

RODRIGO LOPES DE ALMEIDA

**RELAÇÕES VALINA:LISINA EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES DE 24 A
58 SEMANAS DE IDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,
para obtenção do título de *Doctor Scientiae*

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013**

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

T

A447r
2013

Almeida, Rodrigo Lopes de, 1987-

Relações valina : lisina em rações para poedeiras leves de
24 a 58 semanas de idade / Rodrigo Lopes de Almeida.

– Viçosa, MG, 2013.

viii, 65 f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Paulo Cezar Gomes.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Nutrição animal. 2. Ovos - Produção. 3. Aminoácidos na
nutrição animal. 4. Ave doméstica - Alimentação e rações.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.50852

RODRIGO LOPES DE ALMEIDA

**RELAÇÕES VALINA:LISINA EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES DE 24
A 58 SEMANAS DE IDADE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*

APROVADA: 30 de julho de 2013.

Sérgio Luiz de Toledo Barreto

Juarez Lopes Donzele

Gladstone Brumano

Marcelo Dias da Silva

Paulo Cezar Gomes
(Orientador)

A família e aos amigos, pelo carinho, suporte e conselhos.

A todos que de alguma forma fizeram parte desta história.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar o Doutorado em Zootecnia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Paulo Cezar Gomes pela orientação, dedicação, amizade e valiosos ensinamentos.

Aos professores Juarez Lopes Donzele e Sérgio Luiz de Toledo Barreto, pelo auxílio e sugestões durante a realização deste trabalho.

Aos Doutores Gladstone Brumano e Marcelo Dias da Silva pelas contribuições a essa tese.

Aos amigos e colegas de curso Leo, Tatiane, Silvana, Eliane, Cinthia, Fatinha, Heloísa, Macaé, Renata, Tamara, Cleidida, Cleverson, Balbino, Ana Cristina, Lívia, Alícia, Warley, Rodrigo e Alan pela colaboração e amizade.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Adriano, Elízio, Joselino e ao responsável pela fábrica de ração Mauro, pela atenção e ajuda atribuída.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, pela ajuda na realização das análises laboratoriais.

Aos demais professores, amigos e funcionários que contribuíram de alguma forma para realização desse trabalho.

BIOGRAFIA

RODRIGO LOPES DE ALMEIDA, filho de Geraldo Ferreira Lopes e Valquíria Suely de Almeida Lopes, nasceu em Belo Horizonte – MG, em 30 de Janeiro de 1987.

Em Fevereiro de 2005, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa - UFV, graduando-se em Julho de 2009.

Em Agosto de 2009 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Produção e Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 17 de fevereiro de 2011.

Em março de 2011, ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia, na área de Produção e Nutrição de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 30 de Julho de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Nutrição proteica para aves	3
2.2 Utilização do conceito de proteína ideal na formulação de rações para aves	5
2.3 Absorção e Sistemas de Transporte de Aminoácidos Neutros;	7
2.4 Antagonismo entre Aminoácidos de Cadeia Ramificada	8
2.5 Redução da Proteína Bruta para Poedeiras	12
2.6 Proteína Ideal e o benefício ao Meio-Ambiente	13
2.7 Perfil ideal de aminoácidos para poedeiras	15
2.8 Exigência de Valina para Poedeiras	15
2.9 Análise estatística	18
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
CAPÍTULO 1	25
RESUMO	26
ABSTRACT	27
INTRODUÇÃO	28
MATERIAL E MÉTODOS	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41
CAPÍTULO 2	43
RESUMO	44
ABSTRACT	45
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE	59

RESUMO

ALMEIDA, Rodrigo Lopes de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2013.
Relações valina:lisina em rações para poedeiras leves de 24 a 58 semanas de idade.
Orientador: Paulo Cezar Gomes.

Foram realizados dois experimentos com o objetivo de determinar as relações ideais dos aminoácidos valina:lisina digestíveis em rações para poedeiras leves de 24 a 40 (Experimento I) e de 42 a 58 (Experimento II) semanas de idade. Em cada experimento foram utilizadas 288 poedeiras Hy-Line W-36, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos, oito repetições e seis aves por unidade experimental. Ao completarem 24 e 42 semanas de idade as aves foram submetidas aos tratamentos experimentais que consistiram de rações isonutritivas, exceto para os níveis de valina digestível. Os níveis de valina digestível nas dietas experimentais foram 0,615; 0,653; 0,691; 0,729; 0,767 e 0,805% e 0,639; 0,678; 0,717; 0,757; 0,796 e 0,835%, para os experimentos I e II respectivamente, proporcionando relações valina:lisina digestível de 81; 86; 91; 96; 101 e 106%. Foram utilizados níveis subótimos de lisina digestível nas rações de 0,759 e 0,788% para poedeiras leves de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade, respectivamente. Em ambos os experimentos os seguintes parâmetros foram avaliados: consumo alimentar (ração, valina digestível e lisina digestível), porcentagem de postura, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar (dúzia e massa de ovos), eficiência de utilização de lisina digestível, componentes dos ovos, ganho de peso, ovos não comercializáveis e balanço de nitrogênio. No experimento I houve efeito linear dos níveis de valina digestível sobre o ganho de peso das aves. Foi observado efeito quadrático sobre o consumo de ração, o consumo de valina, o consumo de lisina, a produção de ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar por massa de ovos. Para os parâmetros massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos o modelo LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo obtida menor soma de quadrado dos desvios. Recomenda-se a relação valina:lisina digestível de 93,06% para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. No experimento II foi observado efeito linear sobre o consumo de valina digestível. Houve efeito quadrático sobre a porcentagem de postura e sobre a massa de ovos. O modelo LRP apresentou ajuste para o ganho de peso. Recomenda-se a relação valina:lisina digestível de 92,47% para poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade. As relações

ideais de valina:lisina digestível recomendadas nas dietas para poedeiras leves de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade são de 93,06% e 92,47%, respectivamente.

ABSTRACT

ALMEIDA, Rodrigo Lopes de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2013.
Valine:lysine rations in diets for white leghorn hens from 24 to 58 weeks of age.
Adviser: Paulo Cezar Gomes.

Two experiments were carried to determine the ideal ratio of digestible valine:digestible lysine in diets for light laying hens from 24 to 40 and 42 to 58 weeks of age. A total of 288 laying hens Hy-Line W-36 were used in each experiment. The hens were distributed in a completely randomized experimental design with 6 treatments, 8 replicates and 6 hens per experimental unit. When they completed 24 (experiment I) and 42 (experiment II) weeks of age the birds received the experimental treatments that consisted of diets isonutrient, except for levels of digestible valine. The levels of digestible valine used in diets were 0,615; 0,653; 0,691; 0,729; 0,767 and 0,805% and 0,639; 0,678; 0,717; 0,757; 0,796 and 0,835%, for the experiments I and II, providing ratios of digestible valine:digestible lysine of 81; 86; 91; 96; 101 and 106%. Was used a suboptimal level of digestible lysine in the diets of 0.759 and 0.788%. In both experiments the following parameters were evaluated: food intake (feed, digestible tryptophan and digestible lysine), egg production, average egg weight, egg mass, feed conversion (dozen eggs and egg mass), efficiency of digestible lysine utilization, egg components, weight gain, eggs unmarketable and nitrogen balance. In the experiment I there was a linear effect on weight gain. Was observed a quadratic effect on feed intake, digestible valine intake, digestible lysine intake, egg production, egg mass, feed conversion per egg mass. For egg mass and feed conversion per egg mass there was best fitted of the data to the LRP model. For the LRP model was obtained smallest sum of squared deviations. The ideal valine:digestible lysine ratio is 93,06%. In the experiment II was observed linear effect on digestible valine intake. There was quadratic effect on egg production and egg mass. For weight gain there was best fitted of the data to the LRP model. The ideal valine:digestible lysine ratio is 92,47%. The ideal ratio of digestible valine:digestible lysine recommended in diets for light laying hens from 24 to 40 and 42 to 58 week of age are 93,06% and 92,47%, respectively.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A avicultura de postura vem apresentando desenvolvimento acentuado nos últimos anos, aumentando consideravelmente o volume de produção, tendo hoje grande participação no consumo de alimentos pela população brasileira (cerca de 163 ovos per capita em 2011), sendo o sudeste a maior região produtora, representando aproximadamente 55% da produção do país (UBABEF, 2012). Este aumento na produção pode ser atribuído aos avanços tecnológicos aplicados ao setor, bem como nas áreas de melhoramento genético, sanidade e nutrição.

Dentre todas as áreas envolvidas na criação de galinhas poedeiras, a que possui maior impacto na rentabilidade é a nutrição, uma vez que esta representa aproximadamente 70% do custo total da produção. Desta maneira, é constante a preocupação em reduzir os gastos com a alimentação, para isso têm-se buscado conhecer as matérias primas utilizadas quanto à composição nutricional e energética, usar programas de alimentação específicos e adotar o uso de formulações de rações com base no conceito de aminoácidos digestíveis e de proteína ideal.

A proteína ideal é definida como o balanço exato de aminoácidos que é capaz de prover sem excesso ou deficiência, os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição proteica. O conceito de proteína ideal 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.

A utilização do conceito de proteína ideal visa à formulação de rações que forneçam a quantidade exata de aminoácidos exigida pelas aves, sem que haja excesso ou deficiência, o que acarreta em redução do custo de produção. Com a utilização desse conceito é possível reduzir o teor de proteína bruta das rações e suplementá-las com aminoácidos industriais, para atender as relações aminoacídicas em relação à lisina. Segundo Leeson & Summers (1997), a redução dos níveis proteicos da ração diminui o incremento calórico, associado ao catabolismo do excesso de aminoácidos ingeridos, e melhora a eficiência de utilização dos nutrientes, otimizando a produção de ovos. Entretanto, a redução

dos níveis de proteína da ração, sem a adequada suplementação dos aminoácidos essenciais resulta na diminuição do consumo de ração e da produção de ovos, além de alterar o comportamento social das aves, resultando em canibalismo (Peganova & Eder, 2003). Desta forma, deve-se conhecer com exatidão a exigência dos aminoácidos a serem suplementados.

Contudo, apesar de grandes progressos na nutrição é comum observar diferentes relações aminoácidos essenciais: lisina para a mesma categoria animal e fase de criação, em função de diversos fatores que afetam a determinação das exigências como genética e status fisiológico ou mesmo as análises estatísticas e variáveis respostas utilizadas.

Entre os aminoácidos essenciais para as poedeiras, encontra-se a valina. Devido à sua baixa concentração nos grãos utilizados na formulação de dietas, a valina se torna o quarto aminoácido limitante em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. Essa limitação se torna ainda maior em animais de idade avançada, uma vez que a dieta destes animais apresenta maior participação de grãos e reduzido teor de proteína bruta.

Quando é feita uma revisão a respeito de trabalhos realizados sobre exigência de valina ou relação deste aminoácido com a lisina para galinhas poedeiras, percebe-se que o número de pesquisas é inferior quando comparados a trabalhos sobre exigência de lisina. Além disso, Bregendahl et al. (2008), relataram que os resultados encontrados na literatura não são consistentes.

Diante deste contexto, em função da escassez de trabalhos, objetivou-se estudar a relação entre valina:lisina digestíveis em dietas para poedeiras comerciais, de maneira a maximizar o desempenho dos animais e a redução da poluição ambiental e dos custos de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Nutrição proteica para aves

Proteínas são macromoléculas que desempenham uma surpreendente variedade de funções essenciais dinâmicas e estruturais nos animais. As funções dinâmicas incluem catálise de transformações químicas, transporte, controle metabólico e contração. Em suas funções estruturais, proteínas compõem a matriz óssea, tecido conjuntivo, tecido muscular entre outras. Todos os diferentes tipos de proteína são polímeros de apenas 20 aminoácidos unidos através de ligações peptídicas (Nelson & Cox, 2011).

Dos nutrientes presentes na dieta, a proteína é um dos que merece maior atenção, pois é o nutriente mais caro e é fundamental para um bom desempenho dos animais. A sua eficiência de utilização é dependente da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos.

Diferentemente do que ocorre para carboidratos e lipídios, as proteínas não possuem um mecanismo de reserva de aminoácidos, portanto, todo excesso fornecido na dieta deverá ser catabolizado. Segundo Dionízio et al. (2005), o metabolismo do excesso de aminoácidos circulantes pode conduzir a maior gasto de energia para excretar esses aminoácidos, além de prover incremento calórico desnecessário, comprometendo o desempenho dos animais.

Durante muitos anos o suprimento das necessidades proteicas de frangos de corte e galinhas poedeiras era realizado através das formulações de ração com base na proteína bruta (PB). A terminologia PB refere-se ao seu procedimento de análise determinada nos laboratórios partindo da premissa de que toda proteína possui nitrogênio e este se faz presente em 16% da proteína (Kjeldahl, 1983). Portanto, o conceito de proteína bruta reúne um grupo de compostos com uma característica em comum, a presença de nitrogênio, porém com funções fisiológicas diferentes.

Schutte (1999), afirmou que as dietas ajustadas para o máximo de desempenho com base na proteína bruta contém excesso de aminoácidos que poderiam prejudicar o desempenho das aves devido ao desequilíbrio

aminoacídico. Além disso, todo o nitrogênio excretado pode resultar em problemas ambientais, em virtude da poluição causada pelos seus altos níveis eliminados. Desta forma, tornou-se necessário o conhecimento da quantidade de aminoácidos presentes na proteína, o que passou a ser viável a partir da utilização de métodos de análise do conteúdo aminoacídico das diferentes matérias primas empregada na nutrição animal.

Após alguns anos os nutricionistas passaram a formular rações com base em aminoácidos totais. Porém, o emprego deste novo conceito também possui suas limitações, pois a utilização destes aminoácidos pelas aves irá depender da sequência e das ligações químicas com outros aminoácidos presentes na molécula de proteína. Essa diferença na utilização dos aminoácidos pelos animais é medida através dos coeficientes de digestibilidade que quantificam a absorção a nível intestinal de determinado nutriente. A variação dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos depende, principalmente, da fonte proteica empregada e do grau de processamento do ingrediente (Brito, 2007).

Devido à variação existente no desempenho das aves alimentadas com rações formuladas com aminoácido total, a utilização do conceito de aminoácidos digestíveis torna-se uma prática necessária para a obtenção de um adequado suprimento aminoacídico, proporcionando às aves melhor desempenho. Formular dietas utilizando o conceito de aminoácidos totais é o mesmo que formular dietas utilizando energia bruta, é importante conhecer como se dá a utilização desse nutriente e atributo no organismo animal.

Com o surgimento dos aminoácidos industriais no mercado, em escala comercial e a preços compatíveis com os produtos comumente usados na alimentação animal, tem sido possível, atualmente, a formulação de dietas mais próximas da exigência do animal, resultando em melhor aproveitamento da dieta, redução dos custos de produção e menor produção de resíduos potencialmente poluidores do meio ambiente. Utilizando-se aminoácidos industriais pode-se estabelecer a relação ideal entre os aminoácidos resultando na formação do conceito de proteína ideal.

2.2 Utilização do conceito de proteína ideal na formulação de rações para aves

A proteína ideal é definida como o balanço exato de aminoácidos que é capaz de prover sem excesso ou deficiência, os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição proteica. O conceito de proteína ideal foi, primeiramente, definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou de proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento.

De acordo com Parsons & Baker (1994) proteína ideal é uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição proteica com máxima eficiência. Segundo Penz Jr. (1996), para ser ideal a proteína ou a combinação, não devem possuir aminoácidos em excesso. Assim, os aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima deposição proteica. A partir deste conceito foi possível estudar a síntese de proteína dos diferentes tecidos e também avaliar a mudança de proporção dos aminoácidos, de acordo com o crescimento animal. Segundo Parsons & Baker (1994) esta mistura de aminoácidos deve conter proporções exatas dos 20 aminoácidos para favorecer a deposição proteica com máxima eficiência.

O uso do conceito de proteína ideal consiste em selecionar um aminoácido como referência e basear as exigências dos demais como uma proporção deste. Segundo Pack (1996) a lisina é utilizada como aminoácido de referência, embora seja o segundo limitante em dietas para aves formuladas a base de milho e farelo de soja. A lisina é utilizada como aminoácido de referência por possuir as seguintes características:

- Assim como a treonina, é um aminoácido estritamente essencial, não havendo nenhuma via de síntese endógena;

- Possui metabolismo orientado principalmente para deposição de proteína corporal;
- A sua análise laboratorial para a determinação dos seus níveis nos ingredientes, rações e tecidos é precisa;
- O conhecimento da sua exigência para todas as fases de produção animal encontra-se disponível;
- A sua suplementação é economicamente viável nas dietas de aves e suínos;
- Encontra-se disponível economicamente em forma cristalina para ser utilizada nas rações dos animais.

