

Aspectos sobre a utilização de aminoácidos totais e digestíveis nas rações para poedeiras

JALCEYR PESSOA FIGUEIREDO JÚNIOR^{1*}; FERNANDO GUILHERME PERAZZO COSTA¹; GERMANO AUGUSTO JERÔNIMO DO NASCIMENTO²; MARCELO HELDER MEDEIROS SANTANA¹

¹Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia/PB. E-mail: peudure@hotmail.com. *Autor para correspondência

²Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza/CE. E-mail: germanoaugusto@ufc.br

RESUMO

A modernização da avicultura de postura resultou em aves mais produtivas, com menor peso corporal, baixo consumo de ração e maior eficiência produtiva. Esta modernização resultou na necessidade de programas de alimentação cada vez mais modernos e eficientes metabolicamente, principalmente para aminoácidos, atendendo a demanda biológica de manutenção, ganho e produção das aves. Neste contexto, o conhecimento das formas de suplementação dos aminoácidos nas dietas, na base total ou digestível, é fundamental devido a sua participação na formação da franga, bem como na produção e qualidade de ovos das poedeiras e diminuição nos custos de produção. Dietas formuladas com base em aminoácidos digestíveis podem proporcionar maximização produtiva e econômica, assim como, redução na excreção de nitrogênio pelas aves. Os métodos para determinação da digestibilidade dos aminoácidos nos alimentos podem ser: *in vitro*, indiretos e diretos, sendo este último o mais utilizado cientificamente.

Palavras-chave: exigências nutricionais, produção e qualidade de ovos, proteína ideal.

ABSTRACT

Aspects on the use of total and digestible amino acids in diets for laying hens

The modernization of poultry laying hens resulted in birds more productive with lower body weight, lower feed intake and higher production efficiency. This modernization resulted in the need for feeding programs increasingly modern and efficient metabolically, especially for amino acids, meeting the demand biological maintenance, gain and production of the birds. In this context, knowledge of the forms of amino acids supplementation in the diet, on the basis total or digestible, is fundamental because of its participation in the formation of pullet and in the production and quality of eggs of hens and reduction in production costs. Diets based on digestible amino acids can provide productive and economic maximization and reduction in nitrogen excretion by birds. Methods for determining the digestibility of amino acids in foods can be: *in vitro*, indirect and direct, the latter being the most widely used scientifically.

Keywords: egg production and quality, ideal protein, nutritional requirements.

INTRODUÇÃO

A indústria avícola moderna tem experimentado diferentes desafios neste milênio. A produção animal baseada em paradigmas com respeito ao bem-estar animal, retirada de promotores de crescimento das rações e controle de emissão de gases e de resíduos poluentes é uma tendência cada vez mais presente (SILVA et al., 2006).

Dentre os avanços da avicultura moderna a evolução genética das poedeiras resultou em aves mais produtivas, com menor peso corporal e baixo consumo de ração, tornando-as mais exigentes, principalmente sob o aspecto nutricional. As poedeiras passaram a produzir ovos mais cedo e com peso médio maior, apresentando maior eficiência na conversão de alimentos em produtos para consumo humano (HY-LINE, 2011).

A precocidade das aves resultou na necessidade de programas de alimentação cada vez mais modernos e eficientes metabolicamente, atendendo a demanda biológica de manutenção, ganho e produção, comprometendo minimamente o meio ambiente com a eliminação de resíduos.

O desenvolvimento da nutrição animal, com os avanços e descobertas do metabolismo proteico, composição nutricional dos ingredientes e a produção e utilização de aminoácidos industriais proporcionou uma otimização no potencial produtivo das poedeiras e uma diminuição no impacto negativo da poluição ambiental.

A quantidade de proteína e o conteúdo de aminoácidos na dieta de poedeiras passaram a exercer papel fundamental no processo de aumento na eficiência de produção e do tamanho dos ovos, principalmente a quantidade de sólidos do albúmen das poedeiras modernas. Simplificando, a produção crescente em massa de ovo da galinha significa um aumento na quantidade de aminoácido a ser fornecida pela alimentação (LEMME, 2009).

O elevado crescimento do mercado de ovos e a maior conscientização da importância econômica do tamanho do ovo aliado ao elevado custo nutricional, principalmente proteína, tem proporcionado aumento no número de pesquisas sobre a exigência de proteína e aminoácidos para poedeiras.

Com base no exposto, especialmente no que concerne à alteração das recomendações nutricionais das aves nos últimos anos, objetivou-se com este material relatar a importância da proteína nas formulações de rações, bem como, os métodos que proporcionem sua melhor utilização nas dietas para poedeiras.

Aspectos relacionados a proteína na nutrição de poedeiras

Existem 22 aminoácidos que compõem a proteína corporal, sendo todos fisiologicamente essenciais. Nutricionalmente estes aminoácidos dividem-se em duas categorias: os essenciais e não-essenciais, onde apenas 10 são considerados dieteticamente essenciais para as aves, mas devendo sempre haver um equilíbrio no fornecimento dos aminoácidos tanto essenciais como não-essenciais na dieta, afim de se alcançar uma utilização eficiente da proteína dietética (NRC, 1994) e, conseqüentemente máximo desempenho produtivo e econômico.

