser possível obter o mesmo desempenho e produtividade de poedeiras com redução de custos das dietas.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da redução da proteína bruta com diferentes relações isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis em rações formuladas à base de milho e farelo de soja sobre os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Jaboticabal, composto por quatro períodos de 28 dias cada, perfazendo um total de 112 dias.

2.1. Instalações, aves e manejo

As instalações utilizadas foram galpões convencionais de postura (3 m de largura e 2 m de pé-direito) compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas, e o bebedouro do tipo *nipple*.

Foram utilizadas 640 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 40 semanas de idade, distribuídas em 80 parcelas de oito aves cada. Inicialmente as aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal para uniformização do lote e por um período de duas semanas a produção foi controlada individualmente para posterior redistribuição nas parcelas para equalização da produção.

Durante todo o período experimental as aves receberam água e ração à vontade, sendo o consumo de ração quantificado ao final de cada período. O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz/dia. A temperatura e umidade relativa (\pm erros padrão) máxima e mínima foram computadas diariamente, sendo que os valores foram, respectivamente, 32,60 °C (\pm 0,71); 12,81 °C (\pm 0,47); 90,93% (\pm 0,95) e 35,34% (\pm 1,76).

2.2. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 + 1, totalizando 10 tratamentos, com oito repetições de oito aves em cada. Dentro do delineamento, o tratamento um foi o testemunha com níveis normais de proteína bruta (17%) e os tratamentos dois a 10 foram três níveis de isoleucina (0,55%; 0,62% e 0,70%) e três níveis de valina (0,60%; 0,67% e 0,75%) digestíveis, com 14,56% de proteína bruta (dieta basal).

2.3. Análises estatísticas

Inicialmente verificou-se as pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias dos dados obtidos. Após esta verificação, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância empregando-se o programa SAS® (SAS 9.1, Institute, Cary, North Carolinad, USA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Esquema de análise de variância:

Fontes de variação	Graus de liberdade
Fatorial x Testemunha (14,56% PB x 17% PB)	1
Níveis de isoleucina	2
Níveis de valina	2
Interação isoleucina x valina	4
Resíduo	70
Total	79

2.4. Rações experimentais

As dietas experimentais foram formuladas com base nas recomendações de Rostagno et al. (2005) para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal, ingestão diária de 100g de ração e 50g de massa de ovos. Os níveis recomendados de lisina, valina e isoleucina digestíveis, respectivamente, foram: 0,75; 0,675 e 0,623%. A dieta testemunha foi formulada com 17,00% de proteína bruta e a dieta basal dos outros tratamentos foi formulada com 14,56% de proteína bruta e relações

de valina e isoleucina 10% abaixo do recomendado, sendo 0,55% de isoleucina e 0,60% de valina digestíveis (Tabela 2). Os outros tratamentos foram compostos pela dieta basal acrescida de valina e isoleucina sintéticos para elaboração de tratamentos com relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis 10% acima e abaixo dos níveis recomendados.

2.5. Características avaliadas

Os dados de desempenho e de qualidade dos ovos avaliados foram: consumo de ração (g/dia), produção de ovos (%), peso dos ovos (g), massa de ovos (g), conversão alimentar, unidade Haugh, índice gema, porcentagem de constituintes, peso específico e espessura de casca. As características de desempenho foram quantificadas a cada quatro semanas. As características de qualidade foram quantificadas por dois dias consecutivos ao final de cada intervalo de quatro semanas, sendo utilizados três ovos frescos por repetição, escolhidos aleatoriamente. Para as características de peso dos ovos e o peso específico utilizou-se todos os ovos produzidos por cada repetição.

2.5.1. Consumo de ração

A cada quatro semanas o consumo de ração foi calculado como a diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração no mesmo período e expresso em gramas de ração por ave por dia.

2.5.2. Produção de ovos

A produção de ovos foi quantificada diariamente por repetição. O valor obtido foi dividido pelo número de aves e expresso em porcentagem de ovos produzidos por ave por dia.

2.5.3. Peso dos ovos

Foi obtido o peso médio dos ovos produzidos por repetição nos três últimos dias de cada intervalo de quatro semanas e expresso em gramas.

Tabela 2. Composição percentual das rações, custo dos ingredientes e valores calculados dos níveis nutricionais para os 10 tratamentos utilizados

Ingredientes	Custos (R\$/kg) ³	Tratamentos (14,56 % PB)									
		Controle (17% PB)	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Milho grão	0,55	63,18	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86
Farelo de soja	1,35	25,44	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77
Calcário calcítico	0,15	8,36	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44
Fosfato bicálcico	1,97	1,52	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Óleo de soja	2,86	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,37	0,42	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Inerte ¹	0,05	0,00	0,30	0,23	0,15	0,16	0,08	0,15	0,08	0,08	0,00
Supl.vitaminico e mineral ²	7,85	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-metionina (99%)	9,02	0,19	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-lisina HCl (79%)	5,15	0,00	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
L-isoleucina (98,5%)	56,42	0,00	0,01	0,01	0,01	0,08	0,08	0,16	0,16	0,16	0,16
L-valina (98,5%)	37,44	0,00	0,00	0,07	0,15	0,00	0,15	0,07	0,15	0,07	0,15
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Custo/kg (R\$)	0,78	0,73	0,76	0,79	0,77	0,80	0,83	0,82	0,85	0,87	0,87
Composição calculada											
Proteína Bruta, (%)	17,00	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56
EM, (kcal/kg)	2800	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824
Cálcio, (%)	3,65	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Sódio (%)	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Fósforo total (%)	0,59	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Fósforo disponível, (%)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Lisina dig. (%)	0,78	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina dig. (%)	0,44	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Metionina + cit. dig.(%)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Treonina dig. (%)	0,57	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Triptofano dig. (%)	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Isoleucina dig. (%)	0,65	0,55	0,55	0,55	0,62	0,62	0,62	0,62	0,70	0,70	0,70
Valina dig. (%)	0,70	0,60	0,67	0,75	0,60	0,67	0,75	0,60	0,67	0,67	0,75

¹Areia lavada; ²Suplemento Vitaminico e Mineral – Composição/kg de ração: Ácido fólico, 0,5mg; Biotina, 0,05mg; Niacina, 35mg; Pantotenato de cálcio, 13mg; Vit. A, 11000 UI; Vit. B₁, 1mg; Vit. B₂, 15mcg; Vit. B₆, 1,5mg; Vit. D₃, 2000 UI; Vit. E, 13mg; Vit. K, 2,5mg; Cobre, 6mg; Iodo, 1mg; Manganês, 65mg; Selênio, 0,2mg; Zinco, 45mg; Antioxidante, 4mg; ³ Preços do dia 23 de agosto de 2012.

2.5.4. Massa de ovos

A massa de ovos foi quantificada multiplicando-se a produção de ovos pelo peso médio dos ovos da repetição e dividindo-se seu valor por 100, sendo representada em gramas.

2.5.5. Conversão alimentar

Expressa em quilograma de ração consumida por quilograma e por dúzia de ovos produzidos. A conversão alimentar foi calculada como uma relação entre o consumo de ração e quilograma de ovos produzidos e consumo de ração e dúzia de ovos produzidos.

2.5.6. Unidade Haugh

Aleatoriamente foram escolhidos três ovos por repetição para avaliação da unidade Haugh. Após ser quebrado, o conteúdo do ovo foi colocado em superfície plana e nivelada, onde a altura de albúmen foi mensurada com um micrômetro de tripé analógico da marca AMES[®], modelo S-6428, com precisão de 0,1mm. Em seguida os dados foram utilizados na fórmula:

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

h = altura da clara espessa (mm);

W = peso do ovo (g);

Quanto maior o valor da UH, melhor será a qualidade dos ovos, que são classificados segundo USDA Egg-Grading Manual (2000) em ovos tipo AA (100 até 72), A (71 até 60), B (59 até 30), C (29 até 0).