O maior benefício da aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de rações é a simplificação do processo, visto que estabelecida a exigência de lisina, as exigências para os demais aminoácidos são facilmente calculadas (CHUNG & BAKER, 1992). Esta forma indireta de estabelecer as exigências dos aminoácidos é de grande importância, principalmente pela falta de informações precisas sobre as exigências de muitos aminoácidos.

O conceito de proteína ideal permite também a fácil adaptação a diferentes condições, sendo uma ferramenta que possibilita a redução do custo da ração a partir da flexibilidade do nível protéico mínimo e da melhor utilização de ingredientes alternativos. O melhor conhecimento dos requerimentos nutricionais dos aminoácidos individuais permite uma nutrição mais precisa, oferecendo a possibilidade de substituir parcialmente o requerimento do nível mínimo protéico por níveis mínimos de aminoácidos, gerando redução dos custos e da emissão de poluentes no ambiente.

Diversos resultados de pesquisas e avaliações práticas comprovaram que o excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o desempenho animal, ou seja, não são utilizados eficientemente. 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).

O uso da proteína ideal permite ainda compensar os fatores que podem influenciar as exigências em aminoácidos, entre eles o nível energético e

protéico da dieta e ainda o potencial genético do animal para o ganho de tecido magro (PARSONS & BAKER, 1994). Em rações com alta densidade energética as exigências de lisina são relativamente aumentadas, refletindo também em aumento na exigência dos demais aminoácidos. Assim sendo, estabelecida uma adequada relação aminoácidos:lisina, as rações podem ser formuladas para atender determinados requerimentos de lisina e conseqüentemente dos demais aminoácidos (SAKOMURA & SILVA, 1997). O uso do conceito de proteína ideal permite aos nutricionistas formularem rações melhor balanceadas em termos de aminoácidos, contribuindo para uma diminuição do excesso desses nutrientes na dieta e no gasto energético necessário para metabolizar esse excesso. Entre os aminoácidos presentes no perfil de proteína ideal para aves, a valina e a isoleucina apresentam destaque, principalmente em dietas formuladas exclusivamente com alimentos de origem vegetal e com baixo nível protéico.

2.3 Absorção e sistemas de transporte de aminoácidos neutros;

Os aminoácidos alanina, fenilalanina, isoleucina, leucina, metionina, prolina, triptofano e valina compõem o grupo de aminoácidos hidrofóbicos neutros. Este grupo de aminoácidos é transportado pela borda em escova e membrana basolateral através de transportadores em comum, sendo, portanto, passíveis de competição por sítios de ligação no transportador (BROER, 2008).

Em geral os sistemas de transporte podem ser classificados de acordo com a afinidade dos mesmos pelos carreadores, que são divididos em sistemas Na⁺-dependente (ativo) ou Na⁺-independente (facilitado). O sistema B, denominado sistema borda em escova neutra, é um sistema Na⁺-dependente, que transporta a grande maioria dos aminoácidos neutros através da membrana borda em escova. Este transportador possui afinidade por alguns aminoácidos na seguinte ordem: Met = Leu = Ile = Val > Gln = Asn = Phe = Cys = Ala > Ser = Gly = Tyr = Thr = His = Pro > Trp > Lys (BROER, 2008).

O sistema L, também presente na borda em escova, é um sistema Na⁺-independente, específico principalmente para os aminoácidos neutros hidrofóbicos, como leucina, isoleucina, valina, fenilalanina e metionina. Como o

próprio nome já sugere, ele tem uma alta especificidade pelo aminoácido leucina em relação aos demais. Os sistemas Na⁺-independente na membrana basolateral se assemelham aos da borda em escova, com a presença do sistema L e do sistema asc, outro tipo de transportador de aminoácidos neutros (BARKER & ELLORY, 1990).

Segundo Matthews (2000), a velocidade de absorção de aminoácidos neutros é maior que aminoácidos básicos, que por sua vez é maior que os aminoácidos aniônicos, enquanto que ao compararmos a velocidade de absorção de peptídeos em relação aos aminoácidos livres, verifica-se maior velocidade de absorção para os peptídeos. A maior taxa de absorção pode estar relacionada ao maior aporte de peptídeos no intestino quando comparado ao aporte de aminoácidos livres e ao fato de se reduzir a competição do substrato pelo transportador na membrana celular.

Alguns sistemas de transporte foram identificados na membrana borda em escova de frangos de corte, dentre eles, o sistema B, y⁺ e L. (Torras-Llort et al., 1996; Soriano – Garcia et al., 1998). Foi observado que o transportador denominado y⁺, responsável pelo transporte de aminoácidos catiônicos nas demais espécies, foi capaz de transportar metionina, o que sugere a possibilidade deste em transportar outros aminoácidos neutros em frangos de corte.

2.4 Antagonismo entre aminoácidos de cadeia ramificada

Os aminoácidos de cadeia ramificada (ACR) leucina, isoleucina e valina, diferem da maioria dos outros aminoácidos indispensáveis da dieta. Eles são semelhantes em estrutura e compartilham enzimas comuns para sua transaminação e descarboxilação oxidativa (HARPER et al., 1984). Grande parte das pesquisas com ACR estão relacionadas com o seu metabolismo e os efeitos da ingestão excessiva, especialmente da leucina.

Uma considerável interação tem sido relatada em seres humanos e animais em resposta à ingestão desproporcional dos ACR, pois a adição de quantidades excessivas de leucina, a uma dieta com baixo teor de proteína, tem deprimido o crescimento, a ingestão de alimentos, bem como uma redução

da associação de isoleucina e valina no organismo (HARPER et al., 1970; HARPER et al., 1984), sendo que efeitos adversos foram melhorados pela suplementação alimentar de pequenas quantidades de isoleucina e valina. Recentemente, foi mostrado que suínos podem reduzir o consumo de ração espontaneamente quando alimentados com uma dieta deficiente em valina, resultando numa redução subsequente do crescimento (GLOAGUEN et al., 2011). Este efeito é agravado pelo excesso da oferta de leucina, isso porque esse aminoácido pode estimular o catabolismo de valina (BLOCK & HARPER, 1984; HARPER et al., 1984; WILTAFSKY et al., 2010). O consumo voluntário dos suínos determina o fornecimento de nutrientes para o animal, e a compreensão da regulação da ingestão de alimentos é essencial na alimentação dos animais. No entanto, os mecanismos de regulação do apetite envolvidos na detecção do desequilíbrio entre ACR são desconhecidos em suínos (GLOAGUEM et al., 2013) .

A alta ingestão de leucina, por seres humanos ou animais, aumentou a atividade do complexo enzimático desidrogenase de cetoácido de cadeia ramificada (DCCR) em vários tecidos (PELLETIER et al., 1991), diminuindo assim as concentrações de valina e isoleucina no sangue e tecidos. Os ACR compartilham o mesmo complexo enzimático, o DCCR, nas suas vias de degradação, tal fato tem sido proposto como a razão para as concentrações alteradas dos ACR quando é fornecida uma quantidade elevada de leucina (HARPER et al., 1984.; BLOCK, 1989). Em um estudo conduzido por Harper et al. (1984) o excesso de leucina aumentou a oxidação de isoleucina e valina, limitando assim a disponibilidade desses aminoácidos para a síntese de proteína. D'Mello e Lewis (1970) concluíram que a interação leucina-valina é, relativamente, mais potente que a relação leucina-isoleucina. Essa conclusão baseou-se em dados de crescimento e de plasma sanguíneo de frangos de corte. A adição de leucina em excesso à dietas, igualmente limitantes em isoleucina e valina, causou uma depressão na taxa de crescimento de frangos jovens. A suplementação com valina reverteu esse efeito, porém a suplementação com isoleucina não proporcionou o mesmo efeito. Esses resultados mostram que os níveis de valina, quando a dieta apresenta elevados

níveis de leucina ou desbalanço entre os ACR, devem ser mais elevados que o recomendado como exigência.

O excesso de ACR pode ainda induzir a depleção de outros aminoácidos no cérebro, particularmente aqueles que são os precursores dos neurotransmissores. D'mello (2003) demonstrou que os excessos dos três ACR reduziram as concentrações cerebrais de dopamina, noradrenalina, e 5-hidroxi-triptamina e que os níveis desses neurotransmissores foram restaurados com a suplementação dietética com seus precursores, fenilalanina e triptofano. Estas alterações nas concentrações de aminoácidos no cérebro parecem regular a ingestão de alimentos (HARPER & PETERS, 1983, TACKMAN et al., 1990).

Algumas pesquisas têm sido desenvolvidas de modo a avaliar a intensidade do antagonismo existente entre os aminoácidos de cadeia ramificada. Gloaguen et al. (2011), com objetivo de avaliar o desempenho de leitões ao suplementá-los com valina combinada com isoleucina e leucina, até a sexta semana de idade, demonstraram que o desempenho foi significativamente inferior quando utilizado a relação valina:lisina digestível de 60% em relação à 70%. Com o aumento da relação leucina:lisina digestível de 111% para 165%, em dietas com 60% de valina:lisina digestível, os animais apresentaram menor peso final, menor consumo de ração, menor ganho diário e pior eficiência alimentar.

Foi relatado por Mitchell et al. (1968) que a concentração de isoleucina e valina no plasma de suínos foram fortemente deprimidos quando a concentração de leucina foi aumentada de 0,73 para 1,23% na dieta, no entanto, os parâmetros de desempenho não foram influenciados negativamente. Observou-se ainda uma redução de 80% na concentração de valina, no plasma de suínos, quando a concentração de leucina aumentou de 0,73 para 1,23% da dieta.

Imanari et al. (2008), estudaram o efeito de níveis dietéticos de leucina, isoleucina e valina para frangos de corte aos 28 dias de idade, sobre as propriedades sensoriais da carne e o conteúdo de glutamato livre no músculo. Foram utilizadas três dietas, a primeira com níveis normais dos ACR, a segunda com níveis elevados de leucina e normais de valina e isoleucina e a

terceira com níveis elevados de todos os ACR. Em comparação à dieta com alto nível de leucina, a utilização de níveis elevados dos ACR aumentou em 30% o conteúdo de glutamato livre na carne. Esses autores concluem que a concentração de ACR regula o glutamato livre na carne e que em alguns casos o aumento do glutamato livre é mais efetivo pelo aumento de valina e isoleucina que pela diminuição dos níveis de leucina na dieta.

Wiltafsky et al.,(2010), estudando o impacto do excesso dietético de leucina para suínos em crescimento de 8 a 25 kg, sobre o desempenho, metabólitos sanguíneos, transcrição e cinética enzimática verificaram que o aumento dietético de leucina reduziu o desempenho e aumentou níveis de leucina plasmática e α -ceto-isocaproato (cetoácido da leucina) linearmente. Observaram também aumento linear da atividade basal da DCCR no fígado. No tecido hepático, os níveis de mRNA do receptor do hormônio de crescimento (GH), da subunidade do fator de crescimento similar a insulina I (IGF-I) reduziram significativamente com o aumento da leucina dietética.

Os ingredientes utilizados na formulação das rações são de extrema importância para evitar o antagonismo entre os ACR e os efeitos desse antagonismo sobre a exigência dos ACR. Dean et al. (2005) e Wiltafsky et al. (2009) observaram que uma importante resposta da suplementação de isoleucina quando células sanguíneas são utilizadas na dieta. As células sanguíneas são ricas em ACR, principalmente leucina e valina, dessa forma, o uso de células sanguíneas como fonte de proteína pode induzir o antagonismo entre os ACR, resultando no aumento da exigência de isoleucina. A razão pela qual o excesso de leucina parece aumentar a exigência de isoleucina, e não de valina, ainda não está clara, e também demonstra a complexidade do antagonismo entre os ACR.

2.5 Redução da proteína bruta para poedeiras

Diversas pesquisas mostram a influência do nível protéico e de aminoácidos sobre o desempenho de poedeiras comerciais. Segundo Plavinik (2003), uma dieta de baixa proteína bruta com aminoácidos críticos balanceados é melhor que uma dieta de alta proteína bruta durante períodos quentes. A oxidação do excesso proteico ou de aminoácidos gera calor metabólico.

Harms & Hussel (1993) comparando o desempenho de poedeiras leves Hy-line W-36 às 28 semanas de idade submetidas a dietas com 17,6% de PB ao de poedeiras alimentadas com dietas de 14,8% de PB com e sem a suplementação de aminoácidos, perceberam queda acentuada na produção, peso e massa de ovo, além de significativa redução no peso corporal das aves submetidas às dietas com menor nível protéico e sem suplementação de aminoácidos. No entanto, quando a dieta que continha o menor nível protéico foi suplementada com os aminoácidos que se tornaram limitantes (Lisina, metionina, treonina, triptofano, arginina e valina), não ocorreram diferenças significativas no desempenho, quando comparadas à dieta com maior nível protéico. Estes mesmos pesquisadores repetiram a experiência com poedeiras de 42 semanas de idade e puderam confirmar que a redução proteica sem a suplementação de aminoácidos afetava o desempenho das aves e que suplementado o menor nível proteico com os aminoácidos limitantes as aves recuperavam o desempenho.

Silva et al. (2003) compararam o efeito de dois níveis de proteína bruta (15,2% e 14%) sobre o desempenho de poedeiras leves Lohmann LSL no período de 26 a 42 semanas de idade, associado ou não a suplementação de lisina e metionina+cistina e perceberam queda de desempenho quando as aves foram alimentadas com as rações contendo os menores níveis proteicos sem a suplementação dos aminoácidos. Porém quando as rações testadas foram suplementadas com lisina e metionina+cistina houve recuperação do desempenho das aves alimentadas com a ração que continha 15,2% de proteína bruta. Sendo assim, os autores concluíram que a redução da proteína bruta da ração de 16,3% para 15,2% com o atendimento das exigências em lisina e metionina+cistina não afetou o desempenho de poedeiras comerciais.

Summers (1993) avaliando o desempenho de poedeiras leves de 18 a 56 semanas de idade submetidas à dietas com alto nível de PB (17%) e baixo nível de PB (13% + aminoácidos) não detectou redução na produção de ovos, embora tenha ocorrido redução significativa no peso dos ovos e no peso corporal.

2.6 Proteína ideal e o benefício ao meio-ambiente

A produção animal moderna, principalmente na Europa, vem sofrendo pressões crescentes no seu efeito ao meio ambiente. No ano de 2000 a Comunidade Europeia implementou o Conselho Diretivo 96/61/EC, que regulamentou o controle integrado de prevenção e controle da poluição ambiental. A partir deste conselho, as grandes integrações de aves e suínos só podem emitir poluentes na água e no solo, incluindo nitratos, e no ar, principalmente amônia, dentro de um limite máximo. Com isto, quanto menor a emissão de nutrientes não digeridos pelos animais, mais animais por m² poderão ser alojados. No Brasil, por ser um país de amplo território, esta preocupação ainda não chega a estes níveis, mas já existem regiões de alta densidade de produção de aves e suínos, como o oeste do estado de Santa Catarina, onde a densidade de poluentes produzidos chega ao nível Europeu (DUARTE, 2009).

A poluição ambiental provocada pelo excesso de nutrientes lançados no meio ambiente pelas excretas de animais tem sido destaque em muitas pesquisas envolvendo a nutrição e a produção animal. Entre os nutrientes excretados pelos animais, o nitrogênio (N) possui elevado potencial poluidor, pois, quando lançado em excesso no meio ambiente, pode contaminar o ar, o solo e a água dos lençóis freáticos, ocasionando problemas de toxidez por nitrato, assim como a eutrofização de mananciais. Assim, é prudente considerar o efeito do teor proteico das rações sobre a excreção de N pelos animais.

Em conjunto com genética, melhor manejo e melhor ambiente, a nutrição pode ajudar a otimizar a retenção de nitrogênio corporal e conseqüentemente diminuir a sua excreção. O melhor manejo alimentar inclui: formular as dietas

na base aminoácidos digestíveis, o que irá diminuir a excreção de nitrogênio, devido a maior digestibilidade da dieta; reduzir os níveis proteicos das dietas até o seu limite técnico, formulando-as com o conceito da proteína ideal e estabelecer programas multifásicos, visando ajustar as dietas o mais próximo possível do requerimento animal, minimizando os excessos de nitrogênio e conseqüentemente a sua excreção para o ambiente.