Os aminoácidos são biologicamente disponíveis somente se eles forem digeridos, absorvidos e utilizados pelo animal em proteínas estruturais ou metabólicas, enzimas ou como precursores de componentes do corpo (BATTERHAM, 1992).

A importância da proteína da ração na produção de ovos pode ser constatada por estudos que mostram que cerca de 80% da proteína absorvida pela poedeira é destinada à produção de ovos, quando há uma estimativa precisa de aminoácidos essenciais necessários (CALDERANO, 2011), podendo uma deficiência de aminoácidos nas rações afetar diretamente o desempenho das poedeiras.

O desenvolvimento inicial e o crescimento esquelético da franga são fortemente dependentes de proteína e aminoácidos, devendo conter níveis “elevados” deste nutriente nas dietas (Tabela 1). No entanto, depois de 10-12 semanas de idade aumentar o nível de proteína bruta na ração acima de 16% terá pouco impacto no peso corporal da ave, podendo-se utilizar níveis mais baixos e de forma eficiente nas dietas (LEESON & SUMMERS, 1989).

Todavia, níveis muito baixos de proteína promoveram aumento da mortalidade e redução do empenamento, afetando principalmente poedeiras marrons. Quanto menor o índice de proteína, maior a incidência de canibalismo (LEESON & SUMMERS, 2001).

Já a ingestão de aminoácidos na dieta é um fator chave no programa nutricional das frangas e poedeiras. No entanto, nos últimos anos têm sido realizadas poucas pesquisas a

respeito da influência dos aminoácidos sobre o desempenho das aves no período de crescimento e produção de ovos (ELLIOT, 2008).

TABELA 1. Peso corporal de frangas sob influência dos níveis de proteína na dieta.

Proteína (%)	Dias de idade (semanas de idade)							
	7 (1)	14 (2)	21 (3)	28 (4)	56 (8)	84 (12)	112 (16)	140 (20)
15	48 ^b	76 ^c	127 ^c	197 ^c	580 ^d	969 ^b	1.226	1.445
16	50 ^{ab}	83 ^{bc}	138 ^{bc}	216 ^b	610 ^c	990 ^{ab}	1.248	1.459
17	52 ^a	88 ^{ab}	149 ^{ab}	223 ^{ab}	626 ^{bc}	984 ^{ab}	1.246	1.423
18	53 ^a	93 ^a	158 ^a	238 ^a	639 ^{ab}	979 ^b	1.223	1.427
19	53 ^a	91 ^a	152 ^a	232 ^a	627 ^{bc}	985 ^{ab}	1.224	1.444
20	52 ^a	90 ^a	150 ^{ab}	234 ^a	660 ^a	1.026 ^a	1.255	1.480

No início dos estudos de programas de alimentação para poedeiras, a ferramenta utilizada para avaliar a qualidade proteica de uma ração era a proteína bruta. Com surgimento da produção de aminoácidos industriais, os nutricionistas passaram a formular rações com menor custo e níveis mais adequados de aminoácidos, porém ainda com elevados níveis proteicos (SILVA et al., 2010).

O excesso de proteína na ração é economicamente dispendioso, eleva a excreção de nitrogênio e aumenta a poluição ambiental. Entretanto a simples redução no nível de proteína da ração, sem a devida suplementação dos aminoácidos essenciais, diminui o consumo de ração e a produção de ovos, além de alterar o comportamento social das aves, resultando em canibalismo (PEGANOVA & EDER, 2003).

A proteína se destaca significativamente nos custos de alimentação para poedeiras, sendo um nutriente bastante representativo para o segmento da avicultura de postura que representa cerca de 7% da demanda na indústria de alimentação animal nacional (SINDIRAÇÕES, 2012), devendo-se, portanto, cada vez mais os nutricionistas otimizarem sua aplicação nas dietas de forma equilibrada e eficiente.

Proteína ideal para poedeiras

O conceito de proteína ideal usa a lisina como aminoácido referência. A razão para isso reside no fato de que em dietas práticas, a lisina é o segundo aminoácido mais limitante e a suplementação deste aminoácido é economicamente viável, a sua análise é fácil, é utilizado somente para manutenção e deposição tecidual e o conhecimento da sua exigência em diferentes condições ambientais e decomposição corporal encontram-se disponíveis (EMMERT & BAKER, 1997).

As dietas baseadas em proteína ideal abrangem atender as exigências de aminoácidos essenciais, bem como, o fornecimento dos aminoácidos não-essenciais ou de nitrogênio suficiente para que estes possam ser sintetizados pela ave. Cabe ressaltar que o correto balanço entre aminoácidos essenciais e não-essenciais proporciona maior eficiência na utilização da proteína bruta presente na dieta (ROJAS, 2012), tendo em vista que os não-essenciais aportem mais de 50% do nitrogênio ingerido numa dieta (HEGER, 2003).