2.5.7. Índice gema

Após a mensuração da altura do albúmen, mediu-se, com o mesmo micrômetro, a altura da gema. Em seguida, foi mensurado o diâmetro da gema utilizando-se um paquímetro digital da marca Professional[®]. A partir desses valores, o índice de gema foi obtido dividindo-se a altura da gema pelo valor do seu respectivo diâmetro, sendo considerados normais valores entre 0,3 a 0,5.

2.5.8. Relação gema/ovo, albúmen/ovo e casca/ovo (%)

Após os ovos serem quebrados, tomaram-se os pesos das gemas e das cascas após serem lavadas e secas, em temperatura ambiente por 72 horas, preservando-se as membranas. O peso do albúmen foi determinado por diferença entre o peso total do ovo e o peso da casca e da gema. A relação entre os constituintes do ovo foi calculada utilizando o peso do ovo inteiro como quociente.

2.5.9. Peso específico

Conforme sugerido por Voisey e Hunt (1974), o peso específico foi mensurado logo após a postura do ovo, sendo os ovos trincados descartados. O método usado para avaliar o peso específico dos ovos baseia-se no princípio da flutuação, assim os ovos foram imersos em recipientes contendo soluções de NaCl em ordem crescente de densidade (1,065 a 1,095) com aumento de 0,005. Considerou-se a densidade do ovo a solução na qual ele flutuou (HAMILTON, 1982).

2.5.10. Espessura de casca (mm)

As cascas foram cuidadosamente lavadas em água corrente para a retirada dos restos de albúmen que ainda permaneciam em seu interior. Depois de lavadas, as cascas foram colocadas em um suporte e deixadas para secar em temperatura ambiente. Depois de devidamente secas, sem a remoção das membranas internas, as cascas foram pesadas, para a obtenção da percentagem de casca como descrito anteriormente e medidas com um micrômetro de precisão da marca Mitutoyo (divisões de 0,001mm) em três pontos distintos na área centro-transversal para determinar sua espessura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 3, apenas a conversão alimentar por dúzia e a porcentagem de postura foram afetados pelos tratamentos (Tabela 3). As aves alimentadas com dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína bruta apresentaram piora na conversão alimentar (kg/kg) e na porcentagem de postura em relação às aves alimentados com dietas formuladas seguindo o conceito de proteína ideal. Os valores encontrados neste estudo concordam com os

achados de Oliveira (2010) no qual a produção de ovos das aves que receberam o tratamento com maior nível de proteína bruta (16,5%) apresentaram produção inferior às aves que receberam dietas com níveis mais baixos (13,5%) e suplementadas com triptofano, valina e potássio.

Em contrapartida, os resultados encontrados neste trabalho diferem dos valores obtidos por Brake et al. (1979), Harms (1983), Calderon e Jensen (1990) e Koelkebeck et al. (1993), que não registraram diferenças na produção de ovos ao compararem aves submetidas à dietas de elevado e de baixo teores proteicos. Entretanto, Pinheiro et al. (1996) ao trabalharem com níveis de proteína bruta de 17% e 20% verificaram maiores médias de produção de ovos e melhor conversão alimentar ao utilizarem o maior nível de proteína bruta, o que não foi constatado no presente estudo.

Tabela 3. Médias de consumo de ração (CR), conversão alimentar por kg de ovos (CA/kg), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/dz) e porcentagem de postura (PP) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis

Tratamentos	CR(g)	CA(kg/kg)	CA (kg/dz)	PP(%)
	Testemunha vs Fatorial			
Testemunha	116,07	1,88	1,52A	92,11B
Fatorial	114,94	1,88	1,45B	95,28A
	Isoleucina (Iso)			
0,55	115,40AB	1,89AB	1,47A	94,87
0,62	116,26A	1,91A	1,47A	95,17
0,70	113,14B	1,85B	1,42B	95,82
	Valina (Val)			
0,60	116,09	1,89	1,46	95,91
0,67	114,93	1,87	1,45	95,53
0,75	113,78	1,89	1,45	94,42
	Probabilidades			
Fatorial x Testemunha	0,45 ^{NS}	0,90 ^{NS}	0,02	0,01 ^{**}
Isoleucina	0,03 [*]	0,01 ^{**}	0,01 ^{**}	0,59 ^{NS}
Valina	0,15 ^{NS}	0,39 ^{NS}	0,70 ^{NS}	0,28 ^{NS}
Isoleucina x Valina	0,68 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,50 ^{NS}
CV ¹ (%)	2,45	2,26	2,69	2,44

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹coeficiente de variação, * significativo (P<0,05), ** significativo (P<0,01), NS – não significativo (P>0,05).

Sugere-se uma possível explicação para essa melhor produção de ovos das aves alimentadas no conceito de proteína ideal pelo motivo da proteína não estar em

excesso e por isso, não promover gasto energético desnecessário com metabolismo protéico, sendo mais bem aproveitado na produção dos ovos.

Como não se observou diferença no consumo de ração e as aves alimentadas no conceito de proteína ideal produziram mais ovos/ave/dia, conseqüentemente, a conversão por dúzia foi melhor nesses tratamentos.

Para o consumo de ração e conversão por kg de ovos (Tabela 3) não houve diferença entre os tratamentos com a redução protéica (14,56% PB) e com o tratamento controle (17% PB). Estes resultados estão de acordo os achados de Koelkebeck et al. (1993), que não observaram diferenças no consumo de ração e na conversão alimentar de poedeiras alimentadas com dietas contendo 16 e 13% de proteína bruta.

Para os níveis de isoleucina, ocorreu diferença significativa para os parâmetros de consumo de ração e conversão por massa e dúzia de ovos. As aves que receberam as rações contendo 0,62% de isoleucina apresentaram maior consumo de ração em relação às que receberam ração contendo 0,70% de isoleucina, correspondendo a um consumo de 116,26 e 113,14 gramas, respectivamente. Já para a conversão alimentar por massa de ovos, as aves que receberam rações contendo 0,70% de isoleucina apresentaram melhor conversão alimentar por kg de ovos em relação ao tratamento com 0,62% de isoleucina. Para conversão alimentar por dúzia de ovos, as aves que receberam rações contendo 0,70% de isoleucina apresentaram melhor conversão por dúzia em relação aos demais tratamentos.

As médias referentes ao peso, massa dos ovos e viabilidade estão presentes na Tabela 4.

Apenas o peso dos ovos foi afetado pelos tratamentos, ou seja, as aves alimentadas com dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína bruta obtiveram os pesos significativamente maiores em relação às aves alimentadas com dietas formuladas seguindo o conceito de proteína ideal. Diferentemente, Keshavarz e Austic (2004) avaliando a alimentação de aves de postura com dietas contendo 13% de proteína bruta, suplementada com lisina, metionina e triptofano, observaram desempenho semelhante ao controle positivo (16 a 16,5% proteína bruta), com exceção do peso do ovo, que foi maior para aves alimentadas com 13% proteína bruta suplementadas com aminoácidos sintéticos.

Tabela 4. Médias de peso de ovos (PO), massa de ovos (MO) e viabilidade (VB) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis

Tratamentos	PO (g)	MO (g/ave/dia)	VB (%)
Testemunha vs Fatorial			
Testemunha	67,48A	62,10	99,99
Fatorial	64,33B	61,30	99,99
Isoleucina (Iso)			
0,55	64,91	60,91	100,00
0,62	64,09	60,79	99,99
0,70	63,97	61,30	100,00
Valina (Val)			
0,60	64,31	61,35	100,00
0,67	64,67	62,50	99,99
0,75	64,00	60,05	100,00
Probabilidades			
Fatorial x Testemunha	0,01 ^{**}	0,46 ^{NS}	0,16 ^{NS}
Isoleucina	0,30 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,39 ^{NS}
Valina	0,58 ^{NS}	0,36 ^{NS}	0,78 ^{NS}
Isoleucina x Valina	0,06 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,18 ^{NS}
CV ¹ (%)	2,43	3,72	0,03

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹coeficiente de variação, ^{**} significativo (P<0,01), NS – não significativo (P>0,05).