De acordo com Patterson & Adrizal (2005), apenas 51,1% do N ingerido pelas aves fica retido na carcaça, enquanto, do total excretado, 30,6% fica retido na cama e 18,3% é volatilizado na forma de amônia.

Leclercq (1998) demonstrou que 30% da proteína bruta ingerida pelo frango é excretada, em rações com 23 e 21% de proteína bruta, para idades de 1-3 e 3-6 semanas respectivamente. Trabalhos europeus demonstraram que a formulação de dietas de suínos com proteína baixa, mantendo o perfil ideal de aminoácidos, pode reduzir a excreção de nitrogênio em 25% a 50% e a emissão de amônia nas instalações e meio ambiente em 50%. Também causa a redução da ingestão de água em 10 a 30% e da excreção de urina na mesma proporção, diminuindo, conseqüentemente, o volume de poluentes emitidos para o ambiente.

Avaliando a excreção de nitrogênio de poedeiras leves às 24 semanas de idade submetidas à dietas com alto nível de PB (17%) e baixo nível de PB (13% + aminoácidos), Summers (1993) percebeu que houve redução aproximada de 40% na excreção de nitrogênio pelas aves que consumiram a dieta com menor nível protéico (13% PB). Sendo assim, concluiu que embora ocorra uma pequena perda de massa de ovo com o menor nível protéico, esta perda pode ser recompensada pelos benefícios ao ambiente.

Rizzo et al. (2004) testaram a influência de quatro níveis proteicos (12%, 14%, 16% e 18%) sobre o desempenho e excreção de nitrogênio de aves poedeiras Hisex White no período de 51 a 56 semanas de idade e concluíram que as poedeiras aproveitaram mais eficientemente o nitrogênio da dieta e excretam menos para o ambiente quando alimentadas com níveis mais baixos deste nutriente e que dietas com 14% de proteína bruta suportam satisfatoriamente o desempenho das aves.

2.7 Perfil ideal de aminoácidos para poedeiras

Como vários fatores podem afetar as exigências de aminoácidos, as exigências determinadas em condições experimentais podem não ser susceptíveis de ser aplicadas em condições de campo. Uma solução para a obtenção de valores de confiança nas exigências de aminoácidos não é, portanto, usar o valor absoluto das recomendações de cada aminoácido, mas sim usar o perfil ideal dos aminoácidos para formular as dietas para galinhas poedeiras.

O perfil ideal de aminoácidos emprega o conceito de que, enquanto o valor absoluto das exigências de aminoácidos pode mudar drasticamente devido a fatores genéticos ou ambientais, as relações entre os aminoácidos são apenas ligeiramente afetados. Assim, uma vez que o perfil ideal dos aminoácidos tenha sido determinado, a exigência de um único aminoácido (por exemplo, lisina) pode ser determinada experimentalmente ou modelado para uma situação de campo e a exigência de todos os outros aminoácidos calculada em relação ao aminoácido pesquisado. Esta abordagem já tem sido adotada com sucesso pela indústria de suínos (NRC, 1998) e também na formulação de dietas para frangos de corte (MACK et al., 1999; BAKER, 2003; DARI et al., 2005).

2.8 Exigência de valina para poedeiras

Considerado um aminoácido alifático, a valina (Figura 1) é similar à leucina e à isoleucina em estrutura e função. Estes aminoácidos são muito hidrofóbicos e se encontram quase sempre no interior das proteínas. Farelo de soja, pescados e carnes, são fontes importantes de valina. Ela se incorpora às proteínas e às enzimas em um índice molar de 6,9% quando se compara com os outros aminoácidos (DUARTE, 2009).

A valina pode ser considerada como um dos potenciais aminoácidos limitantes para aves, após os quatro principais amplamente conhecidos, que são metionina, lisina, triptofano e treonina (TIMMLER & RODEHUTSCORD, 2003; CORZO et al. 2004). Essa limitação é particularmente evidente para aves com idades maiores, quando a proteína da dieta diminui e o teor energético aumenta. As proporções relativamente baixas de valina e isoleucina na

proteína do milho são acompanhadas por alta leucina. Dietas com altos níveis de leucina têm aumentado as exigências de valina e isoleucina para frangos de corte e perus (D'Mello & Lewis, 1970; Allen & Baker, 1972; Tuttle & Balloun, 1976).

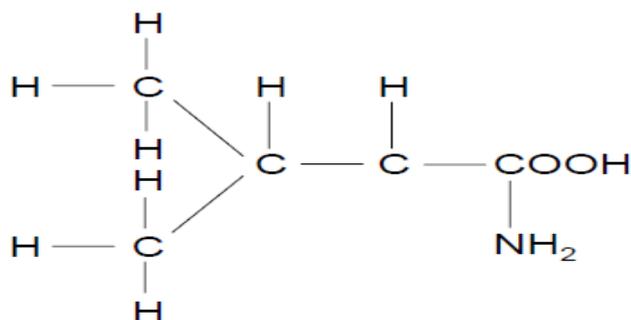


Figura 1. Estrutura química da valina.

Segundo Harper (1984), o excesso de isoleucina na dieta pode provocar efeito depressor no desempenho de aves, devido aos antagonismos entre este e outros dois aminoácidos de cadeia ramificada, valina e leucina. Os três ACR semelhantes estruturalmente (valina, leucina e isoleucina), compartilham sistemas comuns de transporte através das membranas celulares e utilizam as mesmas enzimas de degradação.

Evitar o excesso de aminoácidos quando se formula dietas para poedeiras, além de melhorar o desempenho das aves, diminui os níveis de excreção de nitrogênio e conseqüentemente a poluição ambiental.

Quando é feita uma revisão a respeito de trabalhos realizados sobre exigência de valina ou relação valina:lisina digestível para poedeiras, percebe-se que o número de pesquisas é consideravelmente inferior quando comparados a trabalhos sobre exigência de lisina.

Em 1971, o National Research Council (NRC, 1971) ainda não recomendava uma exigência diária de valina para galinhas poedeiras comerciais. No entanto, o NRC (1977) estimou a exigência de valina total em 550 mg/ave/dia, e posteriormente, na edição seguinte o NRC (1984), sugeriu como exigência diária de valina para poedeiras o valor de 600 mg de valina total. O NRC (1994) indicou a exigência diária de valina total para poedeiras

leves e semi-pesadas de 700 mg/dia, ou a relação de valina/lisina de 101%. Harms & Russel (2001) constataram a exigência de valina digestível de 592 mg, 677 mg e 619 mg por dia para produção de ovos, peso do ovo e conteúdo do ovo, respectivamente; quando trabalharam com poedeiras Hy-Line W36 no período de 41 a 47 semanas de idade.

Harms and Ivey (1993) relataram melhora no desempenho de galinhas poedeiras comerciais quando foi adicionada valina às dietas a base de milho e farelo de soja contendo metionina, lisina, treonina, arginina e treonina suplementar. Segundo os autores, as aves consumiram diariamente 619 mg de valina digestível e as aves que receberam ração sem valina suplementar, no período de 31-34 semanas de idade, consumiram 537 mg de valina digestível.

As tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al. 2011) recomendam para poedeiras leves 654 mg/dia de valina digestível, sendo 735 mg de valina total/dia, com peso em torno de 1,600kg. Já para poedeiras semi-pesadas, é recomendado 675mg/dia de valina digestível, e 759 mg de valina total/dia, com peso em torno de 1,800kg. Rostagno et al (2011) também recomendam a relação valina:lisina digestível de 90% para ambas as variedades.

Lesson & Summers (2005), trabalhando com poedeiras comerciais no período de 32 a 45 semanas de idade, recomendaram a relação valina:lisina total de 89%. Coon & 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%.

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, usando o modelo estatístico Broken-Line, que o aporte diário de valina digestível necessário foi de 501 mg/ave, e a relação de valina:lisina digestível de 93%.

2.9 Análise estatística

Parece haver influência do modelo estatístico usado nas análises de determinação das exigências dos aminoácidos para as aves e para os suínos sobre os valores recomendados.

O modelo quadrático que, aparentemente, apresenta vantagem no cálculo da exigência nutricional por possibilitar a estimativa do ganho máximo possível, apresenta dois problemas na descrição do fenômeno (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). Primeiro, em decorrência do fato do modelo assumir simetria bilateral da resposta ao incremento do nutriente, ou seja, o modelo quadrático descreve a queda da produção na mesma intensidade do acréscimo; e segundo, a função quadrática é muito sensível à diferença entre os níveis estudados tendendo a estimar os valores ótimos no intervalo dos níveis (EUCLYDES E ROSTAGNO, 2001). Para evitar o possível problema de superestimar a exigência do nutriente, alguns pesquisadores optaram por aplicar o intervalo de confiança de 95% do nível máximo (ou mínimo) do nutriente, estimado pela equação quadrática.

Morris (1983) argumentou que o modelo quadrático pode proporcionar um bom ajuste de dados, causando uma falsa segurança, uma vez que a curvatura é muito sensível a variações nos intervalos dos tratamentos, e que o modelo é fisiologicamente incorreto, pois pressupõe respostas simétricas para deficiência e para excesso. O autor comenta que o ajuste de dados pelo modelo Linear Response Plateau (LRP) pode proporcionar um bom ajuste estatístico, mas frequentemente subestima a dose ótima. Pack (1996) mencionou que, embora o modelo *broken line* tenha um bom ajuste estatístico, não considera os aspectos fisiológicos do animal e a lei de redução dos retornos e, portanto, em muitos casos, subestima a dose ótima. Apesar do modelo *broken line* estimar o nível ótimo, não considera os aumentos que poderiam justificar melhorias adicionais no desempenho.

Euclides e Rostagno (2001) e Baker et al. (2002) descreveram um procedimento para determinar as exigências de aminoácidos em ensaios dose-resposta realizados com animais em crescimento. Uma equação quadrática e o modelo *broken line* são ajustados aos dados, seguindo os procedimentos

relatados anteriormente. A exigência é estimada objetivamente, estabelecendo-se o primeiro ponto de interseção da curva quadrática com o platô do *broken line*. O valor do intercepto x é calculado, igualando-se a equação quadrática com o valor do platô (y) estabelecido pelo *broken line*.

O nível ótimo é estimado com objetividade porque é determinado pela interseção da curva quadrática com o platô do modelo *broken line* devidamente ajustado. A vantagem da uso da equação quadrática associada ao platô é que o nível ótimo encontrado não é alto como aquele geralmente estimado pela derivação da função quadrática, nem baixo como normalmente é observado no modelo LRP (EUCLYDES E ROSTAGNO, 2001).

3. 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**, v.51, p.1292–1298, 1972.
- BAKER, D. H. Ideal amino acid patterns for broiler chicks. **In: Amino Acids in Animal Nutrition**. J. F. P. D'Mello (ed.) CABI Publishing, Oxon, UK, 2003.
- BARKER, G.A AND ELLORY, J.C. 1990. **The identification of neutral amino acid transport systems**. **Experimental Physiology** , v, 75, p, 3-26, 1990.
- BLOCK, K. P., AND A. E. HARPER. Valine metabolism in vivo: Effects of high dietary levels of leucine and isoleucine. **Metabolism**, v, 33, p.559–566, 1984.
- BREGENDAHL, K., ROBERTS, S.A.; KERR, B.; et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**. V, 87, p, 744–758, 2008.
- BRITO, C.O. **Avaliação de dietas formuladas com aminoácidos totais e digestíveis e estimativas do crescimento e da deposição de nutrientes em frangos de corte**. Tese. (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Departamento de zootecnia. Viçosa - MG. 169f, 2007.
- BROER,S. **Amino acid transport across mammalian intestinal and renal epithelia**. **Physiological Revista**, v, 88, p. 249–286, 2008.
- BROWN-BRANDL, T.M.; EIGENBERG, R.A.; NIENABER, J.A. et al. Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. **Livestock Production Science** ,v. 71, p. 253-260, 2001.
- CHUNG, T. K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p. 3102-3111, 1992.
- COON, C., and ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layers examined. **Feedstuffs**, v. 71, n. 14, p. 13–15, 1999.
- CORZO, A.; MORAN, E.T.; HOEHLER, D. **Valine needs of male broilers from 42 to 56 Days of Age**. **Poultry Science**, v. 83, p. 946–951, 2004.

- CUPERTINO, E.S. **Exigências nutricionais de lisina, metionina+cistina e de treonina para galinhas poedeiras no período de 54 a 70 semanas de idade.** 2006. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- D'MELLO, J.P.F. 2003. **Amino acid in farm animal nutrition**, 2ª ed. CABI, Wallingford. 440p.
- D'MELLO, J.P.F.; D. LEWIS. Amino acid interactions in chick nutrition. 2. The interrelationship between leucine, isoleucine, and valine. **British Poultry Science**, v. 11, p. 313 – 323, 1979.
- DIONÍZIO, M.A.; ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T et al. 2005. Dietas com diferentes níveis de lisina para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade – Efeito sobre a excreção de nitrogênio. In: CONFERÊNCIA APINCO, 2005, **Anais**. Santos, p.105.
- DUARTE, K. F. **Critérios de avaliação das exigências em treonina, triptofano, valina e isoleucina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.** 2009. 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de 'Ciências Agrárias e Veterinária. Campus de Jaboticabal. 2009.
- GLOAGUEN, M., N. Le Floch, L. Brossard, R. Barea, Y. Primot, E. Corrent, and J. van Milgen. Response of piglets to the valine content in diet in combination with the supply of other branched chain amino acids. **Animal** v. 5, p.1734–1742, 2011.
- HAN, Y.; BAKER, D.H. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period from one to six weeks post hatching. **Poultry Science**. v.73, p.1739-1745, 1994.
- HARMS, R.H.,; IVEY, F.J. Performance of commercial laying hens fed various supplemental amino acids in a corn-soybean meal diet. **Journal Apply Poultry Res.** v.2 p.273-282. 1993.
- HARMS, R.H.; RUSSEL, G.B. Evaluation of valine requirement of the commercial layer using a corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science** v. 80, p. 215–218, 2001.

- HARPER, A.; BENEVENGA, N.J.; WOHLHUETER, R.M Effects of dietary excesses of branched-chain amino acids on growth, food intake and plasma amino acid concentrations of kittens. **Journal of nutrition**, v.118, p.311-320, 1970.
- HARPER, A.E.; MILLER, R.H.; BLOCK, K.P. Branched chain amino acid metabolism. **Annual Review of Nutrition**. v.4, p.409-454, 1984.
- IMANARI, M., M. KADOWAKI & DR S. FUJIMURA. Regulation of taste-active components of meat by dietary branched-chain amino acids; effects of branched-chain amino acid antagonism. **British poultry science**. V. 49, n. 3, p. 299-307, 2008.
- JAIS, C., ROTH, F. X.; and KIRCHGESSNER. M. The determination of the optimum ratio between the essential amino acids in laying hen diets. **Arch. Geflu" gelkd**. V. 59, p. 292–302, 1995.
- LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, v. 77, p.118–123, 1998.
- MACK, S., BERCOVICI, D.;GROOTE, G. et al. Ideal amino acid profile and dietary lysine specification for broiler chickens of 20 to 40 days of age. **British Poultry Science**, v. 40, p. 257–265, 1999.
- MATTHEWS, J.C. Amino acid and peptide transport systems. **Farm animal metabolism and nutrition**. 2000, p. 3-15.
- MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964.
- MITCHELL, J. R. Jr.; BECKER, D.E.; JERSEN, A. H. et al. Determination of amino acid nees of the young pig by nitrogen balance and plasma free amino acids. **Journal of Animal Science**. v.27. p.1327, 1968.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 6^a ed. National Academy Press, Washington, DC. 1971.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 7^a ed. National Academy Press, Washington, DC. 1977.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9^a ed., National Academy, Press Washington, DC. 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10^a ed. National Academy Press, Washington, DC. 1998.
- NELSON, D.L. AND COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Artmed. 5^a ed., 2011, 1271p.
- PACK, M. **Ideal protein in broilers**. In. FEEDBACK SPECIAL; Frankfurt, Alemanha. p. 01-13, 1996
- PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feedings of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES, Maringá. **Anais ...** p 119-128, 1994.
- PATTERSON, P.H. Management strategies to reduce air emissions: emphasis dust and ammonia. **Journal of Applied Poultry Research** v.14, p.638-650, 2005.
- PEGANOVA, S. EDER, K. Interactions of Various Supplies of Isoleucine, Valine, Leucine and Tryptophan on the Performance of Laying Hens. **Poultry Science**, v. 82, p. 100–105, 2003.
- PELLETIER, V. et al. Branched chain amino acid interactions with reference to amino acid requirements in adult men: leucine metabolism at different valine and isoleucine intakes. **Journal Clinical Nutrition**, v.54, p.402-407, 1991.
- PENZ Jr., A.M. Enzimas y preservadores en dietas de aves e cerdos. **Alimento balanceados para Animales**, v.36, n.6, p.16-24, 1996.
- PLAVINIK, I. Nutrição de aves em climas quentes. In: Conferência APINCO 2003 de ciência e tecnologia. Campinas, **Anais...** p. 235-245. 2003.
- RIZZO, M. F.; FARIA, D. E.; ROMBOLA, L. G.; et al. Avaliação das propriedades funcionais de ovos produzidos por poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e metionina. In Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas – Trabalhos de Pesquisa. **Anais...** Santos, SP, p.41, 2004.

- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- SCHUTTE, J.B. 1999. The ideal amino acid profile for laying hens and broiler chick. In: MINI SIMPOSIO DE NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS. Viçosa. **Anais**. Viçosa, UFV: DZO, p1-6.
- SILVA, L., SILVA, J.V., FILHO, J.J., et al. Efeitos da redução da proteína da ração no desempenho de poedeiras comerciais. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas – Trabalhos de Pesquisa. **Anais...** Campinas, SP, p.58, 2003.
- SUMMERS, J.D. Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets. **Poultry Science**, v.72 p.1473-1478, 1993.
- TACKMAN, J. M.; TEWS, J. K.; HARPER, A. E. Dietary disproportions of amino acids in the rat: effect on food intake, plasma and brain amino acids and brain serotonin. **Journal of Nutrition**. v.120, p.521-533, 1990.
- THRONTON, S. A.; CORZO, A.; PHARR, G. T.; et al. 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.
- TIMMLER, R.; RODEHUTSCORD, M. Dose-response relationships for valine in the growing white pekin duck. **Poultry Science** v. 82, p. 1755–1762, 2003.
- WILTAFSKY, M. K.; M. W. Pfaffit; F. X. Roth. The effects of branched-chain amino acid interactions on growth performance, blood metabolites, enzyme kinetics and transcriptomics in weaned pigs. **British Journal Nutrition**, v. 103, p. 964–976, 2010.

CAPÍTULO 1

RELAÇÕES VALINA:LISINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES DE 24 A 40 SEMANAS DE IDADE.

Relações valina:lisina digestíveis em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

RESUMO

Objetivou-se determinar a relação ideal valina:lisina digestível para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. Foram utilizadas 288 poedeiras Hy-Line W-36, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos, oito repetições e seis aves por unidade experimental. Ao completarem 24 semanas de idade as aves foram submetidas aos tratamentos experimentais que consistiram de rações isonutritivas e isocalóricas, exceto para os níveis de valina digestível. Os níveis de valina digestível nas dietas experimentais foram 0,615; 0,653; 0,691; 0,729; 0,767 e 0,805%, proporcionando relações valina:lisina digestível de 81; 86; 91; 96; 101 e 106%, respectivamente. Foi utilizado um nível subótimo de lisina digestível nas rações de 0,759%. Os seguintes parâmetros foram avaliados: consumo alimentar (ração, valina digestível e lisina digestível), porcentagem de postura, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar (dúzia e massa de ovos), eficiência de utilização de lisina digestível, componentes dos ovos, ganho de peso, ovos não comercializáveis e balanço de nitrogênio. Houve efeito linear dos níveis de valina digestível sobre o ganho de peso das aves. Foi observado efeito quadrático sobre o consumo de ração, o consumo de valina, o consumo de lisina, a produção de ovos, a massa de ovos e a conversão alimentar por massa de ovos. Para os parâmetros massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos o modelo LRP foi o que melhor se ajustou aos dados, sendo obtida menor soma de quadrado dos desvios. Recomenda-se a relação valina:lisina digestível de 93,06% em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

Palavras-chave: aminoácidos de cadeia ramificada, desempenho produtivo, exigências nutricionais, , proteína ideal.

Valine:lysine ratio in diets for white leghorn hens from 24 to 42 weeks of age.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the ideal ratio of digestible valine:digestible lysine in diets for light laying hens from 24 to 40 weeks of age. A total of 288 laying hens Hy-Line W-36 were used. The hens were distributed in a completely randomized experimental design with 6 treatments, 8 replicates and 6 hens per experimental unit. When they completed 24 weeks of age the birds received the experimental treatments that consisted of diets isonutrient, except for levels of digestible valine. The levels of digestible valine used in diets were 0,615; 0,653; 0,691; 0,729; 0,767 and 0,805%, providing ratios of digestible valine:digestible lysine of 81; 86; 91; 96; 101 and 106%. Was used a suboptimal level of digestible lysine in the diets of 0.759%. The following parameters were evaluated: food intake (feed, digestible tryptophan and digestible lysine), egg production, average egg weight, egg mass, feed conversion (dozen eggs and egg mass), efficiency of digestible lysine utilization, egg components, weight gain, eggs unmarketable and nitrogen balance. There was a linear effect on weight gain. Was observed a quadratic effect on feed intake, digestible valine intake, digestible lysine intake, egg production, egg mass, feed conversion per egg mass. For egg mass and feed conversion per egg mass there was best fitted of the data to the LRP model. For the LRP model was obtained smallest sum of squared deviations. The ideal valine:digestible lysine ratio is 93,19%.

Keywords: branched chain amino acids, nutritional requirements, laying hens, ideal protein.

INTRODUÇÃO

O alto custo dos ingredientes utilizados na alimentação das aves demanda, por parte dos nutricionistas, a adoção de estratégias que proporcionem melhor aproveitamento dos nutrientes, gerando maior eficiência produtiva. Nesse sentido, para a formulação de programas alimentares, além do valor nutricional dos alimentos, é importante conhecer as exigências nutricionais das aves.

Durante as últimas décadas, a produtividade das poedeiras comerciais aumentou consideravelmente. Além do número de ovos, massa de ovos e conversão alimentar, a persistência de postura também foi melhorada. Isso tem implicações sobre a nutrição aminoacídica ideal. Um aumento na produção de massa de ovos exige maior fornecimento de aminoácidos via alimentação. Essa dinâmica exige a realização de estudos para atualizar as exigências de aminoácidos das poedeiras.

Com o avanço no conhecimento da nutrição de monogástricos, somado a disponibilidade de aminoácidos industriais em escala comercial e a preços compatíveis, a adoção do conceito de proteína ideal na formulação de rações para poedeiras é uma realidade. Essa prática possibilita a redução dos níveis proteicos das dietas, sem afetar o aporte de aminoácidos necessário às aves. Assim, pode-se alcançar melhor aproveitamento nutricional, redução nos custos de produção e menor produção de resíduos potencialmente poluidores ao meio ambiente. Para adoção do conceito de proteína ideal é importante quantificar as exigências dos aminoácidos em relação à exigência de lisina. A lisina tem sido utilizada como aminoácido referência para o estabelecimento das relações ideais principalmente em função de sua determinação analítica simples e sua utilização exclusiva para a síntese de proteínas.

A valina pode ser considerada como um dos potenciais aminoácidos limitantes para galinhas poedeiras, após metionina, lisina, triptofano e treonina. O nível de valina adequado nas rações das aves é importante quando são formuladas dietas utilizando o conceito de proteína ideal, ou seja, com o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou excesso, o que resulta na redução da excreção de nitrogênio (Rostagno et al., 2011).

Pesquisas abordando as exigências de valina digestível e sua relação ideal com a lisina, para galinhas poedeiras são escassas. Além disso, os

resultados obtidos na literatura são conflitantes quanto à relação ideal de valina:lisina digestível, indicando a necessidade de mais investigações sobre a exigência de valina para galinhas poedeiras.

O objetivo com este trabalho foi determinar a relação valina:lisina digestível ideal em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de outubro de 2011 a janeiro de 2012 nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram utilizadas 288 galinhas poedeiras Hy-Line W-36 com 24 semanas de idade, com peso médio inicial de 1,34 quilos. As aves foram adquiridas com 20 semanas de idade. Até entrarem em fase experimental, foram manejadas de acordo com as recomendações do manual da linhagem e alimentadas segundo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011).

As aves foram alojadas aos pares em gaiolas de 25x40x45 cm, instaladas em um galpão com 24x8 m, fechado nas laterais com tela e com cobertura de telhas de barro em duas águas. Quando completaram 22 semanas de idade, as aves foram pesadas e distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, padronizando-as pelo peso corporal em oito repetições com seis aves cada. A produção de ovos foi contabilizada durante o período de 22 a 24 semanas de idade. Antes do fornecimento das dietas experimentais foi realizada a uniformização das aves nos tratamentos de acordo com a porcentagem de postura.

Ao completarem 24 semanas de idade, as aves foram submetidas aos tratamentos experimentais. Os tratamentos consistiram de rações isocalóricas e isonutritivas, exceto para os níveis de valina digestível que variaram em seis níveis. Foi utilizado um nível subótimo de lisina digestível nas dietas (0,759%), segundo o recomendado por Rocha et al. (2009), para um consumo médio diário/ave de 95 g de ração e de 712,5 mg de lisina digestível. O nível subótimo foi importante para garantir que toda lisina digestível consumida fosse utilizada e a relação ideal de valina:lisina digestível estimada refletisse as reais necessidades das aves. Os níveis de valina digestível nas dietas experimentais foram 0,615; 0,653; 0,691; 0,729; 0,767 e 0,805%, proporcionando relações

valina:lisina digestível de 81; 86; 91; 96; 101 e 106% (Tabela 1). As suplementações com L-valina foram feitas em substituição ao L-glutâmico em equivalente protéico. Em todas as dietas foram mantidas as mesmas relações entre os outros aminoácidos e a lisina.

A exigência de lisina utilizada foi a determinada segundo Rocha et al. (2009), a relação metionina + cistina segundo Brumano et al. (2010), a relação treonina:lisina segundo Rocha et al. (2009b) e a relação triptofano:lisina por Calderano et al. (2012). A relação dos demais aminoácidos foi determinada dois pontos percentuais acima dos valores preconizados por Rostagno et al. (2011). Os demais nutrientes contidos na ração, exceto os aminoácidos e a proteína bruta, atenderam as recomendações preconizadas por Rostagno et al. (2011).

As rações foram fornecidas diariamente às 8:00 e 16:00 horas. Durante todo experimento, o consumo de ração estabelecido foi de até 95,5 g/ave/dia. A água foi fornecida a vontade.

O programa de luz adotado foi o mesmo utilizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFV que consiste do fornecimento de 17 horas de luz diárias. O controle do fornecimento de luz foi realizado por meio de um relógio digital (timer), que garantiu o acender e o apagar das luzes conforme necessário.

As temperaturas no galpão foram monitoradas uma vez ao dia, às 8 h, por meio de dois termômetros de máxima e mínima, que estavam distribuídos em pontos distintos por todo o galpão, posicionados à altura das aves. As temperaturas ambientais mínima e máxima variaram de 10°C a 19°C e de 24°C a 31 °C, com média de 15,2 ±2,3 e 28,7±2,9 °C, respectivamente. Desta forma, as aves passaram por momentos de pico de temperatura, mesmo que, em média, elas estavam dentro da faixa de termoneutralidade para poedeiras no período de produção, que é de 15 a 28 °C, segundo Ferreira (2005).

O período experimental teve duração de 16 semanas e foi subdividido em quatro ciclos de coleta dos ovos, cada um correspondente a 28 dias, para avaliação dos seguintes parâmetros:

Tabela 1 - Composição percentual e valor nutricional das dietas na matéria natural

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho grão	67,384	67,384	67,384	67,384	67,384	67,384
Farelo de soja 45%	17,156	17,156	17,156	17,156	17,156	17,156
Calcário	9,953	9,953	9,953	9,953	9,953	9,953
Fosfato bicálcico	1,686	1,686	1,686	1,686	1,686	1,686
Sal comum	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524
Óleo de soja	1,826	1,826	1,826	1,826	1,826	1,826
Carbonato de potássio	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117
DL-metionina 99%	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326	0,326
L-lisina HCl 78%	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161	0,161
L-treonina 98%	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
L-isoleucina 99%	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146
L-triptofano 98%	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043	0,043
L-valina 96,5%	0,000	0,039	0,079	0,118	0,158	0,197
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina (60%)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Ácido glutâmico	0,300	0,249	0,199	0,149	0,099	0,049
Amido	0,1000	0,111	0,121	0,132	0,143	0,154
Total	100	100	100	100	100	100
Composição (%)						
Ácido linoleico	2,388	2,388	2,388	2,388	2,388	2,388
Cálcio	4,230	4,230	4,230	4,230	4,230	4,230
Fósforo disponível	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395
Cloro	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355
Potássio	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580
Sódio	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225	0,225
Energ. Met. (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína Bruta	13,67	13,67	13,67	13,67	13,67	13,67
Arginina digestível	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Fenilalanina digestível	0,634	0,634	0,634	0,634	0,634	0,634
Fenilalanina+tirosina dig.	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017
Histidina digestível	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
Isoleucina digestível	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678	0,678
Leucina digestível	1,204	1,204	1,204	1,204	1,204	1,204
Lisina digestível	0,759	0,759	0,759	0,759	0,759	0,759
Metionina+cistina dig.	0,759	0,759	0,759	0,759	0,759	0,759
Metionina digestível	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526	0,526
Treonina digestível	0,592	0,592	0,592	0,592	0,592	0,592
Triptofano digestível	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Valina digestível	0,615	0,653	0,691	0,729	0,767	0,805
Relação Valina/lisina	81	86	91	96	101	106

¹Quantidade por kg de ração: vit. A - 7200 UI; vit D3 - 1600 UI; vit. E - 5 UI; vit B1 - 0,9 mg; vit B2 - 2,7 mg; vit B6 - 1,5 mg; pantotenato de cálcio - 5,9 mg; biotina - 0,02 mg; vit. K3 - 1,1 mg; ác. Fólico - 0,25 mg; niacina - 16 mg; vit. B12 - 7,2 mcg; selênio - 0,25 mg.

²Quantidade por kg de ração: manganês - 75 mg; ferro - 50 mg; zinco - 70 mg; cobre - 8 mg; iodo - 0,75 mg.

³BHT

- Consumo alimentar: foi determinado o consumo de ração, de valina digestível e de lisina digestível ao término de cada período de 28 dias, por meio da divisão da quantidade de ração (g), de valina (mg) e de lisina (mg) consumida, respectivamente, em cada unidade experimental, pelo número de aves das unidades experimentais por dia.
- Produção de ovos: foi computada diariamente e de acordo com o número de aves-dia por unidade experimental.
- Conversão alimentar: foi calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dúzia) e pela massa de ovos (kg/kg), em cada um dos quatro ciclos.
- Peso médio dos ovos: foram utilizados todos os ovos íntegros coletados nos três últimos dias de cada um dos quatro ciclos de 28 dias. A média do peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados, por unidade experimental e expressos em gramas.
- Massa de ovos: foi expressa em gramas de ovos por ave por dia (g/ave/dia), multiplicando o peso médio dos ovos no ciclo pelo número total de ovos produzidos no respectivo ciclo, dividido pelo número total de aves dos dias relativos a esse período.
- Eficiência de utilização de lisina digestível: foi calculado pela divisão do consumo de lisina/ave em gramas dos quatro subperíodos, pela produção total de ovos/ave dos quatro subperíodos, em cada unidade experimental.
- Ovos não-comerciais: foram computados os ovos trincados, quebrados, de casca mole, sem casca, de duas gemas e sem gema. A relação de ovos perdidos e o total de ovos produzidos no experimento foram apresentados na forma de porcentagem para cada um dos tratamentos.
- Componentes dos ovos: foram coletados dois ovos por dia de cada repetição durante os três últimos dias a cada período de 28 dias. Obteve-se, primeiramente, o peso total do ovo e, em seguida, procedeu-se a sua quebra para a pesagem da gema e da casca. Para realizar a separação dos componentes dos ovos (gema, casca e albúmen),

utilizou-se um separador de gemas convencional. As cascas foram lavadas, secas ao ar e, na sequência, pesadas. O peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso total do ovo menos o peso da casca e da gema. A gema, o albúmen e a casca foram determinados em porcentagem.