As exigências absolutas de aminoácidos são amplamente influenciadas por fatores genéticos, pela taxa de produção e por fatores ambientais, porém, as relações entre eles são bem menos influenciadas (BREGENDAHL et al., 2008). Assim, é mais importante determinar as relações ideais entre os aminoácidos ao invés da exigência absoluta das aves para cada aminoácido. Uma vez estabelecido o perfil ideal de aminoácidos, a exigência das aves pelo aminoácido referência pode ser determinada experimentalmente e as exigências dos outros aminoácidos calculadas com base nas relações pré-determinadas (CALDERANO, 2011).

Recentemente, Bregendahl et al. (2008) publicaram um extenso estudo sobre o perfil de proteína ideal de galinhas poedeiras modernas, mas há várias outras referências para este tópico,

incluindo NRC (1994), Jais et al. (1995), Zhang & Coon (1999), Leeson & Summers (2005) e Rostagno et al. (2011). Respetivos perfis de proteína ideal são listados na Tabela 2.

TABELA 2. Perfil ideal de aminoácidos para poedeiras propostos por diversos autores.

Fontes	NRC (1994)	Jais et al. (1995)	Coon & Zhang (1999)	Leeson & Summers (2005)	Bregendhal et al. (2008)	Rostagno et al. (2011)
Aminoácidos	Total	Digestível	Digestível	Total	Digestível	Digestível
Lis	100	100	100	100	100	100
Met	43	44	49	51	47	50
Met+Cis	84	---	81	88	94	91
Tre	68	74	73	80	77	76
Trp	23	16	20	21	22	23
Arg	101	82	130	103	107	100
Ile	94	76	86	79	79	76
Val	101	64	102	89	93	95

Adaptado de BREGENDHAL et al. (2008).

Ao longo dos últimos 20 anos, muitos nutricionistas de aves foram alterando suas formulações com base em proteína bruta, metionina total e lisina total para rações à base de aminoácidos digestíveis formulados numa proporção específica (ELLIOT, 2012).

A maior eficiência da utilização da proteína e de aminoácidos dietéticos pelasaves pode proporcionar o suprimento adequado às suas exigências nutricionais, podendo regular o tamanho dos ovos e reduzir os efeitos da poluição ambiental pela redução da excreção de nitrogênio, melhorar a mucosa intestinal, além da possibilidade de redução nos custos de produção (PRAES, 2010).

A tendência atual para reduzir custos das rações é a incorporação de aminoácidos industriais, facilmente encontrados no mercado, em substituição às fontes proteicas tradicionais. Esta prática possibilita formular rações de custo mínimo, com teores de proteína bruta inferiores aos preconizados pelas tabelas de exigências nutricionais. O conhecimento das reais necessidades de aminoácidos permite evitar problemas como a redução no consumo de ração, aumento das perdas energéticas por incremento calórico e excreção excessiva de ácido úrico, pois diminui o excesso de aminoácidos circulantes no sangue (MOURA, 2004).

Quando cada um dos aminoácidos sintéticos é usado num programa nutricional para poedeiras o nível de proteína bruta na dieta pode ser reduzido. Quando só a metionina é utilizada o nível de proteína é de 18,46%. Já quando a lisina é utilizada o nível de proteína cai para 17,39%, e quando a treonina é utilizada o nível cai para 16,81%, aumentando a eficiência alimentar e reduzindo excreção de nitrogênio. Se implementado com cuidado, com reduções graduais dos níveis de proteína bruta e suplementação adequada de aminoácidos podem-se reduzir custos de alimentação, manter o peso corporal da ave e do ovo ideal, sem alterar a persistência de produção (ELLIOT, 2008).

O impacto positivo das formulações de rações com base no conceito de proteína digestível foi observado por Silva et al. (2010) que trabalharam com dietas que continham níveis de proteína bruta de 18%, 16%, 14% e 12% suplementados com aminoácidos para poedeiras leves e não observaram comprometimento da produção de ovos utilizando rações com 12% de proteína bruta suplementadas com aminoácidos. Esses autores verificaram ainda, redução na excreção de nitrogênio dos animais submetidos a dietas com níveis de 12% e 14%.

Recentes estudos com redução proteica na dieta e suplementação de metionina e lisina constataram melhor conversão alimentar entre os animais alimentados com níveis mais baixos de proteína (13,06%) e suplementados com aminoácidos em relação aos animais avaliados com dietas que continham níveis mais altos de proteína (14,04%), porém não sendo encontrados os

mesmos efeitos para variáveis: produção, peso e massa de ovos (BOUYEH & GEVORGIAN, 2011).

Atualmente, fontes de aminoácidos como, DL-Met, L-Lys, L-Thr e L-Trp estão comercialmente disponíveis. No entanto, com base na análise de uma centena de amostras de rações para poedeiras, muitas vezes apenas DL-Met é usada. No entanto, a inclusão de outros aminoácidos pode ajudar a reduzir a proteína da dieta, bem como os custos de alimentação (LEMME, 2009) e, a excreção de nitrogênio em aproximadamente 10% para cada redução de um ponto percentual na proteína bruta (SHRIVER et al., 2003).