Os valores encontrados neste estudo concordam com os achados de Oliveira (2010), no qual observou que as aves que receberam dieta com maior nível de proteína (16,5%) apresentaram maior peso dos ovos em relação ao tratamento com 13,5% PB com 0,61% de valina digestível.

Segundo Silva et al. (2010) o peso e a massa de ovos aumentaram linearmente (P<0,05) com o aumento dos níveis de proteína. Resultados semelhantes foram encontrados por Pinheiro et al. (1996) ao trabalharem com níveis de proteína bruta de 17% e 20%. Maiores níveis proteicos na dieta influenciam positivamente o peso dos ovos, pois as poedeiras não são capazes de reservar proteína eficientemente para a sua manutenção, sendo dependentes do consumo diário.

A proteína deve estar bem balanceada e ser de alta qualidade para que a ave possa maximizar sua produção de ovos de maneira economicamente viável. O peso dos ovos também sofre influência do nível de proteína utilizado, como foi verificado no presente trabalho, haja vista que para a síntese de albúmen, a necessidade em proteína e aminoácido é alta e, portanto, qualquer decréscimo em tais nutrientes

poderia ocasionar a redução dessa quantidade de albúmen, levando a um menor tamanho de ovo (PESTI et al., 2005).

Segundo Barreto et al. (2007), em condições de deficiência de proteína na ração, o tamanho dos ovos tende a ser reduzido, enquanto a produção se mantém. No entanto, não foi isso que se observou nesta pesquisa, onde apesar do peso do ovo ter diminuído com a redução da proteína bruta a produção aumentou significativamente.

Os níveis isolados de isoleucina e valina não influenciaram os parâmetros de peso, massa dos ovos e viabilidade das aves (Tabela 4). Esses resultados concordam com Summers (1993) que estudando a excreção de nitrogênio por galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta, observou que a redução do nível de proteína de 17 para 13% não ocasionou reduções significativas na massa de ovos (41,66 vs 39,85 g), mostrando um possível aumento na utilização da proteína (ou nitrogênio) e revelando um aspecto positivo pela redução da excreção de nitrogênio para o meio ambiente.

Melluzi et al. (2001) estudando a retenção de nitrogênio em poedeiras semipesadas com 24 semanas de idade ingerindo dietas com diferentes níveis de proteína bruta (17, 15 e 13%) e concentrações constantes de aminoácidos e energia durante 16 semanas, observaram na primeira metade do experimento que o peso e a produção de ovos foram similares em todos os tratamentos. A partir da nona semana, o tratamento recebendo 15% de proteína bruta proporcionou ovos mais pesados e uma ligeira queda na deposição de massa de ovos. A conversão alimentar foi melhor no grupo controle (17% de proteína bruta).

Os resultados de massa de ovos deste experimento discordam dos achados de Roberts et al. (2007), que realizando experimentos com poedeiras que receberam dieta com redução protéica, verificaram que as aves produziram menos ovos e, como resultado, apresentaram menor massa de ovos em comparação à dieta controle.

Andrade et al. (2003) em experimento utilizando diferentes níveis de proteína com a suplementação de aminoácidos, concluíram que os parâmetros de qualidade de ovos não foram afetados pela redução protéica, mantendo-se o desempenho e produtividade de poedeiras com redução de custos das dietas.

Na análise da qualidade dos ovos (Tabela 5), percebeu-se interação significativa entre as aves alimentadas com dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína bruta (17% PB), que apresentaram porcentagem de gema inferior ($P<0,05$) em relação às aves alimentadas com dietas formuladas seguindo o conceito de proteína ideal (14,56% PB).

As aves alimentadas com dietas formuladas seguindo o conceito de proteína ideal, suplementadas com os níveis de 0,55 e 0,62% de isoleucina produziram ovos com maiores porcentagens de gema em relação àquelas alimentadas com 0,70 % de isoleucina digestível.

Para a porcentagem de albúmen, as aves alimentadas com 0,70% de isoleucina digestível produziram ovos com maiores porcentagens de albúmen em relação àquelas alimentadas com 0,62% de isoleucina digestível.

Tabela 5. Médias de índice gema (IG), porcentagem de gema (PG), porcentagem de albúmen (PA), porcentagem de casca (PC) e unidade Haugh (UH) em poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis

Tratamentos	IG	PG	PA	PC	UH
	Testemunha vs Fatorial				
Testemunha	0,452	24,62B	65,69	9,69	91,80
Fatorial	0,454	25,24A	65,00	9,78	91,83
	Isoleucina (Iso)				
0,55	0,455	25,44A	64,77AB	9,79	91,72
0,62	0,455	25,65A	64,72B	9,76	92,00
0,70	0,453	24,72B	65,49A	9,79	91,76
	Valina (Val)				
0,60	0,453	25,47	64,89	9,77	91,32B
0,67	0,456	25,29	64,97	9,74	92,51A
0,75	0,454	25,05	65,12	9,82	91,66AB
	Probabilidades				
Fatorial x Test.	0,55 ^{NS}	0,04 [*]	0,06 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,96 ^{NS}
Isoleucina	0,81 ^{NS}	0,01 ^{**}	0,01 ^{**}	0,95 ^{NS}	0,81 ^{NS}
Valina	0,57 ^{NS}	0,24 ^{NS}	0,69 ^{NS}	0,60 ^{NS}	0,04 [*]
Isoleucina x Valina	0,65 ^{NS}	0,71 ^{NS}	0,63 ^{NS}	0,82 ^{NS}	0,11 ^{NS}
CV ¹ (%)	1,70	2,37	1,04	2,15	1,24

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ coeficiente de variação, * significativo ($P<0,05$), ** significativo ($P<0,01$), NS – não significativo ($P>0,05$).

Segundo Silva et al. (2010), a porcentagem de albúmen apresentou comportamento linear crescente ($P<0,05$) em função dos níveis de proteína bruta da dieta (12, 14, 16 e 18% PB), o que não ocorreu no presente estudo.

As aves alimentadas com níveis de 0,67% de valina digestível produziram ovos com maiores unidades Haugh em relação àquelas alimentadas com níveis de 0,60 % de valina digestível. Resultados diferentes foram relatados por Sugandi et al. (1975), onde constataram que os valores de unidades Haugh tenderam a reduzir com o aumento dos níveis proteicos da ração. Harms e Douglas (1960), utilizando dietas com 14,7 e 16,7% de proteína, observaram maiores valores de unidades Haugh para as aves alimentadas com dietas contendo o menor nível protéico. Por outro lado, resultados obtidos por Hamilton (1978) mostraram maiores valores de unidades Haugh para as aves alimentadas com 17% de proteína em relação às alimentadas com 15 e 13% de proteína.

Na análise da qualidade externa dos ovos (Tabela 6) não houve interação entre as aves alimentadas com dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína bruta (17% PB) em relação às aves alimentadas com dietas formuladas seguindo o conceito de proteína ideal (14,56% PB).