- Balanço de nitrogênio: foi realizada a coleta total das excretas nos três últimos dias do período experimental para posterior análise da excreção de nitrogênio. O balanço de nitrogênio é dado em porcentagem, levando em consideração o total retido do nitrogênio retido pela ave sobre o total ingerido.
- Ganho de peso: todas as poedeiras de cada repetição foram pesadas no início e no final do período experimental, para obtenção do ganho de peso médio, mediante a diferença entre as duas pesagens.

O valor da exigência do aminoácido em estudo foi estimado por meio das variáveis estudadas, mediante o uso de modelos de regressão (linear e quadrático) ou LRP (Linear Response Plateau), conforme ajustamento dos dados, utilizando o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – (UFV, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para consumo de ração, consumo de valina, consumo de lisina e eficiência de lisina para produção são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Relações valina:lisina digestível sobre o consumo de ração (CR), consumo de valina(CVAL), consumo de lisina (CL) e eficiência de utilização de Lisina (ELP) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

Tratamento (%) valina)	Relação (%)	CR ³ (g/ave/dia)	CVAL ³ (mg/ave/dia)	CL ³ (mg/ave/dia)	ELP ¹ (g/ave/prod. Total de ovos)
0,615	81	91,39	562,20	693,65	0,804
0,653	86	93,85	612,84	712,32	0,797
0,691	91	94,42	652,44	716,65	0,786
0,729	96	94,82	691,23	719,68	0,784
0,767	101	94,97	728,84	720,82	0,792
0,805	106	94,22	636,28	715,13	0,782
CV (%)		2,41	2,38	2,40	3,20

¹Efeito não significativo; ³Efeito quadrático; CV coeficiente de variação.

Foi observado efeito ($P < 0,05$) das diferentes relações de valina:lisina digestível sobre consumo de ração, que aumentou até o nível 94,74 (tabela 2, figura 1). O consumo de ração estimado (94,74 gramas) foi próximo ao consumo médio esperado (95 gramas) segundo o manual de padrão de desempenho Hy-line W-36 (2013). Ficou evidenciado que a valina em nível muito baixo pode influenciar negativamente o consumo de ração das poedeiras.

Lelis (2010) trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas, alimentadas com rações com cinco relações valina:lisina digestível (84, 88, 92, 96 e 100%), observou efeito linear das relações valina:lisina digestível sobre o consumo de ração.

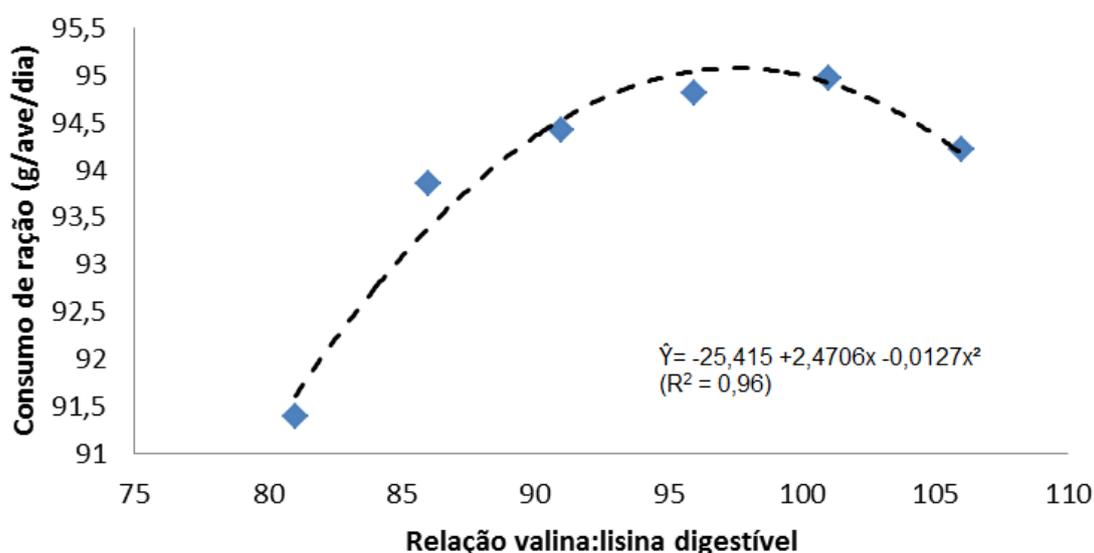


Figura 1 - Efeito da relação valina:lisina digestível na ração sobre o consumo de ração (g/ave/dia) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

As relações valina:lisina influenciaram ($P < 0,05$) o consumo de valina ($\hat{Y} = - 800,61 + 23,912x - 0,084x^2$, $R^2 = 0,99$) e o consumo de lisina ($\hat{Y} = - 0,02067 + 0,0198x - 0,0001x^2$, $R^2 = 0,96$) que seguiu o mesmo comportamento estatístico do consumo de ração, aumentando de forma quadrática até atingir a relação estimada de 97,26%.

Para estabelecer a relação ideal entre o aminoácido estudado com a lisina, é importante que o consumo de ração não tenha variação significativa entre os níveis estudados, o que não ocorreu neste trabalho, uma vez que

houve uma diferença de 29 mg de lisina/ave/dia entre o tratamento com maior e menor consumo de lisina. Assim, para definir a relação valina:lisina ideal, considerou-se a eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos, de modo que o melhor nível seria aquele que resultasse no menor valor para esse parâmetro. Para um mesmo consumo de lisina digestível, o nível de suplementação que proporcionasse a maior produção de ovos indicaria que a relação de valina digestível utilizada é a mais ajustada, pois os níveis desses aminoácidos era o único nutriente que variou entre as dietas. Porém não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) das relações valina:lisina digestível sobre a eficiência de utilização de lisina por produção total de ovos, desta forma, todos os tratamentos apresentaram eficiência de produção semelhante, permitindo assim que a tomada de decisão ocorra, basicamente, pela análise dos parâmetros de produção.

Os resultados obtidos para taxa de postura, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos são apresentados na tabela 3. Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) das relações valina:lisina digestível sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Tabela 3 – Relações valina:lisina digestível sobre a taxa de postura (TP), massa de ovos (MO) e conversão alimentar por massa (CMO) e por dúzia de ovos (CDZ) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

Tratamento (% valina)	Relação (%)	TP ³ (%)	MO ^{3,4} (g)	CMO ^{3,4} (g/g)	CDZ ¹ (kg/Dúzia)
0,615	81	86,36	50,39	1,84	1,27
0,653	86	89,13	52,19	1,78	1,26
0,691	91	91,19	53,79	1,73	1,24
0,729	96	91,74	54,27	1,75	1,24
0,767	101	91,05	53,65	1,74	1,25
0,805	106	90,64	53,41	1,75	1,25
CV (%)		2,58	3,22	3,13	3,20

¹Efeito não significativo; ³Efeito quadrático; ⁴Efeito LRP; CV coeficiente de variação.

Foi observado efeito significativo ($P<0,05$) das diferentes relações valina:lisina digestível na dieta sobre a taxa de postura, que aumentou de forma quadrática até atingir a relação estimada de 97,96% (figura 2). O modelo quadrático é conhecido por superestimar os valores de exigência, desta forma, é possível utilizar um limite de confiança de 95% para a resposta da equação

quadrática (Sakomura & Rostagno, 2007). Utilizando este limite de confiança, encontrou-se a relação valina:lisina digestível ótima de 93,06%.

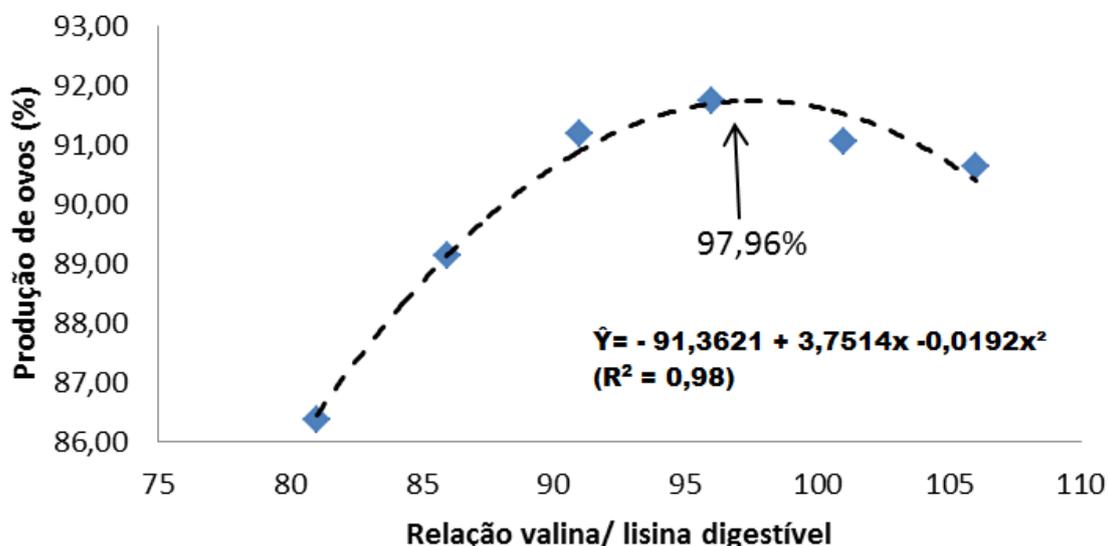


Figura 2 - Efeito da relação valina:lisina digestível na ração sobre a produção de ovos (%) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

A produção de ovos estimada pelo modelo quadrático (91,87%) é inferior ao preconizado pelo manual de padrão de desempenho Hy-line W-36 (2013) para a mesma fase (93,4 %). É importante ressaltar que as dietas foram formuladas com valores subestimados da exigência de lisina digestível, uma vez que o interesse com essa pesquisa foi obter a melhor relação entre valina:lisina digestível.

A relação valina:lisina digestível recomendada por Rostagno et al. (2011) é de 90%, valor inferior ao estimado neste trabalho (93,06%), o que sugere que os valores de lisina recomendados nas Tabelas Brasileiras podem estar superestimados. O NRC (1994) indica exigência diária de valina digestível para poedeiras leves e semi-pesadas de 700 mg/dia, com a relação de valina:lisina de 101%.

Lelis (2010) trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas, alimentadas com rações com cinco relações valina:lisina digestível (84, 88, 92, 96 e 100%) estimou a relação ideal, segundo o modelo LRP, em 91,59%. Bregendahl et al. (2008) avaliaram cinco níveis de valina digestível (0,47; 0,61; 0,74; 0,88 e 1,02%) para poedeiras semipesadas no

período de 28 a 34 semanas de idade e observaram que, segundo o modelo LRP, que a ralação valina:lisina para maior produção de ovos é de 89,59. Harms & Russel (2001) avaliaram o requerimento de valina para poedeiras Hy-Line W-36 com 39 semanas de idade, para isso utilizaram dietas, a base de milho e farelo de soja, com sete níveis de valina digestível (0,765; 0,700; 0,665; 0,630; 0,595; 0,560 e 0,525 %) e verificaram que a produção de ovos aumentou com a utilização de até 0,630% de valina digestível na ração, porém, pelo modelo descontínuo a exigência de valina foi estimada em 592,5 mg/ave/dia.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a massa de ovo quando as poedeiras foram alimentadas com dietas contendo diferentes relações valina:lisina digestível, que aumentou até a relação estimada de 98,10% (tabela 3). Aplicando o limite de confiança de 95% para a resposta quadrática, observou-se como relação ótima de 93,19%.

Pela análise do modelo LRP, que foi o modelo que melhor se ajustou aos dados, observou-se como melhor relação valina:lisina digestível o valor de 90,60%, atingindo o plateau em 53,77 g/ave/dia. Associando o modelo quadrático com o LRP, encontrou-se 92,51% como a melhor relação valina:lisina digestível para massa de ovos (figura 3).

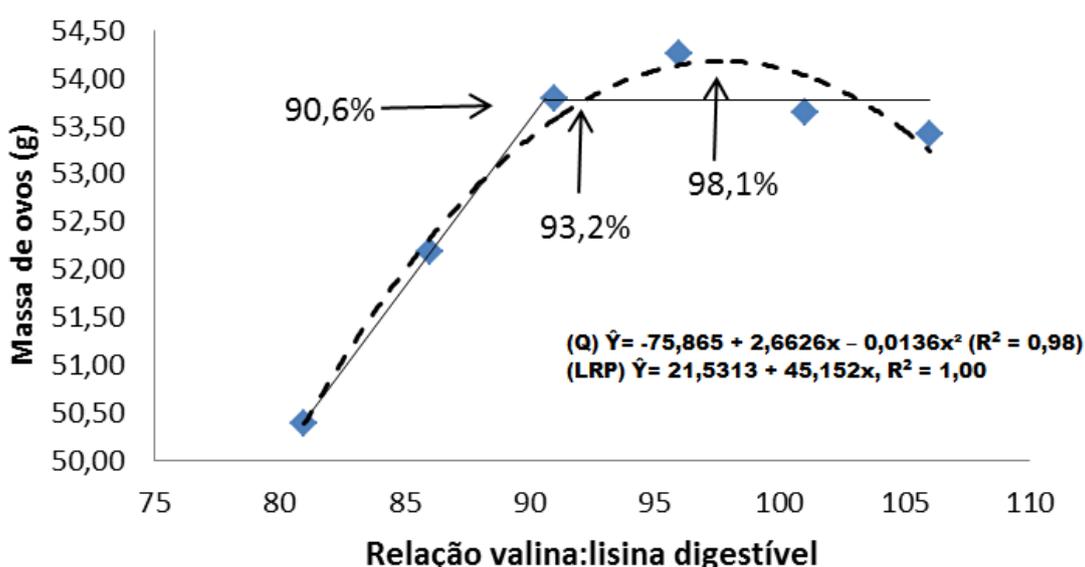


Figura 3 - Efeito da relação valina:lisina digestível na ração sobre a massa de ovo (g) de poedeiras leves de 20 a 40 semanas de idade.

Lelis (2010) trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas, alimentadas com rações com cinco relações valina:lisina digestível (84, 88, 92, 96 e 100%) estimou a relação ideal para maior massa de ovos, segundo o modelo LRP, em 92,46%, valor este superior ao observado, segundo o modelo LRP, neste trabalho (90,6%). Bregendahl et al. (2008) avaliaram cinco relações valina:lisina digestíveis para poedeiras semipesadas no período de 28 a 34 semanas de idade e observaram que, segundo o modelo LRP, que a melhor relação valina:lisina digestível é 94,04%. Harms & Russel (2001) avaliaram exigência de valina para poedeiras Hy-Line W-36 com 39 semanas de idade, para isso utilizaram dietas, a base de milho e farelo de soja, com sete níveis de valina digestível (0,765; 0,700; 0,665; 0,630; 0,595; 0,560 e 0,525 %) e verificaram que a maior massa de ovos foi observada no tratamento com 0,700% de valina digestível.

Houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a conversão alimentar por massa de ovo que melhorou de forma quadrática até o nível estimado de 97,84% (tabela 3). Aplicando o limite de confiança de 95% para a resposta quadrática, observou-se como relação ótima de 92,94%.

Pela análise do modelo LRP, que foi o modelo que melhor se ajustou aos dados, observou-se como melhor relação valina:lisina digestível o valor de 89,14%, atingindo o plateau em 1,744 g/g ($\hat{Y} = 2,7264 - 1,395x$, $R^2 = 1,00$). Associando o modelo quadrático com o LRP, encontrou-se 90,48% como a melhor relação valina:lisina digestível para massa de ovos (figura 4).

O valor médio encontrado de 90,48%, pelos diferentes modelos estatísticos, para a variável conversão por massa de ovo, é inferior ao encontrado por Coon & Zhang (1999), quando trabalharam com poedeiras Hyline W-36 durante o período de 33 a 39 semanas de idade e recomendaram a relação de 102%. Entretanto, os valores estão próximos aos recomendados por Leeson & Summers (2005), quando utilizaram poedeiras de 32 a 45 semanas de idade, e recomendaram a relação de 89% de valina:lisina total e por Rostagno et al. (2011), para poedeiras leves e semipesadas, de 90%.