Poedeiras alimentadas com dietas a base de sorgo e farelo de soja com perfil de proteína bruta de 14% suplementada com L-Lisina, DL-Metionina, L-Treonina e L-Triptofano mantendo-se relação ideal com o aminoácido referência (Lisina) apresentaram comportamento produtivo semelhantes às aves com aporte nutricional de 16% de proteína bruta. Entretanto, animais alimentados com dieta de perfil ideal e 13% de proteína bruta não demonstraram o mesmo desempenho dos demais tratamentos, podendo-se concluir que a relação lisina-arginina e lisina-valina parecem ser limitantes nesta situação (MARTÍNEZ et al., 2012). Soisuwan & Chauychuwong (2011) utilizaram dietas experimentais com níveis de proteína variando de 15,05% – 18,00% com suplementação de aminoácidos para poedeiras e não verificaram diferença na composição de carcaça entre os animais estudados.

A redução de 19% para 14% no teor de proteína bruta na ração de poedeiras comerciais significa uma redução da excreção de nitrogênio em duas toneladas por ano para um plantel de 10.000 poedeiras (LEESON & SUMMERS, 2001). Latshaw & Zhao (2011) obtiveram redução de 30% na excreção de nitrogênio com redução proteica em quatro pontos percentuais para poedeiras adicionando metionina e lisina a dieta.

Apesar dos grandes avanços na nutrição de poedeiras, as recomendações de nutrientes em geral, e principalmente aminoácido deve ser ajustado às condições econômicas, levando-se em consideração custos de alimentação e preço dos ovos. O ponto máximo no qual a proteína dietética pode ser reduzida sem comprometer o desempenho das aves ainda não está definido. Espera-se que quanto maior o número de aminoácidos economicamente disponíveis, menor será o nível de proteína bruta da dieta.

No futuro a disponibilidade econômica de um maior número de aminoácidos industrial pode permitir aos nutricionistas formularem rações com menores níveis proteicos e mantendo a ingestão dos aminoácidos essenciais, sendo uma das vias para redução nos custos de produção.

Contudo, ainda hoje, a formulação de dietas práticas balanceando todos os aminoácidos dentro do conceito de proteína ideal é uma alternativa economicamente inviável por dois motivos: o elevado custo de alguns aminoácidos industriais e a dificuldade em se determinar a composição de todos os aminoácidos dos alimentos. Esse fato tem levado os nutricionistas a aplicarem esse conceito nas formulações das rações práticas, apenas para os principais aminoácidos essenciais (lisina, metionina+cistina, treonina e triptofano) (VARELA, 2009).

Assim, as pesquisas devem ser voltadas não só para determinação das exigências das aves por aminoácidos, o estabelecimento das relações ideais entre aminoácidos essenciais e a lisina (CALDERANO, 2011), mas também a viabilização econômica do uso dos aminoácidos nas rações.

Utilização de aminoácidos totais e digestíveis na nutrição de poedeiras

O objetivo da formulação de ração é o de fornecer nutrientes que atendam os requisitos de manutenção e produção da ave de forma econômica e sustentável (LEMME et al., 2004). No passado as dietas das aves eram formuladas com base nas concentrações de aminoácidos totais dos ingredientes. No entanto, a utilização de dietas na forma de aminoácidos digestíveis aumenta a precisão, minimiza o excesso de nutrientes, reduz os custos, especialmente dos alimentos que tem sua composição de aminoácidos bastante variável (DARI et al., 2005).

De acordo com Rostagno et al. (2005), os coeficientes de digestibilidade de aminoácidos dos principais ingredientes mais utilizados em rações para aves comprovam que a digestibilidade

dos aminoácidos, na maioria dos ingredientes, é muito inferior a 100%. Portanto, rações formuladas com base em aminoácidos digestíveis atenderiam mais eficientemente que aquelas formuladas com base na concentração total de aminoácidos (MAIORKA et al., 2004). Casartelli et al. (2005) afirmaram que quando da formulação de dietas com vários ingredientes, deve-se considerar a fração de aminoácidos digestíveis ao invés de considerar aminoácidos totais, com finalidade de reduzir erros de suplementação de aminoácidos da dieta.

Quando são expressos em aminoácidos totais, podem fornecer um excesso de aminoácidos na dieta que irão sofrer desaminação refletindo em gasto energético para excreção do nitrogênio sob a forma de ácido úrico. Assim, uma das alternativas citadas pela literatura seria a utilização de dietas com baixo teor proteico, porém suplementadas com aminoácidos industriais a fim de atender as exigências recomendadas para a linhagem (ALVA, 2010).

Entretanto, os estudos com dietas formuladas com base no critério aminoácidos digestíveis têm sido pouco difundidos e apesar de estarem comprovados os benefícios do uso deste tipo de formulação para frangos de corte, para poedeiras os resultados ainda são controversos e parecem estar longe de um consenso (SOUZA, 2009).

Estudos realizados com critérios de formulação em aminoácidos totais e digestíveis com níveis de aminoácidos (metionina, lisina e triptofano) seguindo as recomendações nutricionais sugeridas por Rostagno et al. (2005) demonstraram que as características de desempenho, conversão alimentar e massa de ovos, apresentaram melhores resultados quando se utilizou dietas com base em aminoácidos digestíveis. Porém, para a qualidade interna e externa de ovos não foi verificado efeito significativo entre as bases de formulação (SOUZA, 2009).