Tabela 6. Médias de espessura de casca (EC), peso específico (PE) e peso de casca de ovos (PC) de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis

Tratamentos	EC (mm)	PE (g/cm ³)	PC (g)
Testemunha vs Fatorial			
Testemunha	0,338	1,0893	6,27
Fatorial	0,333	1,0889	6,21
Isoleucina (Iso)			
0,55	0,335	1,0889	6,21
0,62	0,333	1,0888	6,21
0,70	0,334	1,0889	6,22
Valina (Val)			
0,60	0,333	1,0890	6,17
0,67	0,336	1,0885	6,27
0,75	0,332	1,0891	6,20
Probabilidades			
Fatorial x Testemunha	0,22 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,42 ^{NS}
Isoleucina	0,75 ^{NS}	0,97 ^{NS}	0,98 ^{NS}
Valina	0,24 ^{NS}	0,38 ^{NS}	0,14 ^{NS}
Isoleucina x Valina	0,44 ^{NS}	0,07 ^{NS}	0,08 ^{NS}
CV ¹ (%)	1,96	0,10	1,95

¹coeficiente de variação, NS – não significativo (P>0,05).

Dentro dos fatores de isoleucina e valina digestíveis não foram observadas diferenças para os parâmetros de espessura de casca, peso específico e peso de casca dos ovos.

Os valores do presente estudo concordam com os achados de Pagarigan (1987), que ao avaliar a manipulação da dieta para melhorar a produção, persistência de produção e qualidade dos ovos, utilizando três níveis de proteína bruta (18, 20 e 22 %), não encontrou efeitos marcantes na melhoria da qualidade da casca quando variaram os níveis de proteína. No mesmo sentido, Harms (1983) e Koelkebeck et al. (1993) também não observaram diferenças na gravidade específica de ovos obtidos de aves alimentadas com diferentes níveis proteicos.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que se pode trabalhar com 14,56% de proteína bruta na ração, com os níveis de 0,70% e 0,67% de isoleucina e valina digestíveis, respectivamente, com as relações de 93% de isoleucina/lisina e 90% de valina/lisina digestíveis sem comprometer o desempenho e a qualidade dos ovos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L.; JARDIM FILHO, R. M.; STRINGHINI, J. H.; LEANDRO, N. S. M.; OLIVEIRA, A. S. C. O uso de rações com diferentes níveis de proteínas suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase inicial de produção. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, 2003. p.66.

ANDRADE, L.; LEANDRO, N. S. M.; OLIVEIRA, A. S. C.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B. O uso de rações com diferentes níveis de proteína suplementadas com aminoácidos na alimentação de poedeiras na fase pós pico de produção. In: CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA 2004. Campinas. **Anais...** Campinas, 2004. p.54.

BARRETO, S. L. T.; QUIRINO, B. J. S.; BRITO, C. O.; UMIGI, R. T.; ARAUJO, M. S.; ROCHA, T. C.; PEREIRA, C. G. Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas européias na fase inicial de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.1, p.86-93, 2007.

BARROS, L. R.; COSTA, F. G. P.; COSTA, J. S.; SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; SAKOMURA, N. K.; FILHO, J. J.; OLIVEIRA, C. F. S.; NASCIMENTO, G. A. J.; LIMA NETO, R. C.; BRANDÃO, P. A.; PASCOAL, L. A. F. Níveis de proteína para frangas semipesadas no período de uma a dezoito semanas de idade. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, n.2, p.131-141, 2006.

BRAKE, J.; THAXTON, P.; GARLICH, J. D.; SHERWOOD, D.H. Comparison of fortified ground corn and pullet grower feeding regimes during a forced molt on subsequent layer performance. **Poultry Science**, Champaign, v.58, p.785-790, 1979.

BRANT, A. W.; OTTE, A. W.; NORRIS, K. H. Recommend standards for scoring and measuring opened egg quality. **Food Technology**, Quezon, v. 5, p. 356-361, 1951.

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

CALDERON, V. M.; JENSEN, L. S. The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by protein concentration. **Poultry Science**, Champaign, v.69, n.6, p.934-44, 1990.

DALE, N. Proteína ideal para pollos de engorde. **Avicultura Profesional**, v.11, n.3, p.104-107, 1994.

HAMILTON, R. M. G. The effects of dietary protein level on productive performance and egg quality of four strains of white leghorn hens. **Poultry Science**, Champaign, v.57, n.5, p.1355-64, 1978.

HAMILTON, R. M. G. Methods and Factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v.61, p.2002-2039, 1982.

HARMS, R. H., DOUGLAS, C. R. Relationships of rate of egg production as affected by feed to Haugh units of eggs. **Poultry Science**, Champaign, v.39, n.1, p.75-86, 1960.

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

HAUGH, R. R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.

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**, Champaign, v.83, p.75-83, 2004.

KOELKEBECK, K. W.; PARSONS, C. M.; LEEPER, R. W.; JIN, S.; WANG, X.; ZHANG, Y.; FERNANDEZ, S. Effect of supplementation of a low-protein corn molt diet with amino acids on early post molt laying hen performance. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n.8, p.1528-1536, 1993.

MELUZZI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; FRANCHINI, A. Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. **British Poultry Science**, London, v.42, p.213-217, 2001.

OLIVEIRA, C. F. S. **Suplementação aminoacídica e balanço eletrolítico em dietas com redução protéica para poedeiras comerciais.** Paraíba, 2010. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

PAGARIGAN, R. L. **Dietary manipulation for improving egg production rate, persistency and egg quality in S.C. white leghorn layers.** Philippines: Central Luzon State University, Munoz, 1987. 71p. Thesis (M.S. Animal Science).

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.81, n.6, p.1714-1721, 2002.

PESTI, G. M.; BAKALLI, R. I.; DRIVER, J. P. et al. **Poultry nutrition and feeding.** Victoria: Trafford Publishing, 2005. 490p.

PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; MIZUBUTI, I. Y. Níveis de energia metabolizável (EM) e de proteína bruta (PB) na ração sobre o desempenho de galinhas poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1996 Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. 1996. p.52.

ROBERTS, S. A.; XIN, H.; KERR, B. J.; RUSSELL, J. R.; BREGENDAHL, K. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on nitrogen balance and egg production in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.86, p.1716–1725, 2007.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Tabelas brasileiras para aves e suínos. 2. ed., Viçosa: Editora UFV, 2005. p.106-107.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F.

Composição de alimentos e exigências nutricionais. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 3. ed., Viçosa: Editora UFV, 2011. p.134-136.

SILVA, M. F. R.; FARIA, D. M.; 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 bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.6, p.1280-1285, 2010.

SUMMERS, J. D. Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets. **Poultry Science**, Champaign, v.72, p.1473-1478, 1993.

SUGANDI, D., BIRD, H. R., ATMADILAGA, D. The effect of different energy and protein levels on the performance of laying hens in floor pens and cages in the tropics. **Poultry Science**, Champaign, v.54, n.4, p.1107-1114, 1975.

STRINGHINI, J. H.; JARDIM FILHO, R. M.; PEDROSO, A. A., CAFÉ, M. B.; CARVALHO, F. B.; MATOS, M. S. Nutrição no Período de Pré-Postura, Pico e Pós-Pico de Poedeiras Comerciais. CONFERENCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA 2005. Santos. **Anais...** Santos-SP, FACTA, 2005, p. 171-189.

VOYSEY, P. W.; HUNT, J. R. Menssurements of eggshell strength. **Textile Studies**. n.5, p.135–182, 1974.

