

Proteína na Nutrição de Não Ruminantes

Protein of Non-Ruminants Nutrition

Tatiana Marques Bittencourt^{*a}; Jean Kaíque Valentim^b; Heder José D'Avila Lima^c; Gabriel Alcântara Gobira^d; André Lima Ferreira^d; Rúbia Francielle Moreira Rodrigues^d; Guilherme Resende de Almeida^a; Nayara Emanuelle Matos e Silva^a

^aUniversidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Animal. MT, Brasil.

^bUniversidade Federal da Grande Dourados, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Zootecnia. MS, Brasil.

^cUniversidade Federal de Mato Grosso. MT, Brasil.

^dUniversidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. MG, Brasil.

*E-mail: tatimarquesb@hotmail.com

Resumo

A nutrição animal está em um processo constante de transformação, no qual diversos trabalhos buscam adequar as exigências nutricionais de cada espécie, categoria e ambiente da criação para melhor satisfazê-los. Nas dietas, o nutriente proteico é incluído para fornecer os aminoácidos que formam as proteínas para o metabolismo animal. Com isso, o objetivo da revisão é elucidar os principais avanços no contexto atual, relacionados com a utilização de proteínas nas dietas de não ruminantes. Na busca pela Zootecnia de precisão, a utilização do termo proteína bruta vem caindo em desuso, dando espaço ao conceito de proteína ideal, que pode ser definido como o balanceamento exato de aminoácidos. Essa estratégia também colabora para o marketing positivo na produção agrícola, pois minimiza a excreção de resíduos no ambiente, diminui os custos com ingredientes mais onerosos e a competição com a alimentação humana. O que se mostra altamente benéfico para produção animal. Alguns pontos devem ser avaliados para o melhor entendimento das reais exigências dos animais, como o conhecimento das necessidades em aminoácidos não essenciais, o antagonismo entre aminoácidos e toxidez do seu excesso. Mesmo que alguns fatores possam interferir no uso da proteína ideal, como linhagem do animal utilizada, composição das dietas, balanço exato de aminoácidos, entre outros, seu uso é justificado e, comprovadamente, útil para as melhorias buscadas em uma produção sustentável e economicamente viável.

Palavras-chave: Aminoácidos Sintéticos. Produção Animal. Nutrição de Monogástricos. Proteína Bruta.

Abstract

Animal nutrition is in a constant transformation process, where several studies seek to adapt to the nutritional requirements of each species, category and breeding environment to better satisfy them. In diets, the protein nutrient is included to provide the amino acids that form the proteins for the animal metabolism. Thus, the aim of the review is to elucidate the main advances in the current context, related to the use of proteins in non-ruminant diets. In the search for precision zootechnics, the use of the term crude protein has been falling into disuse, giving way to the concept of ideal protein, which can be defined as the exact amino acids balance. This strategy also contributes to positive marketing in agricultural production, as it minimizes waste excretion in the environment, reduces costs for more expensive ingredients and competition with human food, which proves to be highly beneficial for animal production. Some points should be evaluated for a better understanding of the animals' actual requirements, such as knowledge of non-essential amino acid requirements, amino acid antagonism and excess toxicity. Although some factors may interfere with the use of the ideal protein, such as animal lineage used, diet composition, exact amino acid balance, among others, its use is justified and proven useful for the improvements sought in a sustainable and economically viable production.

Keywords: *Synthetic Amino Acids. Animal Production. Monogastric Nutrition. Crude Protein.*

1 Introdução

A nutrição animal está em um processo constante de transformação, na qual diversos ensaios buscam adequar as exigências nutricionais de cada espécie, categoria e ambiente da criação para melhor satisfazê-los. E nas dietas, o nutriente mais rico é a proteína, sendo este responsável na produção dos aminoácidos para a manutenção do metabolismo animal.

Na busca pela Zootecnia de precisão, a utilização do termo proteína bruta vem caindo em desuso, dando espaço ao conceito de proteína ideal, que pode ser definido como o balanceamento exato de aminoácidos, atendendo as exigências absolutas de todos os aminoácidos para manutenção corporal e máximo desempenho, reduzindo o uso dos aminoácidos como fonte de energia e diminuindo a excreção de nitrogênio

(CAMPOS *et al.*, 2012).