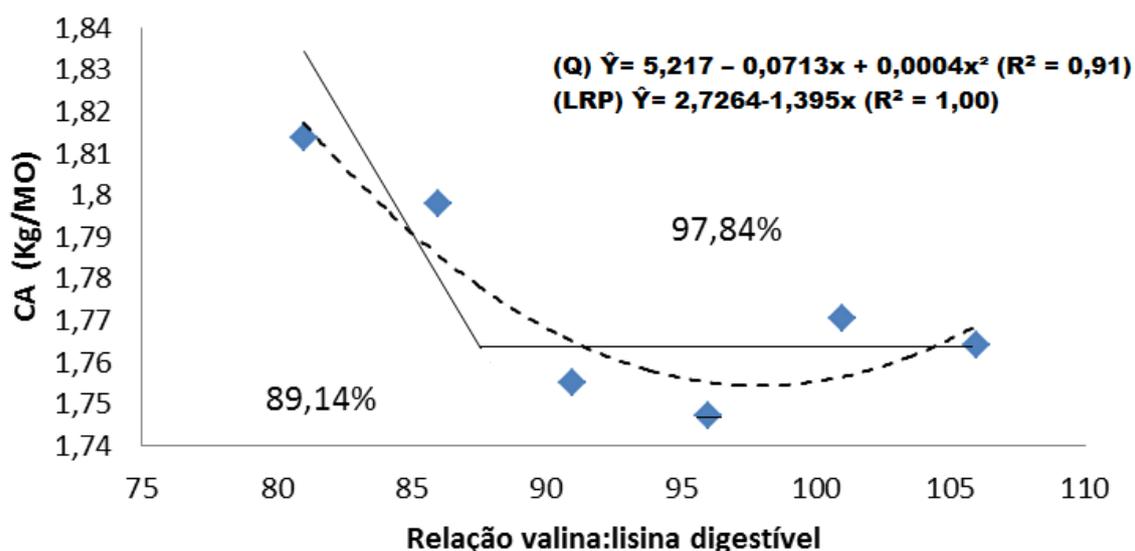


Figura 4 - Efeito da relação valina:lisina digestível na ração sobre a conversão alimentar (g/g) de poedeiras leves, no período de 24 a 40 semanas de idade.

Os resultados obtidos para peso médio dos ovos, peso de gema, peso do albúmen e peso de casca são apresentados na tabela 4, entretanto, não foi observado efeito ($P > 0,05$) das relações valina:lisina digestível sobre nenhuma desses parâmetros. De forma semelhante, Lelis (2010) trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas, alimentadas com rações com cinco relações valina:lisina digestível (84, 88, 92, 96 e 100%), também não observou efeito significativo das relações valina:lisina digestível sobre nenhum desses parâmetros.

Tabela 4 – Relações valina:lisina digestível sobre o peso médio de ovos (PMO), peso de gema (PG), peso de albúmen (PA) e peso de casca de ovos (PC) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

Tratamento (% valina)	Relação (%)	PMO ¹ (g)	PG ¹ (g)	PA ¹ (g)	PC ¹ (g)
0,615	81	58,38	15,282	37,597	5,374
0,653	86	58,56	14,831	38,311	5,316
0,691	91	58,98	14,893	38,641	5,383
0,729	96	59,17	15,316	38,230	5,544
0,767	101	58,91	15,244	38,345	5,474
0,805	106	58,93	15,239	38,464	5,419
CV (%)		2,26	2,70	2,97	4,54

¹Efeito não significativo; CV coeficiente de variação.

Os resultados obtidos para balanço de nitrogênio, ganho de peso e ovos não comercializáveis são apresentados na tabela 5. Não foi observado efeito ($P>0,05$) das diferentes relações valina:lisina digestível sobre os parâmetros balanço de nitrogênio e ovos não comercializáveis.

Tabela 5 – Relações valina:lisina digestível sobre o balanço de nitrogênio (BN), ganho de peso por unidade experimental (GP) e ovos não comercializáveis (ONC) de poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade.

Tratamento (% valina)	Relação (%)	BN ¹ (%)	GP ² (g/ave)	ONC ¹ (%)
0,615	81	41,71	43,85	0,43
0,653	86	39,86	46,32	0,60
0,691	91	40,68	47,14	0,35
0,729	96	40,34	49,06	0,24
0,767	101	39,25	56,20	0,43
0,805	106	40,46	49,96	0,47
CV (%)		14,9	16,65	73,27

¹Efeito não significativo; ²Efeito linear; CV coeficiente de variação.

Houve efeito linear ($P<0,05$) das relações valina:lisina digestível sobre o ganho de peso. O maior valor de ganho de peso das aves (56,20 g/ave) ficou abaixo do estabelecido pelo manual da linhagem (60 g/ave) no período de 24 a 40 semanas de idade. É conveniente destacar que as aves receberam um nível subótimo de lisina, que provavelmente influenciou sobre o ganho de peso das aves.

CONCLUSÃO

A melhor relação valina:lisina digestível para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade, segundo a taxa de postura, é de 93,06%.

REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T. M; et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science** v. 81, p. 485–494, 2002.
- BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A.; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744–758, 2008.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de metionina+cistina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1228-1236, 2010.
- CALDERANO, A.A.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible tryptophan:digestible lysine ratio in diets for laying hens from 24 to 40 weeks of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.10, p.2176-2182, 2012.
- 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), **Centraal Veevoederbureau**, Lelystad, the Netherlands.
- COON, C., ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layers examined. **Feedstuffs**, v. 71, n. 14, p.13–15, 1999.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- HARMS, R. H.; AND RUSSELL, G. B. Evaluation of Valine Requirement of the Commercial Layer using a Corn-Soybean Meal Basal Diet. **Poultry Science** v.80: p.215–218, 2001.
- LEESON, S., & SUMMERS, J. D.. **Commercial poultry production**. 3ª ed. University Books, Guelph, Ontario, Canada, 2005.
- LELIS (2010) **Atualização da proteína ideal para poedeiras semipesadas: treonina e valina**. 2010. . 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

- MANUAL DE PADRÕES DE DESEMPENHO**- Hy-line W-36, 3ª edição, 2013, 24p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9ª ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.38, n.9, p.1726-1731, 2009.
- ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, b. (CD-ROM).
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011, 252 p.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema para análise estatística e genética – SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

CAPÍTULO 2

RELAÇÕES VALINA:LISINA DIGESTÍVEIS EM RAÇÕES PARA POEDEIRAS LEVES DE 42 A 58 SEMANAS DE IDADE

Relações valina:lisina digestíveis em rações para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

RESUMO

Objetivou-se determinar a relação ideal valina:lisina digestível para poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade. Foram utilizadas 288 poedeiras Hy-Line W-36, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com seis tratamentos, oito repetições e seis aves por unidade experimental. Ao completarem 42 semanas de idade as aves foram submetidas aos tratamentos experimentais que consistiram de rações isonutritivas, exceto para os níveis de valina digestível. Os níveis de valina digestível nas dietas experimentais foram 0,639; 0,678; 0,717; 0,757; 0,796 e 0,835%, proporcionando relações valina:lisina digestível de 81; 86; 91; 96; 101 e 106%, respectivamente. Foi utilizado um nível subótimo de lisina digestível nas rações de 0,788%. Os seguintes parâmetros foram avaliados: consumo alimentar (ração, valina digestível e lisina digestível), porcentagem de postura, peso médio dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar (dúzia e massa de ovos), eficiência de utilização de lisina digestível, componentes dos ovos, ganho de peso, ovos não comercializáveis e balanço de nitrogênio. Foi observado efeito linear sobre o consumo de valina digestível. Houve efeito quadrático sobre a porcentagem de postura e sobre a massa de ovos. O modelo LRP apresentou ajuste para o parâmetro ganho de peso. Recomenda-se a relação valina:lisina digestível de 92,47% para poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade.

Palavras-chave: galinhas poedeiras, aminoácidos de cadeia ramificada, exigências nutricionais, proteína ideal.

Valine:lysine ratio in diets for white leghorn hens from 42 to 58 weeks of age.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the ideal ratio of digestible valine:digestible lysine in diets for light laying hens from 42 to 58 weeks of age. A total of 288 laying hens Hy-Line W-36 were used. The hens were distributed in a completely randomized experimental design with 6 treatments, 8 replicates and 6 hens per experimental unit. When they completed 42 weeks of age the birds received the experimental treatments that consisted of diets isonutrient, except for levels of digestible valine. The levels of digestible valine used in diets were 0,639; 0,678; 0,717; 0,757; 0,796 and 0,835%, providing ratios of digestible valine:digestible lysine of 81; 86; 91; 96; 101 and 106%. Was used a suboptimal level of digestible lysine in the diets of 0.788%. The following parameters were evaluated: food intake (feed, digestible tryptophan and digestible lysine), egg production, average egg weight, egg mass, feed conversion (dozen eggs and egg mass), efficiency of digestible lysine utilization, egg components, weight gain, eggs unmarketable and nitrogen balance. was observed linear effect on digestible valine intake. There was quadratic effect on egg production and egg mass. For weight gain there was best fitted of the data to the LRP model. The ideal valine digestible: lysine ratio is 92,47.

Keywords: branched chain amino acids, nutritional requirements, laying hens, ideal protein.

INTRODUÇÃO

O avanço genético tende a tornar as poedeiras comerciais mais produtivas e exigentes, principalmente em relação aos aspectos nutricionais. Essa situação demanda estudos permanentes de atualização das exigências nutricionais, de forma que o potencial de produção das aves possa ser otimizado. Especialmente em relação aos aminoácidos, as exigências devem ser precisamente estabelecidas, pois tanto o excesso quanto a falta podem causar prejuízos ao desempenho das aves.

É papel do nutricionista ajustar o aporte de nutrientes às necessidades das aves, proporcionando o seu bom desempenho e bem estar, com o menor custo possível. Assim, fontes proteicas utilizadas nas rações vêm sendo parcialmente substituídas por aminoácidos industriais. Isso permite uma nutrição mais precisa, reduzindo excessos de aminoácidos fornecidos às aves. A redução de proteína bruta das rações, aliada a suplementação com aminoácidos sintéticos, é embasada no conceito de proteína ideal. Esse conceito vem sendo amplamente estudado e utilizado na nutrição de monogástricos. Sua adoção, além de possibilitar a redução da inclusão de farelo de soja nas rações e do custo de produção, também reduz a excreção de nitrogênio para o ambiente.

A proteína ideal estabelece que os aminoácidos sejam expressos como proporções ideais em relação à lisina, aminoácido adotado como referência. Uma vez estabelecido o perfil ideal, as exigências dos aminoácidos podem ser estimadas a partir da exigência de lisina. Entretanto, ainda não existe considerável consenso sobre o perfil ideal de aminoácidos que reflita as reais necessidades das poedeiras comerciais, principalmente quando se refere a relação valina:lisina digestível ideal.

A valina é um aminoácido essencial potencialmente limitante em dietas compostas principalmente por milho e farelo de soja para aves (Corzo et al., 2009). Essa limitação é particularmente evidente para aves mais velhas quando a proteína da dieta diminui e os grãos utilizados como fonte de energia aumentam em participação na constituição da dieta.

Pesquisas abordando as exigências de valina digestível e sua relação ideal com a lisina, para galinhas poedeiras são escassas. Os resultados obtidos na literatura são conflitantes quanto à relação ideal de valina:lisina

digestível, indicando a necessidade de mais investigações sobre a exigência de valina para galinhas poedeiras. Além disso, a maioria das pesquisas sobre exigências nutricionais de aminoácidos para poedeiras se concentram durante o pico de produção, deixando de lado a fase de pós pico de postura. No entanto, considerando que o ciclo produtivo das poedeiras comerciais normalmente vai de 17 a 80 semanas de idade, pesquisas durante os outros períodos de produção também são importantes.

O objetivo com este trabalho foi determinar a relação valina:lisina digestível ideal em rações para poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de fevereiro a junho de 2012 nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram utilizadas 288 galinhas poedeiras Hy-Line W-36 com 42 semanas de idade, com peso médio inicial de 1,502 kg. As aves foram adquiridas com 40 semanas de idade. Até entrarem em fase experimental, foram manejadas de acordo com as recomendações do manual da linhagem e alimentadas segundo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2011).

As aves foram alojadas aos pares em gaiolas de 25x40x45 cm, instaladas em um galpão com 24x8 m, fechado nas laterais com tela e com cobertura de telhas de barro em duas águas. Quando completaram 40 semanas de idade, as aves foram pesadas e distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, padronizando-as pelo peso corporal em oito repetições com seis aves cada. A produção de ovos foi contabilizada durante o período de 40 a 42 semanas de idade. Antes do fornecimento das dietas experimentais foi realizada uma uniformização das aves nos tratamentos de acordo com a porcentagem de postura.

Ao completarem 42 semanas de idade, as aves foram submetidas aos tratamentos experimentais. Os tratamentos consistiram de rações isocalóricas e isonutritivas, exceto para os níveis de valina digestível que variaram em seis níveis. Foi utilizado um nível subótimo de lisina digestível nas dietas (0,788%), para um consumo médio diário/ave de 95 g de ração e de 749 mg de lisina digestível. O nível subótimo foi importante para garantir que toda lisina digestível consumida fosse utilizada e a relação ideal de valina:lisina digestível

estimada refletisse as reais necessidades das aves. Os níveis de valina digestível nas dietas experimentais foram 0,639; 0,678; 0,717; 0,757; 0,796 e 0,835%, proporcionando relações valina:lisina digestível de 81; 86; 91; 96; 101 e 106% (Tabela 1). As suplementações com L-valina foram feitas em substituição ao L-glutâmico em equivalente protéico. Em todas as dietas foram mantidas as mesmas relações entre os outros aminoácidos e a lisina.

A exigência de lisina utilizada foi a determinada segundo Rocha et al. (2009), a relação metionina + cistina segundo Brumano et al. (2010), a relação treonina:lisina segundo Rocha et al. (2009b) e a relação triptofano:lisina por Calderano et al. (2012). A relação dos demais aminoácidos foi determinada dois pontos percentuais acima dos valores preconizados por Rostagno et al. (2011). Os demais nutrientes contidos na ração, exceto os aminoácidos e a proteína bruta, atenderam as recomendações preconizadas por Rostagno et al. (2011).

As rações foram fornecidas diariamente às 8:00 e 16:00 horas. Durante todo experimento, o consumo de ração foi estabelecido em até 95 g/ave/dia. A água foi fornecida a vontade.

O programa de luz adotado foi o mesmo utilizado no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da UFV que consiste do fornecimento de 17 horas de luz diárias. O controle do fornecimento de luz foi realizado por meio de um relógio digital (timer), que garantiu o acender e apagar das luzes conforme necessário.

As temperaturas no galpão foram monitoradas uma vez ao dia, às 8 h, por meio de dois termômetros de máxima e mínima, que estavam distribuídos em pontos distintos por todo o galpão, posicionados à altura das aves. As temperaturas ambientais mínima e máxima variaram de 8°C a 18°C e de 22°C a 32 °C, com média de $14,3 \pm 2,4$ e $28,9 \pm 3,2$, respectivamente. Desta forma, pode-se inferir que as aves foram submetidas a períodos de altas temperaturas, fora da faixa de termoneutralidade para poedeiras no período de produção, que é de 15 a 28 °C, segundo Ferreira (2005).