Rombola et al. (2008) encontraram desempenho produtivo semelhantes entre animais quando trabalharam com bases de formulação em aminoácidos totais e digestíveis para frangas de reposição leves e semipesadas em duas fases de criação, 1-6 semanas e 11-16 semanas. Por outro lado, os estudos desenvolvidos por Casartelli et al. (2005) resultaram em melhor desempenho e qualidade externa de ovos para poedeiras alimentadas com dietas na base de aminoácidos totais (NRC, 1994) quando comparadas as que receberam dietas na base de aminoácidos digestíveis (DEGUSSA, 1997; ROSTAGNO et al., 2000).

Um fato interessante nas formulações de rações seguindo bases de utilização dos aminoácidos é a possibilidade de inserção de uma variedade de alimentos. E, com a expansão do setor avícola e aumento da demanda de matéria-prima destinada à produção de ração, ocorreu um crescimento da produção de resíduos gerados durante o abate das aves, como vísceras, penas, sangue, além de partes e/ou carcaças condenadas. Esses subprodutos de abatedouro são passíveis de utilização na alimentação animal, desde que processados corretamente (EYNG et al., 2012), sendo uma forma de transformar os subprodutos da indústria de abate em produtos de qualidade para as indústrias de rações. A grande variação na composição e na qualidade da proteína e dos aminoácidos é o maior inconveniente no uso desses alimentos como ingredientes de rações (BRUMANO et al., 2006).

O descarte sem aproveitamento acarretaria um grave problema ambiental, afinal, apenas no Brasil são produzidos grandes quantidades de resíduos de origem animal, que são usados na produção de farinhas e gorduras, gerando um valor econômico bastante considerável.

Os subprodutos são importantes fontes de proteínas de aminoácidos essenciais, como farinha de carne e ossos, farinha de peixe, farinha de penas, farinha de vísceras, entre outros ingredientes de origem animal, e misturas provenientes dos mesmos são extremamente populares em alguns países. Como sua composição em aminoácidos é diferente das fontes vegetais, a inclusão de ingredientes de origem animal em adição ao farelo de soja pode proporcionar um interessante balanço de aminoácidos.

Casartelli (2007) trabalhou com vários subprodutos, farinha de carne e ossos, farinha de penas, farinha de peixes e farinha de vísceras, em substituição parcial do milho e farelo de soja com base de formulação em aminoácidos totais e digestíveis. Ficou constatado que poedeiras alimentadas com dietas contendo farinha de carne e ossos com formulação em aminoácidos digestíveis obtiveram melhor conversão alimentar que os demais tratamentos, repetindo-se o

resultado nas dietas utilizando farinha de penas na mesma base de formulação. Não foi observado nenhum efeito na produção e qualidade de ovos entre os animais que foram submetidos a dietas com farinha de peixes e diferentes critérios de formulação de aminoácidos. Por fim, as poedeiras alimentadas com dietas contendo farinha de vísceras na base digestível seguindo os coeficientes de digestibilidade de aminoácidos descritos por Rostagno et al. (2005) não apresentaram melhores resultados em comparação aos demais tratamentos, exceto para espessura da casca de ovos.

Níveis de substituição do milho pelo sorgo (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em rações para poedeiras formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos (total e digestível) não influenciaram o desempenho e qualidade de ovos das aves (ASSUENA et al., 2008).

Poucos estudos têm sido realizados comparando o desempenho de poedeiras comerciais recebendo rações formuladas com base em aminoácidos digestíveis e totais, entretanto, os resultados obtidos são conflitantes quanto ao desempenho produtivo e a qualidade de ovos, indicando a necessidade de mais investigações sobre a utilização de aminoácidos totais e digestíveis para poedeiras.

Critérios relacionados a digestibilidade de aminoácidos

Digestibilidade é definido como a fração de um nutriente ingerido que é absorvido pela ave e não é excretado nas excretas (LEMME et al., 2004). Valores exatos na digestibilidade de aminoácidos dos alimentos são necessários para formular dietas na base digestível. Os ensaios para determinar o balanço de digestibilidade são baseados na subtração dos aminoácidos recuperados nas excretas a partir da quantidade de aminoácidos ingerida pelo animal. No entanto, ainda temos nas amostras os aminoácidos de origem endógena, que podem ser corrigidos e serem chamados valores de digestibilidade verdadeira.

Os aminoácidos de origem endógena são originados a partir das secreções digestivas como saliva, a bÍlis, secreções gástricas, pancreáticas e intestinais, bem como mucoproteÍnas, células epiteliais e amidas (ADEDOKUN et al., 2011). Em poedeiras os aminoácidos endógenos mais predominantes são o ácido glutâmico e aspártico, serina e treonina (GOLIAN et al., 2008).

O primeiro estudo conhecido de quantificação de AAS endógenos de poedeiras é de Ravindran & Hendricks (2004), que ao compararem a perda endógena de galos, frangos e poedeiras, sob condições fisiológicas normais, verificaram diferenças significativas para oito dos 17 AAS analisados (ácido glutâmico, serina, prolina, alanina, isoleucina, tirosina, arginina e metionina).