Essa estratégia também colabora para o marketing positivo na produção agrícola, pois minimiza a excreção de resíduos no ambiente, diminui os custos com ingredientes mais onerosos e a competição com a alimentação humana. O que se mostra altamente benéfico para produção animal. Alguns pontos devem ser elucidados para o melhor entendimento das exigências dos animais, como o conhecimento das necessidades em aminoácidos não essenciais, o antagonismo entre aminoácidos e toxidez do seu excesso.

Assim, determinar o nível ótimo de proteína que permita o melhor desempenho e alcance bom retorno econômico é um grande desafio para os profissionais atuantes na área zootécnica. Diante do exposto, esta revisão foi realizada com

o intuito de realizar um levantamento bibliográfico sobre as atualidades na utilização da proteína nas dietas de aves, suínos e peixes.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

A busca pelos artigos foi realizada nas seguintes bases de dados: Web of Science, Elsevier, PubMed, Science Direct e Google Scholar, utilizando como palavras-chaves: protein, non-ruminant nutrition, broilers, quail, laying hen, fish, pork. Depois de ter os trabalhos selecionados, foi aplicado o teste de relevância dos dados, sendo definidos e aplicados os critérios de aceitação e de exclusão de artigos não relevantes, utilizando questionário constituído por perguntas que geram uma resposta afirmativa ou negativa, que tem relação com o objetivo do estudo. Obtiveram-se as respostas das perguntas do questionário através da leitura do título, do resumo e dos resultados dos artigos oriundos da busca bibliométrica. Para tal, dois avaliadores responderam “sim” ou “não” às perguntas elaboradas, como:

- A data de publicação compreende o período de 1999 a 2019?
- As palavras-chaves estão no título e abstract?
- O trabalho contém aspectos nutricionais de alguma das espécies utilizadas (aves, suínos ou peixes)?

Foram incluídos os artigos que apresentaram 100% de respostas “sim” para as perguntas para ambos avaliadores.

2.2 Proteína na nutrição de codornas

A crescente demanda mundial por alimentos explica o crescimento da indústria avícola, o seu desenvolvimento tecnológico e de sua cadeia produtiva. Um dos ramos da avicultura é a criação de codornas, sendo mais desenvolvida para a produção de ovos, seguida pela produção de carne. Essa, ainda em busca de consolidação no mercado, por ainda ser considerada uma carne exótica e ter seu consumo associado ao descarte de aves de postura. Segundo o relatório do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), o número de aves alojadas é de 16,8 milhões de cabeças e de 297,3 milhões de dúzias de ovos de codornas no Brasil.

Um reflexo deste crescimento é o aumento de trabalhos científicos realizados por Instituições de Ensino ou empresas privadas buscando adequar a nutrição e balanceamento de dietas de forma econômica, por exemplo, o uso aminoácidos industrializados.

Uma das formas de tornar as dietas mais eficientes é ajustar seu balanço aminoacídico, a fim de suprir as exigências nutricionais e melhorar os parâmetros zootécnicos nas criações como tamanho de ovos, custo da dieta e potencial poluidor (SCHMIDT *et al.*, 2011).

As dietas para codornas requerem uma proporção maior de proteína que o exigido por frangos e poedeiras, assim o custo de produção teoricamente para codornas é mais alto (PINHEIRO, 2012). Jordão Filho *et al.* (2011a), Silva e Costa

(2009) corroboram em seus estudos que as eficiências das dietas para codornas variam conforme a linhagem das aves, portanto indicam formulações específicas para cada genótipo, potencializando o seu melhor desempenho.

Segundo os trabalhos de Bryden e Li (2010), um dos pontos positivos no uso de aminoácidos digestíveis é a possibilidade de utilizar ingredientes alternativos disponíveis para o produtor. Alimentos, com baixa qualidade em proteína, poderão ser incluídos sem prejuízo na produção das codornas.

Em estudo desenvolvido por Silva *et al.* (2006) sobre a suplementação aminoacídica de rações com diminuição da proteína bruta (28 para 22,4 % na fase de 1 a 21 dias e de 24 para 19,2% na fase de 22 a 35 dias), houve a melhorada conversão alimentar de codornas de corte semelhante a dieta controle.