CAPÍTULO 3 – REDUÇÃO DA PROTEÍNA DA RAÇÃO E DIFERENTES NÍVEIS DE ISOLEUCINA E DE VALINA DIGESTÍVEIS SOBRE O BALANÇO DE NITROGÊNIO, A QUANTIFICAÇÃO DE AMINOÁCIDOS PLASMÁTICOS E O CUSTO DA RAÇÃO DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO – Um experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da redução protéica e diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis em rações formuladas a base de milho e farelo de soja sobre o balanço de nitrogênio, quantificação dos aminoácidos plasmáticos e custo da ração de poedeiras comerciais. Foram distribuídas 640 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$ (3 níveis de isoleucina digestível – 0,55; 0,62 e 0,70% x 3 níveis de valina digestível – 0,60; 0,67 e 0,75% + 1 tratamento controle com 17% de PB), totalizando 10 tratamentos com oito repetições de oito aves cada. Na última semana do período experimental foram coletadas amostras de sangue das aves e submetidas à análise dos níveis plasmáticos de aminoácidos. Após o período experimental foi realizado ensaio metabólico para avaliação do balanço de nitrogênio das aves, utilizando o método de coleta total de excretas, com duas aves por repetição. Foram também analisados os custos das rações experimentais. As aves alimentadas com tratamento controle (17% PB) apresentaram maior ingestão e excreção de nitrogênio em relação às aves alimentadas com dietas com redução protéica (14,56% PB). O aumento dos níveis de isoleucina e de valina digestíveis promoveu elevação plasmática desses aminoácidos. A redução protéica com as suplementações dos aminoácidos sintéticos proporcionaram custos dos ovos semelhantes ao tratamento com 17% PB. Conclui-se que a ingestão e excreção de nitrogênios pelas aves é reduzida, juntamente com o custo das rações quando a dieta é formulada utilizando-se o conceito de proteína ideal. Os níveis de isoleucina e valina plasmáticos não exercem efeitos antagônicos

Palavras-chave: aminoácidos, excreção de nitrogênio, proteína ideal, resíduos

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, as formulações de rações para aves e suínos foram baseadas no conceito de proteína bruta resultando em dietas com conteúdo de aminoácidos superior aos requerimentos reais dos animais (COSTA et al., 2001). Com isso, o excesso de aminoácidos é utilizado de forma ineficiente pelos animais, podendo resultar em sobrecarga ao fígado e rins, pois os mesmos são desaminados até ácido úrico, elevando o nível desse composto no sangue. Além disso, parte da proteína não utilizada fornecerá o esqueleto carbônico para a formação de gorduras que serão depositadas no organismo da ave. Dessa forma, níveis excessivos de proteína na ração não significam apenas alto custo da formulação, mas também problemas no desempenho produtivo (ARAÚJO et al., 2002).

A redução do conteúdo protéico e a suplementação da ração com aminoácidos industriais são os principais recursos para a redução da excreção de nitrogênio (WAIBEL et al., 2000) e otimização do custo com alimentação.

Reduzindo a proteína bruta da ração de 19% para 14%, Leeson e Summers (2001) verificaram significativa redução da excreção de nitrogênio em duas toneladas por ano para um plantel de 10.000 poedeiras. De acordo com Patterson e Lorenz (1996), em poedeiras, do total de nitrogênio ingerido apenas 34,07% é depositado nos ovos e 0,84% retido no corpo, enquanto 25,01% ficam presente nas excretas e 40,01% é volatilizado.

Os aminoácidos de cadeia ramificada, leucina, isoleucina e valina, são aminoácidos essenciais para os animais, e são principalmente metabolizados no músculo esquelético. Além disso, é sabido que ocorre antagonismo entre estes aminoácidos. Quando os animais consomem uma quantidade excessiva de um dos aminoácidos de cadeia ramificada, as concentrações dos outros aminoácidos no plasma e músculos diminuem (SMITH; AUSTIC, 1978).

Para reduzir o custo das rações, a tendência atual é a incorporação de aminoácidos industriais, facilmente encontrados no mercado, em substituição às fontes proteicas tradicionais (VARELA, 2009). Pinto et al. (2003) complementam que esta prática permite formular rações de custo mínimo, com teores de proteína bruta inferiores aos preconizados pelas tabelas de exigências nutricionais, além de atender às necessidades em aminoácidos essenciais.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da redução da proteína bruta da ração com diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis em rações com ingredientes de origem vegetal, sobre o balanço de nitrogênio, quantificação de aminoácidos plasmáticos e o custo das rações experimentais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, composto por quatro períodos de 28 dias cada, perfazendo um total de 112 dias.

2.1. Instalações, aves e manejo

As instalações utilizadas foram galpões convencionais de postura (3 m de largura e 2 m de pé-direito) compostos internamente por gaiolas de arame galvanizado com quatro compartimentos de 25 x 40 x 40 cm, distribuídas lateralmente em dois andares, distantes 0,80 m do piso. O comedouro utilizado foi o tipo calha galvanizada, percorrendo toda extensão frontal das gaiolas, e o bebedouro do tipo *nipple*.

Foram utilizadas 640 poedeiras comerciais da linhagem Isa Brown com 40 semanas de idade, distribuídas em 80 parcelas de oito aves cada. Inicialmente as aves foram selecionadas de acordo com o peso corporal para uniformização do lote e por um período de duas semanas a produção foi controlada individualmente para posterior redistribuição nas parcelas para equalização da produção.

Durante todo o período experimental as aves receberam água e ração à vontade, sendo o consumo de ração quantificado ao final de cada período. O regime de iluminação adotado foi o de 17 horas de luz/dia.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3 + 1, totalizando 10 tratamentos, com oito repetições de oito aves em cada. Dentro do delineamento, o tratamento 1 foi o testemunha com níveis normais de

proteína bruta (17%) e os tratamentos dois a 10 foram três níveis de isoleucina (0,55%; 0,62% e 0,70%) e três níveis de valina (0,60%; 0,67% e 0,75%) digestíveis, com 14,56% de proteína bruta (dieta basal).

2.3. Análises estatísticas

Os resultados foram analisados estatisticamente, inicialmente verificando as pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias (Tabela 1) dos dados obtidos. Após esta verificação, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância empregando-se o programa SAS® (SAS 9.1, Institute, Cary, North Carolina, USA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Esquema de análise de variância:

Fontes de variação	Graus de liberdade
Fatorial x Testemunha (14,56% PB x 17% PB)	1
Níveis de isoleucina	2
Níveis de valina	2
Interação isoleucina x valina	4
Resíduo	70
Total	79

2.4. Rações experimentais

As dietas experimentais foram formuladas com base nas recomendações de Rostagno et al. (2005) para poedeiras semi-pesadas com 1,8 kg de peso corporal, ingestão diária de 100g de ração e 50g de massa de ovos. Os níveis recomendados de lisina, valina e isoleucina digestíveis, respectivamente, foram: 0,75; 0,675 e 0,623%. A dieta testemunha foi formulada com 17,00% de proteína bruta e a dieta basal dos outros tratamentos foi formulada com 14,56% de proteína bruta e relações de valina e isoleucina 10% abaixo do recomendado, sendo 0,55% de isoleucina e 0,60% de valina digestíveis (Tabela 2). Os outros tratamentos foram compostos pela dieta basal acrescida de valina e isoleucina sintéticos para elaboração de

tratamentos com relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis 10% acima e abaixo dos níveis recomendados.

2.5. Análise dos aminoácidos no plasma

No final do período experimental (112 dias), foram coletadas amostras de sangue de duas aves por parcela, por punção da veia braquial, utilizando-se seringas heparinizadas. Após a coleta, as amostras de sangue (3 ml/ave) foram centrifugadas a 4000 rpm durante 10 minutos, onde posteriormente, a fração do plasma foi congelada a - 20° C para posterior análise da concentração dos aminoácidos (metionina, lisina, treonina, isoleucina e valina). As análises dos aminoácidos no plasma foram feitas utilizando o HPLC, de acordo com as metodologias descritas por Fekkes (1996).

2.6. Custo de produção

O custo das rações foi determinado considerando-se a composição das rações e o preço dos ingredientes obtidos em agosto de 2012. Para os custos de produção foi considerado apenas o custo com a ração, uma vez que todos os outros custos foram os mesmos para todos os tratamentos experimentais. O custo por ave foi obtido considerando-se o consumo de ração mensal e o custo por kg de ração. O custo da ração para produzir uma dúzia de ovos ou um quilograma de ovos, foi determinado levando-se em conta a quantidade de ração necessária para a produção de uma dúzia ou de um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração.