Tabela 1 - Composição percentual e valor nutricional das dietas na matéria natural

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho grão	68,278	68,278	68,278	68,278	68,278	68,278
Farelo de soja 45%	16,234	16,234	16,234	16,234	16,234	16,234
Calcário	9,955	9,955	9,955	9,955	9,955	9,955
Fosfato bicálcico	1,691	1,691	1,691	1,691	1,691	1,691
Sal comum	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524
Óleo de soja	1,674	1,674	1,674	1,674	1,674	1,674
Carbonato de potássio	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141	0,141
DL-metionina 99%	0,365	0,365	0,365	0,365	0,365	0,365
L-lisina HCl 78%	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229
L-treonina 98%	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088
L-isoleucina 99%	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171	0,171
L-triptofano 98%	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152	0,152
L-valina 96,5%	0,043	0,083	0,124	0,165	0,206	0,246
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina (60%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Ácido glutâmico	0,300	0,248	0,197	0,144	0,093	0,042
Amido	0,100	0,111	0,122	0,133	0,144	0,155
Total	100	100	100	100	100	100
Composição (%)						
Ácido linoléico	2,317	2,317	2,317	2,317	2,317	2,317
Cálcio	4,230	4,230	4,230	4,230	4,230	4,230
Fósforo disponível	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395
Cloro	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355	0,355
Potássio	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611	0,611
Sódio	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254
Energ. Met. (kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900	2900
Proteína Bruta	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45
Arginina digestível	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788
Fenilalanina digestível	0,619	0,619	0,619	0,619	0,619	0,619
Fenilalanina+tirosina dig.	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991	0,991
Histidina digestível	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352	0,352
Isoleucina digestível	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645	0,645
Leucina digestível	1,183	1,183	1,183	1,183	1,183	1,183
Lisina digestível	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788
Metionina+cistina dig.	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788
Metionina digestível	0,561	0,561	0,561	0,561	0,561	0,561
Treonina digestível	0,592	0,592	0,592	0,592	0,592	0,592
Triptofano digestível	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
Valina digestível	0,639	0,678	0,717	0,757	0,796	0,835
Relação Valina/lisina	81	86	91	96	101	106

¹Quantidade por kg de ração: vit. A - 7200 UI; vit D3 - 1600 UI; vit. E - 5 UI; vit B1 - 0,9 mg; vit B2 - 2,7 mg; vit B6 - 1,5 mg; pantotenato de cálcio - 5,9 mg; biotina - 0,02 mg; vit. K3 - 1,1 mg; ác. Fólico - 0,25 mg; niacina - 16 mg; vit. B12 - 7,2 mcg; selênio - 0,25 mg.

²Quantidade por kg de ração: manganês - 75 mg; ferro - 50 mg; zinco - 70 mg; cobre - 8 mg; iodo - 0,75 mg.

³BHT

O período experimental teve duração de 16 semanas e foi subdividido em quatro ciclos de coleta dos ovos, cada um correspondente a 28 dias, para avaliação dos seguintes parâmetros:

- Consumo alimentar: foi determinado o consumo de ração, de valina digestível e de lisina ao término de cada período de 28 dias, por meio da divisão da quantidade de ração (g), de valina (mg) e de lisina (mg) consumida, respectivamente, em cada unidade experimental, pelo número de aves das unidades experimentais por dia.
- Produção de ovos: foi computada diariamente e de acordo com o número de aves alojadas por unidade experimental.
- Conversão alimentar: foi calculada pela divisão do consumo de ração pela produção em dúzias de ovos (kg/dúzia) e pela massa de ovos (kg/kg), em cada um dos quatro ciclos.
- Peso médio dos ovos: foram utilizados todos os ovos íntegros coletados nos três últimos dias de cada um dos quatro ciclos de 28 dias. A média do peso dos ovos foi obtida pela divisão do peso total dos ovos coletados pelo número de ovos coletados, por unidade experimental e expressos em gramas.
- Massa de ovos: foi expressa em gramas de ovos por ave por dia (g/ave/dia), multiplicando o peso médio dos ovos no ciclo pelo número total de ovos produzidos no respectivo ciclo, dividido pelo número total de aves dos dias relativos a esse período.
- Ovos não-comerciais: foram computados os ovos trincados, quebrados, de casca mole, sem casca, de duas gemas e sem gema. A relação de ovos perdidos e o total de ovos produzidos no experimento foram apresentados na forma de porcentagem para cada um dos tratamentos.
- Componentes dos ovos: foram coletados dois ovos por dia de cada repetição durante os três últimos dias a cada período de 28 dias. Obteve-se, primeiramente, o peso total do ovo e, em seguida, procedeu-se a sua quebra para a pesagem da gema e da casca. Para realizar a separação dos componentes dos ovos (gema, casca e albúmen), utilizou-se um separador de gemas convencional. As cascas foram lavadas, secas ao ar e, na sequência, pesadas. O peso do albúmen foi

obtido pela diferença entre o peso total do ovo menos o peso da casca e da gema. A gema, o albúmen e a casca foram determinados em porcentagem.

- Balanço de nitrogênio: foi realizada a coleta total das excretas nos três últimos dias do período experimental para posterior análise da excreção de nitrogênio. O balanço de nitrogênio é dado em porcentagem, levando em consideração o total retido do nitrogênio retido pela ave sobre o total ingerido.
- Ganho de peso: todas as poedeiras de cada repetição foram pesadas no início e no final do período experimental, para obtenção do ganho de peso médio, mediante a diferença entre as duas pesagens.

O valor da exigência do aminoácido em estudo foi estimado por meio das variáveis estudadas, mediante o uso de modelos de regressão (linear e quadrático) ou LRP (Linear Response Plateau), conforme ajustamento dos dados, utilizando o programa SAEG – Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas – (UFV, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para consumo de ração, consumo de valina e consumo de lisina são apresentados na tabela 2. Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) das diferentes relações valina:lisina digestível sobre o consumo de ração e sobre o consumo de lisina. O consumo de ração médio observado neste experimento (93,85g/ave/dia) foi inferior ao recomendado pelo manual da linhagem Hy-Line W36 (2013) para o mesmo período de produção (94,8 g/ave/dia), possivelmente como resposta ao estresse por calor, ao qual essas aves foram submetidas.

Foi observado efeito linear crescente ($P < 0,05$) das diferentes relações de valina:lisina digestível sobre o consumo de valina, segundo a equação $\hat{Y} = -0,0355 + 0,0078x$ ($R^2 = 0,96$) (tabela 2, figura 1). O aumento no consumo de valina ser explicado pelo consumo de ração das aves, que não variou significativamente, e pelos níveis crescentes de valina digestível presente nas rações. Como o consumo de ração não variou entre os tratamentos, o aumento do consumo de valina está diretamente relacionado com sua concentração na ração.

Tabela 2 – Relações valina:lisina digestível sobre o consumo de ração (CR), consumo de valina (CVAL) e consumo de lisina (CL) de Lisina de poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade.

Tratamento (% valina)	Relação (%)	CR ¹ (g/ave/dia)	CVAL ² (mg/ave/dia)	CL ¹ (mg/ave/dia)
0,639	81	93,374	596,63	735,79
0,678	86	93,689	635,21	738,27
0,717	91	93,653	671,49	737,99
0,757	96	93,163	705,25	752,24
0,796	101	95,462	759,88	728,38
0,835	106	93,761	782,90	738,84
CV (%)		2,44	2,45	2,44

¹Efeito não significativo; ²Efeito linear; CV coeficiente de variação.

Os resultados obtidos para taxa de postura, massa de ovos, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos são apresentados na tabela 3. Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) das relações valina:lisina digestível sobre a conversão alimentar por massa de ovos e sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Tabela 3 – Relações valina: lisina digestível sobre a taxa de postura (TP), massa de ovos (MO) e conversão alimentar por massa (CMO) e por dúzia de ovos (CDZ) de poedeiras de 42 a 58 semanas de idade.

Tratamento (% valina)	Relação (%)	TP ³ (%)	MO ³ (g)	CMO ¹ (g/g)	CDZ ¹ (Kg/Dúzia)
0,639	81	85,504	51,569	1,736	1,275
0,678	86	92,634	56,418	1,586	1,178
0,717	91	95,313	59,145	1,572	1,162
0,757	96	94,568	57,640	1,627	1,168
0,796	101	94,330	57,358	1,709	1,215
0,835	106	93,601	57,131	1,650	1,179
CV (%)		2,35	3,04	9,95	6,86

¹Efeito não significativo; ³Efeito quadrático; CV coeficiente de variação.

Foi observado efeito ($P<0,05$) das diferentes relações valina:lisina digestível na dieta sobre a taxa de postura, que aumentou de forma quadrática pela análise de regressão, até atingir a máxima produção de ovos com a relação de valina:lisina digestível de 97,34% (figura 2).

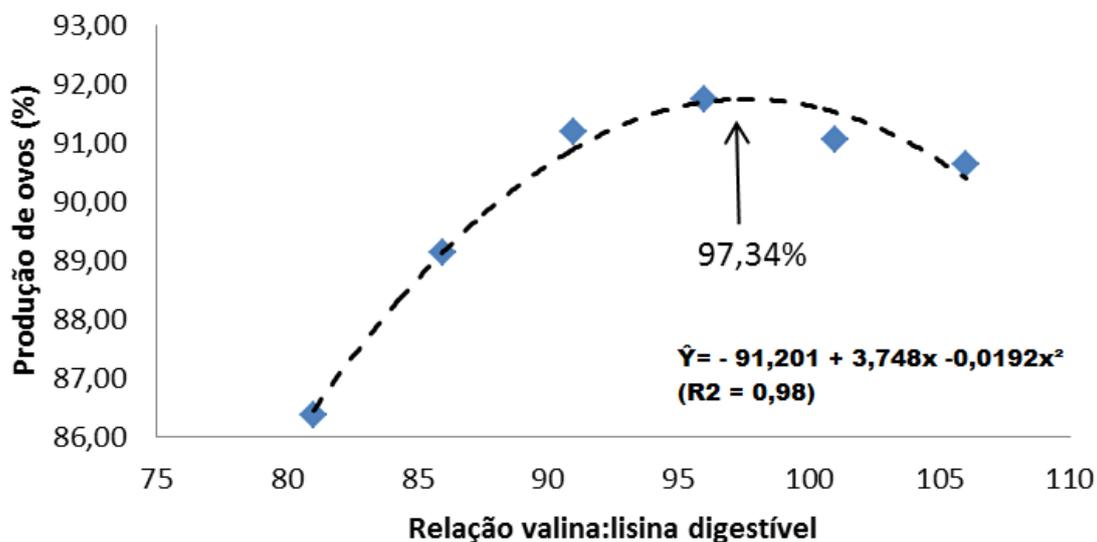


Figura 2 - Efeito da relação valina:lisina digestível na ração sobre a produção de ovos de poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade.

O modelo quadrático é conhecido por superestimar os valores de exigência (Sakomura & Rostagno, 2007), desta forma, é possível utilizar um limite de confiança de 95% para a resposta da equação quadrática. Utilizando este limite de confiança, encontrou-se a relação valina:lisina digestível ótima de 92,47%.

A taxa de postura referente a melhor relação valina:lisina digestível foi de 991,71%, valor superior ao recomendado pelo manual de padrão de desempenho Hy-line W-36 (2013) para a mesma fase (87,17 %). É importante ressaltar que as dietas foram formuladas com valores subótimos da exigência de lisina digestível, uma vez que o interesse com essa pesquisa foi obter a melhor relação entre valina:lisina digestível, desta forma, esperava-se que a taxa de postura média deste experimento fosse inferior ao recomendado pelo manual de linhagem em condições ótimas. Porém as relações metionina+cistina:lisina, Treonina:lisina, Triptofano:lisina e isoleucina:lisina utilizadas neste trabalho são superiores ao recomendado por Rostagno et al. (2011) e pelo manual de padrão de desempenho Hy-line W-36. Essas relações foram estimadas em uma série de estudos, dentro de uma mesma linha de pesquisa, podendo refletir a relações aminoácido:lisina mais adequadas, refletindo em uma melhor resposta produtiva pelas aves.

A relação valina:lisina digestível recomendada por Rostagno et al. (2011) é de 90%, valor inferior ao estimado neste trabalho (92,47%), o que sugere que os valores de lisina recomendados pelas Tabelas Brasileiras podem estar superestimados. O NRC (1994) indica como exigência diária de valina total para poedeiras leves e semi-pesadas de 700 mg/dia, que corresponde a uma relação de valina:lisina de 101%.

Lelis (2010) trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas, alimentadas com rações com cinco relações valina:lisina digestível (84, 88, 92, 96 e 100%) estimou a relação ideal, segundo o modelo LRP, em 91,59%. Bregendahl et al. (2008) avaliaram cinco níveis de valina digestível para poedeiras semipesadas no período de 28 a 34 semanas de idade e observaram que, segundo o modelo LRP, a melhor relação valina:lisina digestível é de 89,59%.

Houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a massa de ovo quando as poedeiras foram alimentadas com dietas contendo diferentes relações valina:lisina digestível. A massa de ovo aumentou de forma quadrática até atingir 54,22 g, que corresponde a relação valina:lisina digestível de 96,83% (tabela 3, figura 3). Aplicando o limite de confiança de 95% para a resposta quadrática, observou-se como relação ótima de 91,99%.

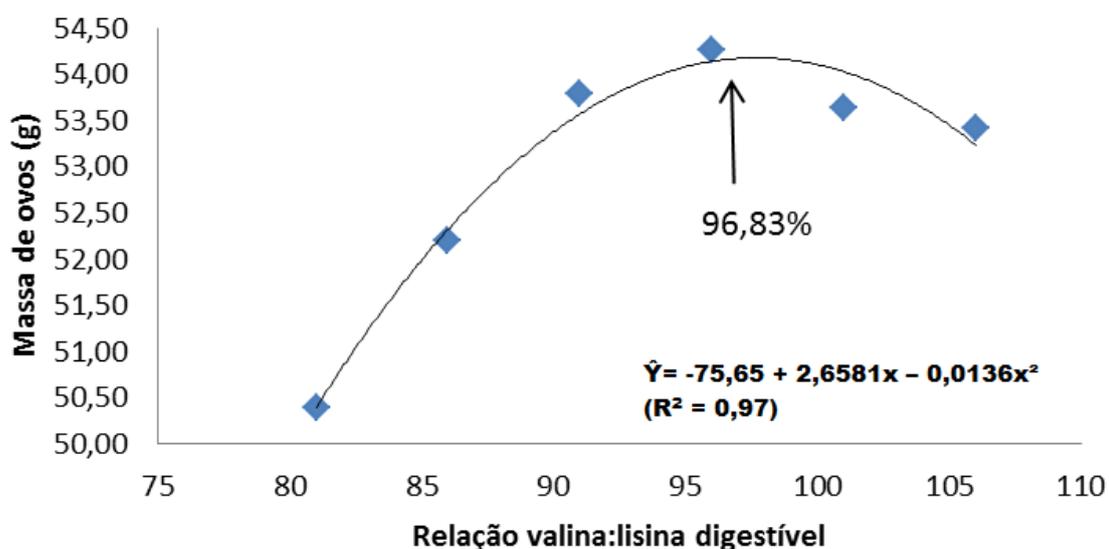


Figura 3 - Efeito da relação valina:lisina digestível na ração sobre a massa de ovo (g) de poedeiras leves de 20 a 40 semanas de idade.

Lelis (2010) trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas, alimentadas com rações com cinco relações valina:lisina digestível (84, 88, 92, 96 e 100%) estimou a relação ideal para maior massa de ovos, segundo o modelo quadrático, em 96,71%, valor semelhante ao observado, segundo o modelo quadrático, no presente trabalho (96,83%). Entretanto, ao utilizar o modelo LRP, o autor recomendou a relação de 92,46% para massa de ovos, valor próximo ao observado neste trabalho (91,11%) segundo a estimativa de 95% da quadrática. Bregendahl et al. (2008) avaliaram cinco níveis de valina digestível para poedeiras semipesadas no período de 28 a 34 semanas de idade e observaram que, segundo o modelo LRP, que a melhor relação valina:lisina digestível é de 94,04%. Harms & Russel (2001) avaliaram exigência de valina para poedeiras Hy-Line W-36 com 39 semanas de idade, para isso utilizaram dietas, a base de milho e farelo de soja, com sete níveis de valina digestível (0,765; 0,700; 0,665; 0,630; 0,595; 0,560 e 0,525 %) e verificaram que a maior massa de ovos foi observada no tratamento com consumo de 700 mg de valina digestível/ave/dia, valor semelhante ao consumo de 720 mg/ave/dia de valina digestível observado neste trabalho.

Os resultados obtidos para peso médio dos ovos, peso de gema, peso do albúmen e peso de casca são apresentados na tabela 4, entretanto, não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) das relações valina:lisina digestível sobre nenhuma dessas variáveis. De forma semelhante, Lelis (2010) trabalhando com poedeiras semipesadas no período de 42 a 54 semanas, alimentadas com rações com cinco relações valina:lisina digestível (84, 88, 92, 96 e 100%), também não observou efeito significativo das relações valina:lisina digestível sobre nenhum desses parâmetros.

Os resultados obtidos para balanço de nitrogênio, ganho de peso e ovos não comercializáveis são apresentados na tabela 5. Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) das diferentes relações valina:lisina digestível sobre os parâmetros peso balanço de nitrogênio e ovos não comercializáveis.

Tabela 4 – Relações valina:lisina digestível sobre o peso médio de ovos (PMO), peso de gema (PG), peso de albúmen (PA) e peso de casca (PC) de ovos de poedeiras leves no período de 42 a 58 semanas de idade.