A diminuição dos teores de proteína bruta substituída por aminoácidos é considerada, mas depende da regulação da energia da dieta, uma vez que codornas de corte tendem a adequar seu consumo de acordo com o nível energético da ração (BARRETO *et al.*, 2007).

A exigência de energia metabolizável (EM) para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade é de 2997 kcal de EM/kg de ração, que corresponde à relação de energia metabolizável: proteína bruta de 108,9 (SCHERER *et al.*, 2011).

Moura *et al.* (2010) não observaram diferenças entre os tratamentos com diferentes relações de proteína bruta e aminoácidos e seus respectivos consumos. O consumo de energia, muito semelhante entre tratamentos e corrigidos os níveis proteicos e de aminoácidos nas dietas, não afetou o desempenho de codornas de postura.

Em comparação entre codornas de postura e de corte, Jordão Filho *et al.* (2012) observaram diferenças de retenção proteica entre as categorias. Codornas de corte são mais eficientes, aproveitando melhor os aminoácidos disponíveis na dieta que as aves de postura em dietas fornecidas *ad libitum*.

Quanto à utilização de aminoácidos, a suplementação de lisina, por exemplo, não diferiu do controle, demonstrando que codornas em crescimento e engorda podem ter a proteína bruta reduzida e obter resultados positivos em seu desempenho (SILVA *et al.*, 2006). Pinheiro *et al.* (2008) não observaram efeitos sobre o desempenho de aves de corte submetidas a dietas com inclusão de triptofano. Esse pode ser útil quando as aves passam por desafio ambiental, mas não há necessidade, uma vez que o custo não justifica sua adição.

Assim, os estudos para adequação dos níveis proteicos ou aminoacídicos das dietas de codornas devem respeitar os genótipos e as categorias dos animais para melhor estimar suas reais necessidades. O avanço genético das linhagens também requer essa evolução nutricional, a fim de melhorar seus resultados.

2.3 Proteína na nutrição de frangos de corte

No setor agropecuário, a avicultura se destacou como uma

das atividades que mais se tecnificou nos últimos anos. Isso foi possível em função de diversos estudos relacionados ao melhoramento, ambiência, nutrição e sanidade dos animais, proporcionando um desempenho maximizado e construindo uma plataforma econômica rentável, e com garantia de um produto de qualidade para o mercado consumidor.

Conforme dados da Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA, o setor responde por 3,6 milhões de empregos gerados, direta e indiretamente, sendo que mais de 300 mil pessoas estão empregadas nas agroindústrias. O País é o 2º maior produtor com 13.146.00 toneladas de carne de frango, e o 1º maior produtor com 4.225.1 toneladas, com destaque para o Sul que representa cerca de 62% da produção nacional (ABPA, 2016),

Entre os fatores, que mais contribuíram para este crescimento, se destaca a nutrição. Qualquer falha nutricional pode afetar o desempenho dos frangos de corte e, conseqüentemente, aumentar o custo de produção, variar de 70 a 80% do custo total de criação.

Ao longo dos anos, a nutrição, no sentido de atender as exigências nutricionais de cada fase dos animais e, ainda, diminuir a emissão de nutrientes no meio ambiente, tem apresentado muitos avanços. Destacando-se a proteína, que é fundamental na alimentação de frangos de corte, melhorando a conversão de carne na carcaça do animal.

A nutrição tem como caráter evolutivo a intensificação da produção. Nas formulações de rações se utiliza a proteína bruta (PB) como parâmetro a ser incluído na dieta, porém esse termo está caindo em desuso diante das pressões do mercado para uma produção sustentável que resulte na diminuição dos custos produtivos.

Além do alto preço dos alimentos proteicos utilizados na alimentação das aves, existe a preocupação com a poluição ambiental, provocada pelo excesso de proteína nas dietas de frangos de corte, o que resulta no aumento da excreção de nitrogênio e da emissão de amônia (LORA *et al.*, 2008).

Com a inserção das novas tecnologias da produção se instala na avicultura industrial um novo conceito, que busca propiciar nas dietas uma formulação utilizando a proteína ideal, que é definida como o balanceamento exato dos aminoácidos necessários na dieta dos frangos de corte.