A cotação de preços utilizada foi obtida no mês de agosto de 2012 no estado de São Paulo, sendo os valores relacionados na Tabela 4, os quais foram fornecidos pelo setor de suprimentos da Agrocerec Multimix Nutrição Animal Ltda.

A discussão foi feita em função da redução da proteína da ração com diferentes níveis de isoleucina e valina digestíveis em relação à lisina digestível.

Tabela 2. Composição percentual das rações, custo dos ingredientes e valores calculados dos níveis nutricionais para os 10 tratamentos utilizados

Ingredientes	Custos (R\$/kg) ³	Tratamentos (14,56 % PB)											
		Controle (17% PB)	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
Milho grão	0,55	63,18	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86	69,86
Farelo de soja	1,35	25,44	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77	18,77
Calcário calcítico	0,15	8,36	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44	8,44
Fosfato bicálcico	1,97	1,52	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
Óleo de soja	2,86	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,37	0,42	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Inerte ¹	0,05	0,00	0,30	0,23	0,15	0,23	0,16	0,08	0,15	0,08	0,15	0,08	0,00
Supl.vitaminico e mineral ²	7,85	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DL-metionina (99%)	9,02	0,19	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-lisina HCl (79%)	5,15	0,00	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
L-isoleucina (98,5%)	56,42	0,00	0,01	0,01	0,01	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16	0,16	0,16
L-valina (98,5%)	37,44	0,00	0,00	0,07	0,15	0,00	0,07	0,15	0,07	0,15	0,00	0,07	0,15
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Custo/kg (R\$)	0,78	0,73	0,76	0,79	0,77	0,80	0,83	0,82	0,85	0,87	0,85	0,87	0,87
Composição calculada													
Proteína Bruta, (%)	17,00	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56	14,56
EM, (kcal/kg)	2800	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824	2824
Cálcio, (%)	3,65	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67	3,67
Sódio (%)	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Fósforo total (%)	0,59	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Fósforo disponível, (%)	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Lisina dig. (%)	0,78	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina dig. (%)	0,44	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Metionina + cit. dig. (%)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Treonina dig. (%)	0,57	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Triptofano dig. (%)	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Isoleucina dig. (%)	0,65	0,55	0,55	0,55	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Valina dig. (%)	0,70	0,60	0,67	0,75	0,60	0,67	0,75	0,60	0,67	0,75	0,60	0,67	0,75

¹Areia lavada. ²Suplemento Vitaminico e Mineral – Composição/kg de ração: Acido fólico, 0,5mg; Biotina, 0,05mg; Niacina, 35mg; Pantotenato de cálcio, 13mg; Vit. A, 11000 U.I; Vit. B₁, 1mg; Vit. B₂, 15mcg; Vit. B₃, 5mg; Vit. B₆, 1,5mg; Vit. D₃, 2000 U.I; Vit. E, 13mg; Vit. K, 2,5mg; Cobre, 6mg; Iodo, 1mg; Manganês, 65mg; Selênio, 0,2mg; Zinco, 45mg; Antioxidante, 4mg; 3 Preços cotados em 23 de agosto de 2012.

2.7. Ensaio de metabolismo

Ao final do período experimental (112 dias), as aves foram transferidas para o galpão de metabolismo com gaiolas providas de bandejas para a coleta de excretas durante cinco dias, mantendo-se os mesmos tratamentos experimentais, porém com oito repetições de duas aves cada, para adequação às medidas e quantidade de bandejas coletoras, totalizando 160 aves.

O método utilizado foi o de coleta total de excretas. Utilizou-se 1% de óxido férrico para identificar as excretas provenientes das rações em avaliação, no primeiro e no último dia da colheita. Assim, na primeira colheita as excretas não marcadas foram desprezadas e na última colheita do período experimental as excretas marcadas também foram desprezadas. A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Foram anotadas as quantidades de rações consumidas e de excretas produzidas, sendo que as excretas foram coletadas duas vezes ao dia e no final do experimento foram armazenadas em congelador a -10°C até o final do período de coleta, quando então foram descongeladas, devidamente homogeneizadas por repetição, pesadas e colocadas em estufa ventilada por 72 horas a 55°C , para ser efetuada a pré-secagem. Posteriormente foram expostas ao ar, para entrar em equilíbrio com a temperatura e umidade ambiente, em seguida foram pesadas, moídas e acondicionadas para as análises. As análises de nitrogênio foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal.

Realizou-se a quantificação do nitrogênio das excretas pelo método descrito por Silva (1990) para cálculo do balanço de nitrogênio (diferença entre o nitrogênio ingerido e o excretado) e da retenção de nitrogênio (relação entre o balanço de nitrogênio e o total de nitrogênio ingerido multiplicado por 100).

Os parâmetros avaliados foram: médias de ingestão (g/ave/dia), excreção (g/ave/dia), balanço de nitrogênio (g/ave/dia) e % retenção de N.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de nitrogênio ingerido e excretado (Tabela 3) comprovaram que as aves alimentadas com dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína bruta (17 % PB) ingeriram e eliminaram maior quantidade de nitrogênio nas excretas ($P < 0,05$) em relação às aves que receberam dietas formuladas com o conceito de proteína ideal, evidenciando que o excesso de proteína na dieta favorece o aumento do catabolismo da proteína, sendo esta menos aproveitada pelas aves, além de poder impactar no custo da ração e na poluição do ambiente. Esses valores concordam com os valores relatados por Keshavarz e Austic (2004) que estudando redução protéica em dietas de poedeiras com 36 semanas de idade, observaram maior ingestão de nitrogênio pelas aves controle (16,5% PB), não observando diferenças para retenção e excreção de nitrogênio.

Os resultados obtidos para balanço de nitrogênio e porcentagem de nitrogênio retido das excretas das aves não foram influenciados pelos tratamentos, assim como, as diferentes relações de isoleucina:lisina e valina:lisina digestíveis não influenciaram na ingestão, excreção, balanço e % de nitrogênio (Tabela 3). Esse resultados estão de acordo com os achados de Silva et al. (2010) que avaliando os efeitos de rações com diferentes níveis de PB (12, 14, 16 e 18%) e lisina (0,85 e 1,00%) na dieta, não verificaram efeitos significativos para o balanço e retenção de nitrogênio na excretas de poedeiras comerciais.

Avaliando a exigência de valina e isoleucina para poedeiras sobre o metabolismo de nitrogênio, Peganova e Eder (2002b) verificaram que para os níveis de isoleucina variando de 0,37 a 0,57 % da dieta de poedeiras, o nitrogênio ingerido foi menor apenas no tratamento que recebeu 0,37% de isoleucina e o nitrogênio retido total foi maior nos tratamentos com 0,43 a 0,57% de isoleucina.

Em estudo de exigência nutricional de valina para poedeiras, foram avaliados níveis variando de 0,51 a 0,76% da dieta sobre a ingestão, excreção e retenção corporal de nitrogênio e foi concluído que a excreção de nitrogênio foi menor apenas no tratamento com 0,51% de valina. No entanto não houve efeito dos tratamentos sobre o nitrogênio ingerido e retido e a máxima retenção de nitrogênio ocorreu quando o consumo diário de valina foi de 594 mg (PEGANOVA; EDER, 2002a).