Muitas abordagens foram realizadas para determinar a disponibilidade de aminoácidos utilizando métodos *in vitro* (enzimáticos e químicos), indiretos (microbiológicos ou aminoácidos plasmático) e diretos (ensaios de digestibilidade). O ensaio de digestibilidade tornou-se o método mais preferido porque os valores se aplicam diretamente as aves e todos os aminoácidos podem ser mensurados em um só ensaio (BRYDEN & LI, 2010).

A digestibilidade dos aminoácidos para aves geralmente é realizada com pintos de corte ou galos inteiros ou cecectomizados e estimada pelas metodologias: coleta de excreta, coleta de digesta ileal ou alimentação forçada, faltando, portanto, definições específicas da digestibilidade em poedeiras.

Rezvani et al. (2008) analisaram dois métodos de determinação de digestibilidade de aminoácidos em poedeiras, a ileal e a coleta de excretas com poedeiras cecectomizadas. Ao final, concluíram que ambos os métodos podem ser usados para estudar a digestibilidade de aminoácidos para fontes protéicas. E que embora o método ileal seja mais escolhido em aves jovens, a utilização de animais cecectomizados apresenta mais vantagens, como: menor número de animais e repetições das mensurações com o mesmo animal.

Eyng et al. (2011) analisaram os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais da farinha de peixe e de carne e ossos, sendo duas amostras diferentes para cada alimento e utilizando a técnica da alimentação forçada com galos

adultos e cecectomizados. Foi verificado efeito significativo na digestibilidade de aminoácidos essenciais e não-essenciais entre as amostras de ambos os alimentos, bem como os coeficientes médios de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, em porcentagem, para as farinhas de peixe 1 e 2 e para as farinhas de carne e ossos 1 e 2 foram, respectivamente, 94,32 e 92,87; 92,95 e 90,47; 83,24 e 76,94; 83,36 e 76,96.

Já as técnicas de digestibilidade *in vitro* têm sido desenvolvidas como avaliação rápida da qualidade nutricional em aminoácidos das farinhas de origem animal. Tais ensaios geralmente simulam um ou mais passos da digestão em vivo (ROCHELL, 2012).

Uma série de fatores influencia a digestibilidade dos aminoácidos. A natureza e a digestão da proteína na dieta será reflexo dos programas de melhoramento genético vegetal, das condições agrônômicas, dos fatores anti-nutricionais e do seu processamento (BRYDEN & LI, 2010), das características relacionadas ao animal como peso, sexo, idade e estado fisiológico. Como por exemplo, a moagem melhora a digestibilidade de nutrientes em aves, podendo ser reflexo do aumento de área superficial disponível para o ataque enzimático durante a digestão (AMERAH et al., 2007).

Todas as fontes dietéticas de proteína são misturas heterogêneas de aminoácidos e outros nutrientes, sendo esperado, portanto, que as proteínas sejam digeridas em taxas de passagem diferentes e, por sua vez podendo causar uma variação na taxa em que os aminoácidos são absorvidos no intestino.

Ingredientes proteicos de origem animal são produzidos utilizando-se várias temperaturas e sistemas de processamento, com temperaturas de cozimento a vapor que estão entre 115 – 145 °C (MEEKER & HAMILTON, 2006), nem sempre apresentando valores nutricionais estáveis e padronizados, influenciando portanto a digestibilidade de aminoácidos nos alimentos.

Coefficientes de digestibilidade dos aminoácidos metionina+cistina e isoleucina do milho reduzem linearmente com o aumento da temperatura de secagem. Já os aminoácidos metionina e treonina reduzem a digestibilidade de acordo com o tempo de armazenamento do alimento (CARVALHO et al., 2009).

Levando em consideração que fatores como temperatura e tempo de cozimento e secagem podem afetar a composição dos produtos, Eyng et al. (2012) executaram um estudo para avaliar a composição aminoacídica e os coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinha de penas e sangue obtidas em diferentes fornecedores. Eles concluíram que os coeficientes de digestibilidade verdadeira de todos os aminoácidos essenciais e não-essenciais diferiram entre as amostras analisadas, apresentando coeficientes médios de digestibilidade verdadeira variando entre 73,34-78,99 e 67,17-75,41 para os aminoácidos essenciais e não-essenciais, respectivamente.

A maioria dos estudos realizados para determinar digestibilidade de aminoácidos foram realizados em gaiolas, que é um ambiente mais limpo em comparação ao piso (cama), onde a possibilidade de exposição a níveis elevados de agentes patogênicos é maior. A questão é se as perdas das aves criadas em gaiolas não subestimam a perdas das aves criadas em cama (ADEDOKUN et al., 2011).

Existe uma série de referências a respeito dos coeficientes de digestibilidade de muitos alimentos. No entanto, existe um grande problema quando se compara estes resultados, devido a utilização de diferentes métodos de determinação. Esta diferenciação compreende a idade das aves utilizadas, local da coleta da digesta, procedimentos de alimentação, nível de inclusão dietética na dieta, entre outros (RAVINDRAN & BRYDEN, 1999).