A metionina, a lisina e treonina são considerados os principais aminoácidos exigidos nas dietas das aves (limitantes) e são suplementados de maneira rotineira nas rações e suas concentrações são de suma importância para eficiência do metabolismo animal.

De acordo com Fortes (2012), a metionina é o primeiro aminoácido limitante para as aves de corte, assim como outros aminoácidos sulfurados, está mais associada às funções de manutenção e em menor proporção, bem como a síntese de proteínas musculares.

Com relação à lisina, que é o segundo aminoácido limitante para aves, diversos fatores influenciam a sua exigência, como: estresse, linhagem, sexo, ambiente térmico, estado sanitário,

disponibilidade dos nutrientes, teor de proteína da ração, energia digestível e qualidade dos alimentos utilizados nos ingredientes das rações (LANA *et al.*, 2005).

Segundo Wang *et al.* (2007), a treonina é o terceiro aminoácido limitante e tem papel importante na formação de proteínas e na manutenção do turnover proteico, além de fazer parte da mucina e da composição das penas.

Outra substância muito utilizada na nutrição de aves são as enzimas sintéticas ou exógenas. Enzimas exógenas atuam aumentando a digestibilidade dos nutrientes, principalmente, da proteína e dos minerais, atuando de maneira a reduzir o efeito anti-nutricional da complexação de aminoácidos e fósforo (VIEIRA FILHO *et al.*, 2015).

As dietas modernas para frangos de corte devem fornecer proteínas adequadas a cada fase e categoria. O uso de aminoácidos é uma alternativa viável para favorecer a melhoria do desempenho e garantir maior lucratividade.

2.4 Proteína na nutrição de galinhas poedeiras

Proteínas são macromoléculas com alto peso molecular e indispensáveis no organismo animal, sendo utilizadas para a manutenção, a reprodução e a produção de ovos das galinhas poedeiras.

Esse nutriente apresenta diversas funções no organismo das aves, como: estrutural (formação e manutenção de tecidos), fonte secundária de energia (privação de carboidratos e lipídeos), regulação do metabolismo (secreções glandulares), produção de hormônios, formação de nucleoproteínas, transporte (hemoglobina, mioglobina, globulina e oxigênio) e imune (formação de anticorpos) (SILVA *et al.*, 2014).

As proteínas têm sido amplamente estudadas, principalmente, a respeito da síntese ou aproveitamento metabólico. E considerando o conceito de Proteína Ideal e sendo a lisina como o aminoácido referência, trabalhos vêm sendo realizados para estabelecer a exigência em lisina digestível para galinhas poedeiras em produção.

Cupertino *et al.* (2009) determinaram as exigências nutricionais de lisina digestível em aves poedeiras leves e semipesadas, em produção no período de 54 a 70 semanas de idade, em que estipularam valores de 0,724 e 0,692% de lisina digestível na dieta, correspondente a 784 e 748 mg de lisina digestível/ave/dia e 14,9 e 14,5 g de lisina digestível/g de massa de ovo produzida para poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, nesse período.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante para galinhas poedeiras e seu uso em dietas aumenta a eficiência da utilização da proteína. Quando há deficiência de metionina na ração, a produção e o peso dos ovos diminuem e aumenta a deposição de gordura no fígado, sobrecarregando o animal (COSTA *et al.*, 2014).

Sá *et al.* (2007b) estabeleceram a exigência de 0,693 e 0,692% de metionina + cistina digestível, bem como a relação ideal de metionina + cistina: lisina para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade (fase de produção).

A treonina é considerada o terceiro aminoácido limitante para galinhas poedeiras, além de participar do perfil aminoacídico da proteína ideal, que compõe as mucinas intestinais e produz anticorpos (LELIS, 2010). Sá *et al.* (2007c) estimaram exigências de treonina digestível de 0,510 e 0,517% para poedeiras leves e semipesadas e a relação ideal de treonina: lisina encontrada foi de 70%.