Tabela 3. Médias de ingestão de nitrogênio (IN), excreção de nitrogênio (EN), balanço de nitrogênio (BN) e porcentagem de retenção de nitrogênio (RN) em excretas de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis

Tratamentos	IN (g/ave/dia)	EN (g/ave/dia)	BN (g/ave/dia)	RN(%)
Testemunha vs Fatorial				
Testemunha	2,03A	1,26A	0,76	37,86
Fatorial	1,84B	1,07B	0,72	40,12
Isoleucina (Iso)				
0,55	1,85	1,07	0,67	38,29
0,62	1,82	1,04	0,74	41,34
0,70	1,84	1,07	0,77	40,74
Valina (Val)				
0,60	1,88	1,05	0,75	41,01
0,67	1,82	1,08	0,73	39,97
0,75	1,81	1,06	0,68	39,39
Probabilidades				
Fatorial x Test.	0,01**	0,01**	0,42 ^{NS}	0,30 ^{NS}
Isoleucina	0,84 ^{NS}	0,74 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,19 ^{NS}
Valina	0,31 ^{NS}	0,23 ^{NS}	0,49 ^{NS}	0,63 ^{NS}
Isoleucina x Valina	0,98 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,33 ^{NS}
CV ¹ (%)	6,31	9,49	13,76	10,18

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹ coeficiente de variação, ** significativo (P<0,01), NS – não significativo (P>0,05).

No mesmo sentido, Silva et al. (2010) verificaram que a redução dos níveis de proteína bruta na dieta tiveram efeito positivo sobre as características de ingestão e excreção de nitrogênio pelas aves. Essas características estão diretamente relacionadas com a disponibilidade do nutriente na dieta, pois, quanto maior o nível de proteína bruta ingerida, maior a quantidade de nitrogênio excretado, pois a % de N é fixa ($\pm 15,5$ 18% nos alimentos). Diferentemente, Meluzzi et al. (2001), trabalhando com diferentes níveis de proteína bruta (13, 15 e 17%) na dieta de poedeiras, não constataram diferença na ingestão de nitrogênio. No entanto, encontraram diferenças para os resultados de excreção de nitrogênio, os quais aumentaram conforme o aumento do nível de PB na dieta.

Blair et al. (1999) avaliaram duas dietas (13,5 e 17%) de proteína bruta sobre o desempenho produtivo de poedeiras e concluíram que o mesmo pode ser mantido em dietas de baixa proteína desde que corretamente suplementadas com

aminoácidos essenciais. Ao mesmo tempo constataram redução na excreção de nitrogênio na ordem de 30 a 35%.

Segundo Pavan et al. (2005) o nível de proteína bruta das excretas aumentou conforme se elevou o nível de proteína bruta da dieta, de modo que os maiores valores foram obtidos para as dietas contendo 17% PB. Resultados semelhantes foram encontrados por Ohguchi, Yamamoto e Mizuno (1999), que, ao estudarem a redução da excreção de nitrogênio em galinhas poedeiras, recebendo dietas de baixo teor protéico e suplementadas com aminoácidos no período de produção (20 a 64 semanas), concluíram que a excreção de nitrogênio foi 25% menor para a dieta com 14% de PB em relação à dieta com 17% de PB. No presente trabalho, a redução da excreção de nitrogênio foi de 15,87% quando se compararam à dieta de 17% de PB. Também Scholtyssek, Feuerstein e Kutritz (1991) verificaram que a excreção de nitrogênio foi significativamente reduzida com a utilização das dietas com menores teores de proteína bruta.

Jacob et al. (2000) ao avaliarem dietas com diferentes teores protéicos (17 e 13,5% de PB) sobre a excreção de nitrogênio no ambiente, observaram que a redução do nível de PB da dieta causou diminuição da quantidade de nitrogênio eliminado nas excretas de galinhas poedeiras, sem efeitos adversos na produção de ovos e na conversão alimentar.

Mamoru (2001) ao analisar a redução da excreção de nutrientes em aves e suínos por meio de ajustes nas dietas, constatou que é possível diminuir a excreção de nitrogênio em aproximadamente 30, 10 e 20% em suínos, frangos de corte e poedeiras comerciais, respectivamente, a partir da suplementação de aminoácidos nas rações formuladas com baixo teor de proteína bruta, sem causar declínio na produção, ressaltando que são necessários mais estudos nesta área.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, foi verificada interação entre os tratamentos com as aves alimentadas com dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína bruta (17% PB) em relação às aves alimentadas com dietas formuladas seguindo o conceito de proteína ideal (14,56% PB), verificando que a redução protéica aumentou os níveis de isoleucina e valina no plasma das aves.

Tabela 4. Médias da concentração plasmática de metionina (Met), lisina (Lis), treonina (Tre), isoleucina (Iso) e valina (Val) no plasma de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de isoleucina/lisina e valina/lisina digestíveis

Tratamentos	Met ($\mu\text{mol}/100\text{ml}$)	Lis ($\mu\text{mol}/100\text{ml}$)	Tre ($\mu\text{mol}/100\text{ml}$)	Iso ($\mu\text{mol}/100\text{ml}$)	Val ($\mu\text{mol}/100\text{ml}$)
Testemunha vs Fatorial					
Testemunha	15,35	24,75	32,30	11,55B	26,50B
Fatorial	16,13	24,31	33,26	14,03A	27,80A
Isoleucina (Iso)					
0,55	16,22	24,50	33,42	13,03C	27,38B
0,62	16,50	24,32	33,28	14,16B	28,45A
0,70	15,68	24,12	33,07	14,90A	27,57AB
Valina (Val)					
0,60	16,35AB	24,23	33,50	13,98	26,26C
0,67	15,42B	24,23	33,37	14,13	28,03B
0,75	16,63A	24,47	32,90	12,98	29,10A
Probabilidades					
Fatorial x Test.	0,08 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,27 ^{NS}	0,01 ^{**}	0,01 [*]
Isoleucina	0,06 ^{NS}	0,35 ^{NS}	0,86 ^{NS}	0,01 ^{**}	0,01 [*]
Valina	0,01 ^{**}	0,58 ^{NS}	0,62 ^{NS}	0,76 ^{NS}	0,01 ^{**}
Iso x Val	0,38 ^{NS}	0,07 ^{NS}	0,57 ^{NS}	0,39 ^{NS}	0,15 ^{NS}
CV ¹ (%)	3,31	1,78	3,29	2,92	1,86

Na mesma coluna, médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). ¹coeficiente de variação, * significativo (P<0,05), ** significativo (P<0,01), NS – não significativo (P>0,05).

Isoladamente, os níveis de valina das dietas influenciaram significativamente (P<0,05) os níveis de metionina plasmáticos, sendo que o nível de 0,75% de valina proporcionou maior valor desse aminoácido no plasma das aves. A concentração da isoleucina plasmática se elevou com aumento dos níveis de isoleucina dietéticos. No mesmo sentido, podemos afirmar que os níveis de valina plasmáticos aumentaram com a elevação dos níveis de valina na dieta.

Os resultados obtidos no presente estudo discordam dos achados de Peganova e Eder (2003) que avaliando a interação entre isoleucina (0,57; 0,80 e 1,15%), valina (0,63 e 1,01%), leucina (0,72 e 1,15%) e triptofano (0,15 e 0,24%) na dieta de poedeiras, concluíram que ao aumentar os níveis de isoleucina na dieta, a concentração de isoleucina no plasma se elevou apenas nas dietas com 0,63% de valina e 0,72% de leucina. A alta concentração de valina e leucina na dieta e suplementação excessiva de isoleucina não aumentaram os níveis de isoleucina no plasma provavelmente devido ao aumento da oxidação dos três aminoácidos de cadeia ramificada, resultado do aumento da ingestão de leucina.

Os níveis de valina suplementados na dieta das poedeiras não influenciaram os níveis plasmáticos dos outros aminoácidos avaliados, porém as concentrações plasmáticas de valina aumentaram significativamente ($P < 0,05$) ao elevar o aminoácido na dieta (Tabela 3). Peganova e Eder (2003) verificaram que o aumento de valina + leucina na dieta de poedeiras resultou no aumento da concentração de valina e redução de isoleucina plasmática, evidenciando existir antagonismo entre os aminoácidos ramificados.