Diante disso, estudos avaliando a digestibilidade de aminoácidos do arroz sem cascas em diferentes locais do intestino das aves, distal e final do jejuno; parte médio do íleo; distal e final do íleo; e distal e final do reto, mostraram que não houve diferença significativa na digestibilidade verdadeira de aminoácidos nos diferentes locais analisados (HONDA et al., 2011).

Pesquisas realizadas com poederias determinaram que é na porção mediana e final do íleo onde ocorrem a maior absorção da proteína e de aminoácidos. Quando comparados com outros

resultados obtidos em frangos de corte constatou-se menor digestibilidade da proteína e quase todos aminoácidos em poedeiras (REZVANI et al., 2008).

CONCLUSÃO

Embora muitos programas nutricionais para poedeiras continuem utilizando apenas níveis de proteína bruta, aminoácidos sulfurados totais e lisina total nas suas formulações, há uma tendência gradual para utilização de aminoácidos digestíveis e um perfil ideal de aminoácidos, cuja utilização pode melhorar a precisão das formulações, aumentar a produtividade e diminuir os custos de produção.

A utilização de subprodutos associado à suplementação com aminoácidos sintéticos na alimentação de poedeiras é uma realidade que vem a contribuir na redução da dependência do milho e da soja e devido as suas qualidades nutricionais, principalmente aminoacídica, tem resultado em desempenho produtivo bastante interessante com redução da carga de poluentes no meio ambiente.

O conhecimento dos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos individualmente permite formular rações que atendam mais eficientemente aos requerimentos das aves, evitando excessos e/ou deficiências, fornecendo vantagens econômicas e de sustentabilidade na criação de poedeiras.

Fator importante para o sucesso da criação de poedeiras, a nutrição deve receber uma atenção especial, visto contribuir com o maior percentual dos custos de produção. Apesar da grande importância econômica, maior número de estudos precisa ser realizado no Brasil com intuito de: aperfeiçoar as exigências nutricionais das poedeiras, utilização de uma gama de produtos que podem compor as formulações de rações e maior conhecimento sobre o uso dos aminoácidos nas dietas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEDOKUN, S.A.; ADEOLA, O.; PARSONS, C.M. et al. Factors affecting endogenous amino acid flow in chickens and the need for consistency in methodology. **Poultry Science**, v.90, p.1737-1748, 2011.

ALVA, J.C.R. **Farinha de peixe e rações com proteína de origem vegetal formuladas com base na proteína ideal: desempenho, rendimento de carcaça e análise sensorial de carne de frangos de corte**. 82f. (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2010.

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G. et al. Influence of feed particle size and feed form on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters. **Poultry Science**, v.86, p.2615-2623, 2007.

ASSUENA, V.; FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M. et al. Substituição do milho pelo sorgo em rações para poedeiras comerciais formuladas com diferentes critérios de atendimento das exigências em aminoácidos. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.93-99, 2008.

BATTERHAM, E.S. Availability and utilization of amino acids for growing pigs. **Nutrition Research Reviews**, n.5, p.1-18, 1992.

BOUYEH, M.; GEVORGIAN, O.X. Influence of different levels of lysine, methionine and protein on the performance of laying hens after peak. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.10, p.532-537, 2011.

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-
Scientia Agraria Paranaensis - SAP
Mal. Cdo. Rondon, v.13, n.3, jul./set., p.186-197, 2014

- 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.; ROSTAGNO, H.S.et al. Aminoácidos digestíveis verdadeiros de alimentos proteicos determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2290-2296, 2006.
- BRYDEN, W.L.; LI, X. Amino acid digestibility and poultry feed formulation: expression, limitations and application. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.279-287, 2010.
- CALDERANO, A.A. **Relação triptofano:lisina em rações para poedeiras leves**. 115f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2011.
- CARVALHO, D.C.O.; ALBINO, L.F.T.; VARGAS JÚNIOR, J.G.et al. Coeficiente de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos e valores de aminoácidos digestíveis do milho submetido a diferentes temperaturas de secagem e períodos de armazenamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.850-856, 2009.
- CASARTELLI, E.M.; FILARDI, R.S.; JUNQUEIRA, O.M.et al. Commercial laying hen diets formulated according to different recommendations of total and digestible amino acids. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.7, n.3, p.177-180, 2005.
- CASARTELLI, E.M. **Ingredientes de origem animal e aminoácidos digestíveis em rações para poedeiras comerciais**. 120f. Tese(Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2007.
- DARI, R.L.; PENZ JR.; A.M., KESSLER, A.M. et al. Use of digestible amino acids and the concept of ideal protein in feed formulation for broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v.14, p.195-203, 2005.
- ELLIOT, M.A. Amino acid nutrition of commercial pullets and layers. In: Intermountain Nutrition Conference, Salt Lake City, UT.**Anais...**2008.
- ELLIOT, M.A. News concepts in layer nutrition. In: 23° Annual Australian Poultry Science Symposium, New South Wales, Sydney. **Anais...**2012.
- EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acids levels in broiler diets. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, p.462-470, 1997.
- EYNG, C.; NUNES, C.G.V.; NUNES, R.V. et al. Composição química, valores energéticos e digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de carne e ossos e de peixe para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.575-580, 2011.
- EYNG, C.; NUNES, R.V.; ROSTAGNO, H.S.et al. Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de pena e sangue determinados em galos cecectomizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.80-85, 2012.
- GOLIAN, A.; GUENTER, W.; HOEHLER, D. et al. Comparison of various methods for endogenous ileal amino acid flow determination in broiler chickens. **Poultry Science**, v.87, p.706-712, 2008.