As dietas de aves são baseadas em um mínimo de proteína bruta, variando de acordo com a idade do animal, o que resulta em excesso de aminoácidos para as suas exigências. Levando a algumas consequências para as aves, como a excreção excessiva de ácido úrico, muito gasto de energia, diminuição do consumo de ração, perda no desempenho, entre outras causas (COSTA *et al.*, 2014).

Isso leva a busca de alternativas, como a redução dos níveis proteicos das rações, suplementando com os aminoácidos industriais, principalmente, com os aminoácidos limitantes para as aves (metionina, lisina e treonina). Segundo Costa *et al.* (2014), essa prática tem como vantagem: não prejudicar o desempenho animal; atender as exigências de aminoácidos (proteína ideal); melhorar a eficiência da proteína (sem deficiência ou excesso); reduzir o custo da ração e a excreção de nitrogênio para o ambiente.

Segundo Viana *et al.* (2014), é possível reduzir de 17 para 16% o nível de proteína bruta em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade sem prejudicar os parâmetros de desempenho produtivo e qualidade de ovo.

Silva *et al.* (2010) avaliaram desempenho, a qualidade dos ovos e o balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. Os níveis utilizados de proteína foram de 12%, 14%, 16% e 18%, em que observaram que utilizando as rações com 12% de proteína bruta suplementadas com aminoácidos não houve influência na produção de ovos. O peso dos ovos, a massa de ovos e a porcentagem de albúmen obtiveram bons resultados com o aumento dos níveis.

A utilização da proteína na alimentação de galinhas poedeiras pode ser influenciada por fatores, como: a idade, a genética, a temperatura ambiente, o desafio imunológico que o animal enfrenta no sistema de criação, além dos níveis de energia, de proteína.

2.5 Proteína na nutrição de peixes tropicais

A aquicultura é uma atividade que está em seu marco de expansão, segundo dados do Boletim Estatístico do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), em 2011, sua produção atingiu 628,7 mil toneladas, a qual representou cerca de 30% de crescimento em relação ao anterior. A nutrição dos peixes é um fator importante para um melhor desempenho produtivo dos animais cultivados em sistemas intensivos e semi-intensivos, além dos fatores genéticos, sanidade, manejo, ambiência e bem-estar dos animais de produção.

Um grande entrave na nutrição dos animais domésticos para produção é o custo da alimentação. Isso se deve

principalmente pelo teor do nutriente proteína presente nas dietas de peixes, que convertem alimentos em tecido corporal mais eficientemente que os animais de criação terrestres.

O bagre-de-canal (*Ictalurus punctatus*) cultivado ganha aproximadamente 0,84 g de peso por grama de dieta, enquanto a galinha, o mais eficiente animal de sangue quente conhecido, ganha apenas 0,48 grama de peso por grama de dieta (LOVELL, 1989). A razão desta eficiência superior dos peixes na conversão se deve ao fato de que estes são capazes de assimilar dietas com altas porcentagens de proteína e, não porque os peixes possuem uma maior exigência em proteína que os animais terrestres, mas sim em decorrência de sua menor exigência em energia (LOVELL, 1991).

Resultados de estudos em laboratório conduzidos com diversas espécies de peixes carnívoros indicaram que, para um ótimo crescimento ser alcançado, metade da energia da dieta deve ser suprida pela proteína. Assim, geralmente, é reconhecido que a proteína deve fornecer de 40% a 55% da energia dietética para estas espécies. Outras espécies, como os ciprinídeos, as tilápias e alguns ictalurídeos, são capazes de manter excelentes taxas de crescimento, quando alimentados com dietas contendo menos proteína. Para estas espécies, dietas formuladas para conter de 30% a 40% de proteína são adequadas para preencher as necessidades dos peixes no que se refere ao suprimento de proteína (JOBLING, 1994).

Assim, os peixes não possuem somente uma exigência energética para manutenção e atividade menor, mas também utilizam a proteína como fonte de energia de um modo mais eficiente que os animais homeotermos terrestres (SMITH *et al.*, 1978b). Desse modo, torna-se necessário um maior estudo para cada espécie adotada em relação ao tipo e nível da proteína fornecida aos animais, para que supram suas reais necessidades nutricionais e reduzam cada vez mais a excreção de nitrogênio (N) no meio ambiente (BOTARO *et al.*, 2007).