Tratamento (% valina)	Relação (%)	PMO ¹ (g)	PG ¹ (g)	PA ¹ (g)	PC ¹ (g)
0,639	80	60,296	15,338	39,300	5,658
0,678	85	60,905	15,099	40,158	5,648
0,717	90	62,069	15,684	40,594	5,791
0,757	95	60,952	15,505	39,792	5,655
0,796	100	60,804	15,282	39,687	5,836
0,835	105	61,045	15,708	39,734	5,604
CV (%)		2,14	3,69	2,56	4,35

¹Efeito não significativo; CV coeficiente de variação.

Para o parâmetro ganho de peso, não foi constatado efeito significativo ($P > 0,05$) dos modelos de regressão, no entanto, pela análise do modelo LRP, observou-se que o ganho de peso atingiu um platô na relação valina:lisina digestível de 93,91%.

Tabela 5 – Relações valina:lisina digestível sobre o balanço de nitrogênio (BN), ganho de peso por unidade experimental (GP) e ovos não comercializáveis (ONC) de poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade.

Tratamento (% valina)	Relação (%)	BN ¹ (%)	GP ⁴ (g/ave)	ONC ¹ (%)
0,639	80	39,24	30,56	0,642
0,678	85	38,96	32,55	0,892
0,717	90	39,86	33,83	0,529
0,757	95	40,98	36,06	0,387
0,796	100	40,13	35,20	0,651
0,835	105	40,58	36,89	0,637
CV (%)		17,53	16,35	68,53

¹ Efeito não significativo; ⁴ Efeito LRP; CV coeficiente de variação.

O valor do ganho de peso médio das aves (33,27 g/ave) ficou abaixo do estabelecido pelo manual da linhagem (40 g/ave) no período de 42 a 58 semanas de idade, provavelmente devido ao uso do teor subótimo de lisina;

CONCLUSÃO

A melhor relação valina:lisina digestível para poedeiras leves de 42 a 58 semanas de idade, segundo a produção de ovos, é de 92,47%

REFERÊNCIAS

- BAKER, D.H.; BATAL, A.B.; PARR, T. M; et al. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science** v. 81, p. 485–494, 2002.
- BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S.A.; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v.87, p.744–758, 2008.
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de metionina+cistina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1228-1236, 2010.
- CALDERANO, A.A.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible tryptophan:digestible lysine ratio in diets for laying hens from 24 to 40 weeks of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.10, p.2176-2182, 2012.
- 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), **Centraal Veevoederbureau**, Lelystad, the Netherlands.
- COON, C., ZHANG, B. Ideal amino acid profile for layers examined. **Feedstuffs**, v. 71, n. 14, p.13–15, 1999.
- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- HARMS, R. H.; AND RUSSELL, G. B. Evaluation of Valine Requirement of the Commercial Layer using a Corn-Soybean Meal Basal Diet. **Poultry Science** v.80: p.215–218, 2001.
- LEESON, S., & SUMMERS, J. D.. **Commercial poultry production**. 3^a ed. University Books, Guelph, Ontario, Canada, 2005.
- LELIS (2010) **Atualização da proteína ideal para poedeiras semipesadas: treonina e valina**. 2010. . 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

- MANUAL DE PADRÕES DE DESEMPENHO**- Hy-line W-36, 3ª edição, 2013, 24p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9ª ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.38, n.9, p.1726-1731, 2009.
- ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em rações para poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, b. (CD-ROM).
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T. DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª. ed. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011, 252 p.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep. 283 p. 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema para análise estatística e genética – SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

APÊNDICE

Tabela 1 – Equações de regressão segundo os diferentes modelos testados para poedeiras leves submetidas a diferentes relações valina:lisina digestível de 24 a 40 semanas de idades

Parâmetro	Equação de regressão	Exigência (%)	R ²	SQD
Modelo quadrático				
Consumo de ração (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -25,415 + 2,4706x - 0,0127x^2$	0,771	0,96	8,344757
Consumo de valina (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -800,61 + 23,912 - 0,084x^2$	-	0,99	0,02963
consumo de lisina (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -0,02067 + 0,0198x - 0,0001x^2$	-	0,96	0,000537
Taxa de Postura (%)	$\hat{Y} = -91,362 + 3,7514x - 0,0192x^2$	0,772	0,98	19,558
Massa de ovos (g)	$\hat{Y} = -75,865 + 2,6626x - 0,0136x^2$	0,773	0,97	9,998
Conversão alimentar/ massa de ovos	$\hat{Y} = 5,217 - 0,0713x + 0,0004x^2$	0,771	0,91	0,007
95% da quadrática				
Consumo de ração (g/ave/dia)	-	0,73245	-	-
Consumo de valina (g/ave/dia)	-	-	-	-
consumo de lisina (g/ave/dia)	-	-	-	-
Taxa de Postura (%)	-	0,7334	-	-
Postura/ ave-dia	-	0,7334	-	-
Massa de ovos (g)	-	0,73435	-	-
Conversão alimentar/ massa de ovos	-	0,73245	-	-
Modelo LRP				
Postura/ ave-dia	$\hat{Y} = 47,0252 + 77,753x$	0,7082		0,3876486
Massa de ovos (g)	$\hat{Y} = 21,5313 + 45,152x$	0,7142	1,00	0,3876000
Conversão alimentar/ massa de ovos	$\hat{Y} = 2,7264 - 1,395x$	0,7025	1,00	0,0001000
Modelo quadrático associado ao modelo LRP				
Massa de ovos (g)	-	0,729	-	-
Conversão alimentar/ massa de ovos	-	0,713	-	-
Modelo linear				
Consumo de ração (g/ave/dia)	$\hat{Y} = 84,4654 + 12,8277x$	$\geq 0,8389$	0,53	4,593613
Consumo de Valina (mg/ave/dia)	$\hat{Y} = -0,064696 + 1,0275x$	-	0,99	0,029
consumo de lisina (g/ave/dia)	$\hat{Y} = 0,674879 + 0,102494x$	-	0,41	0,00029
Taxa de Postura (%)	$\hat{Y} = 75,3778 + 19,8102$	$\geq 0,8389$	0,44	10,9555
Postura/ ave-dia	$\hat{Y} = 0,844231 + 22,1875$	$\geq 0,8389$	0,44	13,7426
Massa de ovos (g)	$\hat{Y} = 42,4127 + 14,2601$	$\geq 0,8389$	0,44	5,6767
Conversão alimentar/ massa de ovos	$\hat{Y} = 2,03529 - 0,368447$	$\geq 0,8389$	0,34	0,37897
Peso final (Kg)	$\hat{Y} = 8,68282 + 1,151217x$	$\geq 0,8389$	0,50	0,064
Mudança de peso (g/ave)	$\hat{Y} = 97,5966 + 263,949x$	$\geq 0,8389$	0,51	1.944,894

Tabela 2 – Equações de regressão segundo os diferentes modelos testados para poedeiras leves submetidas a diferentes relações valina:lisina digestível de 42 a 58 semanas de idades

Parâmetro	Equação de regressão	Exigência (%)	R ²	SQD
Modelo quadrático				
Taxa de Postura (%)	$\hat{Y} = -91,201 + 3,748x - 0,0192x^2$	0,767	0,98	59,609
Massa de ovos (g)	$\hat{Y} = -75,65 + 2,658x - 0,0136x^2$	0,763	0,97	28,776
95% da quadrática				
Taxa de Postura (%)	-	0,729	-	-
Massa de ovos (g)	-	731	-	-
Modelo Linear				
Consumo de valina (g/ave/dia)	$\hat{Y} = -0,0355 + 0,0078x$	$\geq 0,8389$	0,992	0,026
Peso final (Kg)	$\hat{Y} = 8,68282 + 1,51217x$		0,5973	0,043029
Mudança de peso (g/ave)	$\hat{Y} = 102,476 + 277,147x$		0,6109	2144,245
Modelo LRP				
Peso final (Kg)	$\hat{Y} = 8,0959 + 2,360x$	0,7385	0,7929	0,0163
Mudança de peso (g/ave)	$\hat{Y} = -2,7544 + 429,12x$	0,7399	0,8037	503,858

Controle de Temperatura - Experimento Valina/ Lisina para poedeiras leves de 24 a 40 semanas

1º período					2º período				
Dia:	Termômetro 1		Termômetro 2		Dia:	Termômetro 1		Termômetro 2	
	Máx	Mín.	Máx.	Mín.		Máx	Mín.	Máx.	Mín.
07/out	30	19	30	20	04/nov	31	19	31	20
08/out	30	14	30	16	05/nov	31	14	31	16
09/out	30	19	30	19	06/nov	31	19	31	19
10/out	28	17	26	19	07/nov	29	17	27	19
11/out	29	19	28	19	08/nov	30	19	29	19
12/out	26	21	26	21	09/nov	27	21	27	21
13/out	30	20	25	19	10/nov	31	20	26	19
14/out	33	21	26	21	11/nov	34	21	27	21
15/out	32	21	25	20	12/nov	33	21	26	20
16/out	28	20	26	20	13/nov	29	20	27	20
17/out	20	21	26	20	14/nov	20	21	27	20
18/out	20	15	26	17	15/nov	20	15	27	17
19/out	25	15	26	15	16/nov	26	15	27	15
20/out	24	16	25	16	17/nov	24	16	26	16
21/out	24	16	25	14	18/nov	24	16	26	14
22/out	24	17	23	17	19/nov	24	17	23	17
23/out	23	18	23	19	20/nov	23	18	23	19
24/out	26	20	20	21	21/nov	27	20	20	21
25/out	30	20	23	19	22/nov	31	20	23	19
26/out	33	21	23	20	23/nov	34	21	23	20
27/out	32	19	26	20	24/nov	33	19	27	20
28/out	28	16	27	20	25/nov	29	16	28	20
29/out	20	14	30	15	26/nov	20	14	31	15
30/out	20	14	32	15	27/nov	20	14	33	15
31/out	25	15	26	14	28/nov	26	15	27	14
01/nov	28	16	20	15	29/nov	29	16	20	15
02/nov	26	16	26	17	30/nov	27	16	27	17
03/nov	25	15	27	17	01/dez	26	15	28	17

Controle de Temperatura - Experimento Valina/ Lisina para poedeiras leves de 24 a 40 semanas

3º período					3º período				
Dia:	Termômetro 1		Termômetro 2		Dia:	Termômetro 1		Termômetro 2	
	Máx	Mín.	Máx.	Mín.		Máx	Mín.	Máx.	Mín.
02/dez	24	19	26	18	31/dez	25	19	27	18
03/dez	24	19	24	19	01/jan	25	19	25	19
04/dez	29	20	27	20	02/jan	30	20	28	20
05/dez	29	19	27	20	03/jan	30	19	28	20
06/dez	29	21	28	21	04/jan	30	21	29	21
07/dez	29	21	28	21	05/jan	30	21	29	21
08/dez	27	21	29	21	06/jan	28	21	30	21
09/dez	25	20	23	21	07/jan	26	20	24	21
10/dez	27	17	27	18	08/jan	28	17	28	18
11/dez	29	20	30	20	09/jan	30	20	31	20
12/dez	32	21	31	22	10/jan	33	21	32	22
13/dez	34	22	33	23	11/jan	35	22	34	24
14/dez	34	22	33	23	12/jan	35	22	34	24
15/dez	34	22	33	23	13/jan	35	22	34	24
16/dez	26	20	27	20	14/jan	27	20	28	20
17/dez	26	21	24	21	15/jan	27	21	25	21
18/dez	26	21	26	21	16/jan	27	21	27	21
19/dez	28	21	27	21	17/jan	29	21	28	21
20/dez	32	21	31	21	18/jan	33	21	32	21
21/dez	32	21	29	20	19/jan	33	21	30	20
23/dez	31	21	30	21	20/jan	32	21	31	21
24/dez	30	20	30	20	21/jan	31	20	31	20
25/dez	34	20	33	21	22/jan	35	20	34	21
26/dez	34	23	34	23	23/jan	35	24	35	24
27/dez	30	20	27	21	24/jan	31	20	28	21
28/dez	30	20	29	20	25/jan	31	20	30	20
29/dez	30	20	29	20	26/jan	31	20	30	20
30/dez	31	21	27	21	27/jan	32	21	28	21

Controle de Temperatura - Experimento Valina/ Lisina para poedeiras leves de 42 a 58 semanas

1º período					2º período				
Dia:	Termômetro 1		Termômetro 2		Dia:	Termômetro 1		Termômetro 2	
	Máx	Mín.	Máx.	Mín.		Máx	Mín.	Máx.	Mín.
10/fev	33	20	32	19	10/mar	34	20	33	20
11/fev	36	19	35	18	11/mar	37	19	36	19
12/fev	31	21	30	20	12/mar	32	21	31	21
13/fev	30	21	29	20	13/mar	31	21	30	21
14/fev	32	21	31	20	14/mar	33	21	32	21
15/fev	32	21	31	20	15/mar	33	21	32	21
16/fev	33	21	32	20	16/mar	34	21	33	21
17/fev	33	22	32	21	17/mar	34	22	33	22
18/fev	26	19	25	18	18/mar	27	19	26	19
19/fev	24	19	23	18	19/mar	24	19	24	19
20/fev	24	21	23	20	20/mar	24	21	24	21
21/fev	27	20	26	19	21/mar	28	20	27	20
22/fev	32	21	31	20	22/mar	33	21	32	21
23/fev	30	21	29	20	23/mar	31	21	30	21
24/fev	31	21	30	20	24/mar	32	21	31	21
25/fev	29	22	28	21	25/mar	30	22	29	22
26/fev	27	21	26	20	26/mar	28	21	27	21
27/fev	29	19	28	18	27/mar	30	19	29	19
28/fev	30	18	29	17	28/mar	31	18	30	18
01/mar	27	21	26	20	29/mar	28	21	27	21
02/mar	27	21	26	20	30/mar	28	21	27	21
03/mar	31	21	30	20	31/mar	32	21	31	21
04/mar	29	19	28	18	01/abr	30	19	29	19
05/mar	30	20	29	19	02/abr	31	20	30	20
06/mar	29	19	28	18	03/abr	30	19	29	19
07/mar	30	18	29	17	04/abr	31	18	30	18
08/mar	33	18	32	17	05/abr	34	18	33	18
09/mar	33	19	33	18	06/abr	34	19	34	18

Controle de Temperatura - Experimento Valina/ Lisina para poedeiras leves de 42 a 58 semanas

3º período					3º período				
Dia:	Termômetro 1		Termômetro 2		Dia:	Termômetro 1		Termômetro 2	
	Máx	Mín.	Máx.	Mín.		Máx	Mín.	Máx.	Mín.
07/abr	31	20	30	20	05/mai	32	20	31	20
08/abr	30	19	29	19	06/mai	31	19	30	19
09/abr	27	21	26	21	07/mai	28	21	27	21
10/abr	25	21	25	21	08/mai	26	21	25	21
11/abr	31	21	30	21	09/mai	32	21	31	21
12/abr	31	21	30	21	10/mai	32	21	31	21
13/abr	29	21	28	21	11/mai	30	21	29	21
14/abr	27	22	26	22	12/mai	28	22	27	22
15/abr	28	19	27	19	13/mai	29	19	28	19
16/abr	27	19	26	19	14/mai	28	19	27	19
17/abr	26	21	25	21	15/mai	27	21	26	21
18/abr	28	20	27	20	16/mai	29	20	28	20
19/abr	28	21	27	21	17/mai	29	21	28	21
20/abr	28	21	27	21	18/mai	29	21	28	21
21/abr	28	21	27	21	19/mai	29	21	28	21
22/abr	27	22	26	22	20/mai	28	22	27	22
23/abr	29	21	28	21	21/mai	30	21	29	21
24/abr	30	19	29	19	22/mai	31	19	30	19
25/abr	30	18	29	18	23/mai	31	18	30	18
26/abr	23	21	23	21	24/mai	24	21	23	21
27/abr	25	21	25	21	25/mai	26	21	25	21
28/abr	25	21	25	21	26/mai	26	21	25	21
29/abr	30	19	29	19	27/mai	31	19	30	19
30/abr	32	20	31	20	28/mai	33	20	32	20
01/mai	28	19	27	19	29/mai	29	19	28	19
02/mai	25	18	25	18	30/mai	26	18	25	18
03/mai	26	18	25	18	31/mai	27	18	26	18
04/mai	30	19	29	19	01/jun	31	19	30	19