- HEGER, J. Essential to non-essential amino acid ratios. In: D'MELLO, J.P.F. **Amino acids in animal nutrition**. 2 ed. Edinburgh: CABI Publishing, 2003, p.103-124.
- HONDA, K.; KAMISOYAMA, H.; IKEGAMI, K. et al. Amino acid digestibility of rice at different sites of chicken intestines. **Japan Poultry Science**, v.48, p.85-91, 2011.
- LATSHAW, J.D.; ZHAO, L. Dietary protein effects on hen performance and nitrogen excretion. **Poultry Science**, v.90, p.99-106, 2011.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. Response of leghorn pullets to protein and energy in the diet when reared in regular or hot-cyclic environments. **Poultry Science**, v.68, p.546-557, 1989.
- LESSON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's nutrition of the chicken**. 4 ed. Guelph: University Books, 2001, 591p.
- LEMME, A.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. **World's Poultry Science**, v.60, p.423-437, 2004.
- LEMME, A. Amino acid recommendations for laying hens. **Lohmann Information**, v.44, n.2, p.21-32, 2009.
- MAIORKA, A.; DAHLKE, F.; SANTIN, E. et al. Effect of energy levels of diets formulated on total or digestible amino acid basis on broiler performance. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.6, n.2, p.87-91, 2004.
- MANUAL DE PADRÕES DE DESEMPENHO. **Hy-Line**. Nova Granada: 2011, 17p.
- MARTINEZ, B.F.; MARTINEZ, G.D.M.; MENOCA, J.A. et al. Respuesta productiva de gallinas a dietas con diferentes niveles de proteína. **Archivos de Medicina Veterinária**, v.47, p.67-74, 2012.
- MEEKER, D.L.; HAMILTON, C.R. An overview of the rendering industry. In: MEEKER, D.L. **Essential rendering**, National Renderers Association, 2006, p.1-16.
- MOURA, A.M.A. Conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de suínos e aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.31-34, 2004.
- NRC. 1994. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9th revised ed. National Research Council, Washington, DC.
- 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.
- PRAES, M.F.F.M. **Efeito de dietas fibrosas com redução de proteína bruta para poedeiras comerciais, visando a diminuição do impacto ambiental**. 81f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual de São Paulo, 2010.
- RAVINDRAN, V.; BRYDEN, L. Amino acid availability in poultry-*in vitro* and *in vivo* measurements. **Australian Journal of Agricultural research**, v.50, p.889-908, 1999.

- RAVINDRAN, V.; HENDRIKS, W.H. Endogenous amino acid flows at the terminal ileum of broilers, layers and adult roosters. **Animal Science**, v.70, p.265-271, 2004.
- REZVANI, M.; KLUTH, H.; ELWERT, C. et al. Effect of ileum segment and protein sources on net disappearance of crude protein and amino acids in laying hens. **British Poultry Science**, v.49, n.1, p.28-36, 2008.
- ROCHELL, S.J. **Effects of diet type and ingredient composition on rate of passage and use of *in vitro* assays to predict amino acid digestibility of animal protein meals in broilers.** 86f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Graduação da Universidade de Auburn, 2012.
- ROJAS, I.C.O. **Estratégias nutricionais para redução dos níveis proteicos de dietas para frangos de corte na fase inicial.** 89f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, 2012.
- ROMBOLA, L.G.; FARIA, D.E.; DEPONTI, B.J. et al. Fontes de metionina em rações formuladas com base em aminoácidos totais ou digestíveis para frangas de reposição leves e semipesadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.1990-1995, 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos : Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005, 186p.
- SHRIVER, J.A.; CARTER, S.D.; SUTTON, A.L. et al. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.81, p.492-502, 2003.
- SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J. et al. Redução dos níveis proteicos e suplementação com metionina e lisina em rações para poedeiras leves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.491-496, 2006.
- SILVA, M.F.R.; FARIA, D.E.; RIZZOLI, P.W. et al. Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1280-1285, 2010.
- SINDIRAÇÕES. 2012. **Setor de Alimentação Animal.** Boletim Informativo do Setor.
- SOISUWAN, K.; CHAUYCHUWONG, N. Effect of high digestible essential amino acids on weight gains and carcass compositions of laying hens. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v.1, p.1265-1268, 2011.
- SOUZA, H.R.B. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais.** 58f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2009.
- VARELA, E.V. **Níveis nutricionais de metionina+cistina digestíveis em poedeiras Hy-Line W36 com base no conceito de proteína ideal.** 34f. Dissertação(Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, 2009.