Na atual nutrição de precisão, trabalhando com o conceito de proteína ideal, na qual é diminuído o valor de proteína bruta na dieta e suplementado com exatidão a quantidade de aminoácidos essenciais em relação ao aminoácido lisina, sendo normalmente o primeiro aminoácido limitante e facilmente encontrado na forma sintética. Dentro desse conceito, a lisina é usada como base, por ser um aminoácido de baixo custo, utilizada para síntese muscular, por apresentar diversos trabalhos com suas exigências, além de ser de fácil análise (FURUYA *et al.*, 2005; NRC, 2011).

Segundo Bomfim *et al.* (2008); Righetti *et al.* (2011), a redução de quatro pontos percentuais (de 32 para 28%) no nível de proteína bruta da ração para alevinos de tilápia nilótica não prejudica o desempenho dos peixes, desde que as dietas sejam devidamente suplementadas com aminoácidos essenciais. Lima *et al.* (2015) observaram, em seu trabalho, que a redução (de 32 para 24,5%) no nível de proteína bruta usando o conceito de proteína ideal para alevinos de tambaqui não prejudica o desempenho dos animais, além de que o nível de 24,5% potencializa o mesmo.

Uma alternativa para diminuir a excreção de N ao meio ambiente no cultivo de peixes seria o fracionamento da ração durante o dia, melhorando a eficiência da utilização de rações para o ganho de peso e deposição proteica. Isso ocorre por um aumento na proporção de nutrientes e energia destinados à produção em relação ao que é destinado a manutenção, na qual melhora a conversão alimentar, a retenção de nutrientes e energia (BOMFIM *et al.*, 2010).

Em estudos para redução proteica, tendo base o conceito de proteína ideal, o fracionamento da dieta melhora o aproveitamento dos aminoácidos industriais para deposição proteica, uma vez que diminui os efeitos negativos decorrentes de maiores taxas de evacuação estomacal e absorção em relação à digestão proteica, que causariam desbalanço no pool de aminoácidos, estimulando o seu catabolismo de aminoácidos (BOMFIM *et al.*, 2008; LANNA *et al.*, 2005).

Estudos ainda são necessários para que as formulações das rações estejam sempre próximas às necessidades nutricionais de cada espécie de peixe produzida e, ainda, que a suplementação aminoacídica se torne vantajosa para uma melhora na produtividade no plantel.

2.6 Proteína para matrizes hiperprolíficas e suas leitegadas

O intenso melhoramento genético para animais de alto desempenho produtivo e reprodutivo resultou na seleção de matrizes hiperprolíficas, que parem leitegadas superiores a 15 leitões.

No entanto, apesar do alto número de leitões ao nascimento, alguns aspectos negativos têm sido observados, tais como: elevada exigência nutricional, menor peso médio dos leitões ao nascimento e ao desmame, maior mortalidade, além do maior desgaste metabólico das matrizes e consequente taxa de reposição elevada. Assim, as estratégias nutricionais são de extrema importância para melhorar o desempenho das matrizes hiperprolíficas e suas leitegadas.

Segundo Foxcroft *et al.* (2006), o número maior de fetos, que excede a capacidade intrauterina da matriz, está associado a leitões com número restrito de fibras musculares e comprometimento do desenvolvimento fetal, além disso, estudos têm evidenciado que o peso do leitão ao nascimento e a sua variação dentro da leitegada estão positivamente correlacionados com a mortalidade pré-desmame (WOLF *et al.*, 2008).

Em leitegadas heterogêneas, os leitões menores são privados do acesso aos tetos funcionais e produtivos em função de desvantagem competitiva para disputar pelos melhores. Consequentemente, esses animais ingerem menor quantidade de colostro e/ou leite o que reduz a aquisição de imunidade passiva, levando a um baixo estado nutricional.

Silva *et al.* (2014) relatam que o não atendimento das exigências nutricionais das matrizes hiperprolíficas durante a gestação, em decorrência de elevadas exigências nutricionais destes animais, resultou em restrição no crescimento

intrauterino (IUGR).