No mesmo sentido, Imanari, Kadowaki e Fujimura (2008) e Corzo et al. (2009) em experimentos com frangos de corte, verificaram que as aves alimentadas com diferentes níveis de isoleucina e valina não apresentaram esse antagonismo evidenciado no presente estudo, pois ao elevar os níveis de valina e isoleucina, a concentração plasmática se elevou, da mesma forma, para ambos aminoácidos.

Observa-se na Tabela 5 que as dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína ideal (14,56% PB) apresentaram custos das rações economicamente viáveis em relação ao tratamento com as aves alimentadas com dietas formuladas utilizando-se o conceito de proteína bruta (17% PB), concordando com Varela (2009) que constatou redução no custo das rações, com a incorporação de aminoácidos industriais, facilmente encontrados no mercado, em substituição às fontes protéicas tradicionais.

Tabela 5. Parâmetros de custo de rações formuladas com três níveis de inclusão de isoleucina e três níveis de inclusão de valina digestível

Variáveis	Isoleucina (%)	Valina (%)			Testemunha
		0,60	0,67	0,75	
Custo de ração (R\$/kg)	0,55	0,73	0,76	0,79	0,78
	0,62	0,77	0,80	0,83	
	0,70	0,82	0,85	0,87	
Custo/kg de ovo (R\$/kg)	0,55	1,40	1,41	1,50	1,48
	0,62	1,47	1,55	1,58	
	0,70	1,52	1,54	1,63	
Custo/dz de ovos (R\$/dz)	0,55	1,10	1,11	1,14	1,20
	0,62	1,15	1,18	1,22	
	0,70	1,16	1,20	1,25	
Custo/ovo (R\$/unidade)	0,55	0,09	0,09	0,09	0,10
	0,62	0,10	0,10	0,10	
	0,70	0,10	0,10	0,10	

A partir do nível de 0,75% de valina e 0,67% de isoleucina, o custo da ração apresentou elevação em relação ao controle. Em relação ao custo por kg de ovos, a partir dos níveis de 0,62 % de isoleucina e 0,75% de valina, observou-se aumento na ordem de 4,72% e 6,75%, respectivamente. Em relação ao custo por dúzia de ovos, a partir dos níveis de 0,62 % de isoleucina e 0,75% de valina, observou-se aumento na ordem de 1,66%, menor valor por causa da maior porcentagem de postura. Em relação ao custo/ ovo, não se observou diferença no custo por ovo produzido com a redução protéica da dieta.

Ainda analisando a Tabela 5, observa-se que estes valores serão melhores em um futuro próximo com a utilização maciça desses aminoácidos nas dietas das aves.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a ingestão e excreção de nitrogênio pelas aves é maior quando a dieta é formulada utilizando-se o conceito de proteína bruta. Com relação aos aminoácidos plasmáticos, não ocorre antagonismo entre os aminoácidos de cadeia ramificada, isoleucina e valina, com redução dos custos de produção das aves.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; ARTONI, S. M. B.; FARIA FILHO, D. E. Diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, Viçosa, v.4, n.3, p.195-202, 2002.

BLAIR, R.; JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; WANG, P. A. Quantitative assessment of reduced protein diets and supplements to improve nitrogen utilization. **The Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, p.25-47, 1999.

CORZO, A.; LOAR, R. E.; KIDD, M. T. Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. **Poultry Science**, Champaign, v.88, p.1934-1938, 2009.

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

FEKKES, D. State-of-the-art high-performance liquid chromatographic analysis of amino acids in physiological samples. **Journal Chromatographic Biological Biomededical Applied**, v. 682, p.3–22, 1996.

IMANARI, M.; KADOWAKI, K.; FUJIMURA, S. Regulation of taste-active components of meat by dietary branched-chain amino acids; effects of branched-chain amino acids antagonism. **British Poultry Science**, London, v.49, p.299-307, 2008.

JACOB, J. P.; IBRAHIM, S.; BLAIR, R.; NAMKUNG, H.; PAIK, I. K. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of white leghorn hens. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.13, n.12, p.1743-1749, 2000.

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**, Champaign, v.83, p.75-83, 2004.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4th ed, Guelph: University Books, 2001. 591p.

MAMORU, S. The trend of studies on reducing nutrient excretion in poultry and pigs by nutritional approaches. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.72, n.8, p.177-199, 2001.

MELUZZI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N.; FRANCHINI, A. Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. **British Poultry Science**, London, v.42, p. 213-217, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of poultry**. 9.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1994. 155p.

OHGUCHI, H.; YAMAMOTO, R.; MIZUNO, K. Reducing nitrogen excretion of hens by feeding low protein, amino acid supplemented diets. **Research Bulletin of the Aichi ken Agricultural Research Center**, n.31, p.297-303, 1999.

PAVAN, A. C.; MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; SCHERER, 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**, Viçosa, v.34, n.2, p.568-574, 2005.

PATTERSON, P. H.; LORENZ, E. S. Manure nutrient production from commercial white leghorn hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.5, p.260-268, 1996.

PEGANOVA S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of valine in laying hens. **Archiv fur Geflugelkunde**, Stuttgart, v. 66, n. 6, p. 241–250, 2002a.

PEGANOVA S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 1714-1721, 2002b.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.100-105, 2003.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; LOPES, D. J.; ALBINO, J. F. T.; SILVA, M. A.; SOARES, R. T. R. N.; PEREIRA, C. A. Exigências de metionina mais cistina e lisina para codornas japonesas na fase de crescimento e de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.5, p.1174-1181, 2003.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Tabelas brasileiras para aves e suínos. 2. ed., Viçosa: Editora UFV, 2005. p.106-107.

SCHOLTYSSEK, S.; FEUERSTEIN, D.; KUTRITZ, B. Experiments to optimize protein conversion and nitrogen excretion in feeding laying hens. **Archiv fur Geflugelkunde**, Stuttgart, v.55, n.3, p.134-141, 1991.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: UFV, 1990. 166p.

SILVA, M. F. R.; FARIA, D. M.; 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 bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.6, p.1280-1285, 2010.

SMITH, T. K.; AUSTIC, R. E. The branched-chain amino acid antagonism in chicks. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.108, p.1180-1191, 1978.

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

WAIBEL, P. E.; CARLSON, C. W.; BRANNON, J. A.; NOLL, S. L. Limiting amino acids after methionine and lysine with growing turkeys fed low-protein diets. **Poultry Science**, Champaign, v.79, p.1290-1298, 2000.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

✓ A relação valina/lisina digestíveis recomendada nas condições deste estudo para poedeiras comerciais é 90%.

✓ A relação isoleucina/lisina digestíveis recomendada nas condições deste estudo para poedeiras comerciais é 93%.

✓ Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a redução protéica reduziu em torno de 15,87 % a excreção de nitrogênio no meio ambiente.

✓ Nos dias de hoje com o preço do farelo de soja e milho, sem perspectivas de melhoras, deve-se formular com base em proteína ideal para redução dos custos de produção.

✓ Ainda que existam certas discrepâncias, resultados promissores têm sido demonstrados. A perspectiva de redução dos níveis protéicos das formulações, têm impulsionado novos estudos na área, abrangendo além dos aminoácidos essenciais, os aminoácidos não essenciais. Respostas positivas à utilização destes aminoácidos propiciarão, em médio prazo, sua produção sintética em escala industrial com conseqüente queda dos custos e maximização na utilização das novas formulações.

✓ A tendência é que os nutricionistas passem a utilizar relações fixas entre os aminoácidos e lisina nas fórmulas, conforme a fase de desenvolvimento das aves, alterando somente o nível de lisina das dietas em função das respostas esperadas sob as mais diversas condições ambientais.

✓ Novos estudos avaliando as interações de valina e isoleucina devem ser conduzidos.