Ajustes na quantidade de ração fornecida também têm resultado em melhora no peso da leitegada ao nascimento. Mahan (1998), avaliando diferentes níveis de fornecimento de ração para matrizes gestantes, observou que a ingestão de 0,130kg de ração adicional por dia, levou as maiores leitegadas e com maior peso ao nascimento em relação ao grupo controle.

Segundo Araújo *et al.* (2015), fêmeas gestantes que receberam dieta com baixa proteína e suplementação de aminoácidos (11% de PB e 0,75% lisina digestível) obtiveram maior ganho de peso (49,6 vs. 40,01 kg) e maior deposição de proteína corporal (8,2 vs. 6,7 kg) no período total em comparação com a média dos demais tratamentos (15% de PB e 0,55% lisina digestível; 18% de PB e 0,75% lisina digestível). Assim, concluíram que o maior ganho na relação energia: proteína desta dieta em associação com maior eficiência na absorção e utilização de aminoácidos industriais.

Existem evidências de que a nutrição materna adequada e a suplementação de aminoácidos da família da arginina, especialmente durante a primeira metade da gestação, aumentam a angiogênese, desenvolvimento vascular e eficiência placentária. Assim, uma maior quantidade de nutrientes e oxigênio é disponibilizada para os fetos, influenciando positivamente seu desenvolvimento (CAMPOS *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2014).

Mateo *et al.* (2007) reportaram que a suplementação de 1% de L-arginina na dieta para marrãs resultou em aumento de 22% no número de nascidos vivos e 24% no peso da leitegada. Wu *et al.* (2011), avaliando a associação de arginina e glutamina para fêmeas suínas, verificaram o aumento do peso ao nascimento da leitegada em 9,6%, e diminuição da quantidade de leitões natimortos em 49,6% quando comparados ao grupo controle.

A utilização de estratégias nutricionais como a relação dos níveis de proteína bruta e os aminoácidos industriais, na nutrição de suínos, implica na diminuição dos custos com alimentação e um melhor desempenho de toda a cadeia produtiva, resultando em uma maior produtividade para o setor.

3 Conclusão

As proteínas têm seu uso cada dia mais tecnificado, sendo que os estudos condizem com uma utilização racional, com diminuição do uso da proteína bruta das dietas, incluindo a utilização aminoacídica, atendendo as exigências de cada espécie em cada fase de produção.

O conceito de proteína ideal tem como prioridade a diminuição dos dejetos excretados dos animais com excesso de proteína, que podem se tornar possíveis poluentes ambientais, além de aumentar os custos de produção e diminuir o desempenho dos animais em função de possíveis efeitos de toxidez, competição entre aminoácidos e não fornecimento de

aminoácidos essenciais específicos.

Mesmo que alguns fatores possam interferir no uso da proteína ideal, como linhagem do animal utilizada, composição das dietas, balanço exato de aminoácidos, entre outros, seu uso é justificado e, comprovadamente, útil para as melhorias buscadas em uma produção sustentável e economicamente viável.

Referências

ARAÚJO, G.G.A. *et al.* Mobilização de tecido na lactação e a substituição das reservas corporais em porcas durante a gestação: efeito do nível proteico e da suplementação de aminoácidos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6. 2015.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatórios anuais. 2016. Disponível em: <http://abpabr.com.br/storage/files/versao_final_para_envio_digital_1925a_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web1.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2020.

BARRETO, S.L.T. *et al.* Efeitos de níveis nutricionais de energia sobre o desempenho e a qualidade de ovos de codornas europeias na fase inicial de postura. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.1, p.86-93, 2007.

BOMFIM, M.A.D. *et al.* Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, n.1, p.1-8, 2010.

BOMFIM, M.A.D. *et al.* Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-nilo. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, n.10, p.1713-1720, 2008.

BOTARO, D. *et al.* Redução da proteína da dieta com base no conceito de proteína ideal para tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em tanques-rede. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.3, p.517-525, 2007.

BRYDEN, W.L.; LI, X. Amino acid digestibility and poultry feed formulation: expression, limitations and application. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, p.279-287, 2010.

CAMPOS, A.M.A. *et al.* Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano. *Rev. Bras. Zootec.*, v.41, n.2, p.323-332, 2012.

CAMPOS, P.H.R.F. *et al.* Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. *Animal Consortium*. v.2, n.1, p.1-10, 2011. doi: 10.1017/S1751731111002242

COSTA, F.G.P. *et al.* Exigências de aminoácidos para aves. SAKOMURA, N.K. *et al.* Nutrição de não ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2014.

CUPERTINO, E.S. *et al.* Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, n.3, p.480-487, 2009.

FORTES, A.D.A. *et al.* Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. *Ciênc. Animal Bras.*, v.13, n.1, p.24-32, 2012.

FOXCROFT, G.R. *et al.* The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *J. Anim. Sci.*, v.84, p.105-112, 2006.

FURUYA, W.M. *et al.* Níveis de proteína em dietas para Tilápia-do-Nilo: aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, n.5, p.1433-1441, 2005.

IBGE. *Produção da pecuária municipal*. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

JOBLING, M. *Fish bioenergetics*. London: Chapman & Hall, 1994.

JORDÃO FILHO, J. *et al.* Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, n.11, p.2415-2422, 2011a.

JORDÃO FILHO, J. *et al.* Prediction equations to estimate the demand of energy and crude protein for maintenance, gain and egg production for laying Japanese quails. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, n.11, p.2423-2430, 2011b.

JORDÃO FILHO, J. *et al.* Requirement for maintenance and gain of crude protein for two genotypes of growing quails. *Rev. Bras. Zootec.*, v.41, n.9, p.2048-2054, 2012.

LANA, S.R.V. *et al.* Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de termoneutralidade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, n.5, p.1614-1623, 2005.

LANNA, E.A.T. *et al.* Frequência de alimentação em alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) utilizando dietas de baixo teor proteico suplementadas com aminoácidos - resultados preliminares. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. Goiânia, 2005. *Anais...* Goiânia, 2005

LELIS, G.R. *Atualização da proteína ideal para poedeiras semipesadas: treonina e valina*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2010.

LIMA, C. S. *et al.* Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos em rações para alevinos de tambaqui. *Seminário Ciênc. Agrárias*, v.36, n.6, p.4531-440, 2015.

LORA, A. *et al.* Redução da excreção de nutrientes pelo uso de diferentes estratégias nutricionais em aves e suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 5., 2008, Cascavel. *Anais...* Cascavel, 2008. p.113-124.

LOVELL, R.T. Nutrition of aquaculture species. *J. Anim. Sci.*, v.69, p.4193-4200, 1991.

LOVELL, R.T. Nutrition and feeding of fish. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.

MAHAN, D.C. Relationship of gestation protein and feed in take level over a five-parity period using a high-producing sow genotype. *J. Anim. Sci.* v.76, p.533-541, 1998.

MATEO, R.D. *et al.* Dietary L-arginine supplementation hances the reproductive performance of gilts. *J. Nutr.*, v.137, p.652-656, 2007.

MOURA, G.S. *et al.* Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. *Rev. Bras. Zootec.*, v.9, n.6, p.1266-1271, 2010.

NRC - National Research Council. Nutrient requirements of poultry. Washington: National Academy of Sciences, 1994.

NRC - National Research Council. Nutrient requirements of fish and shrimp. Washington: National Academy Press, 2011.

PINHEIRO, S.G. *Suplementação de aminoácidos industriais nas rações de galinhas poedeiras*. Aréia: Universidade Federal da Paraíba, 2012.

PINHEIRO, S.R.F. *et al.* Efeito dos níveis de triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, n.6, p.1012-1016, 2008.

- RIGHETTI, J.S. *et al.* Redução da proteína em dietas para a tilápia do Nilo pela suplementação de aminoácidos com base no conceito de proteína ideal. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, n.3, p.469-476, 2011.
- SÁ, L.M. *et al.* Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.1829-1836, 2007a.
- SÁ, L.M. *et al.* Exigência nutricional de metionina + cistina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.1837-1845, 2007b.
- SÁ, L.M. *et al.* Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.1846-1853, 2007c.
- SÁ, L.M. *et al.* Relationship between nutritional requirements and the immune system in swine. SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. Viçosa-MG. Anais... Viçosa: UFV, 2005. p. 75-95.
- SCHERER, C. *et al.* Exigência de energia metabolizável de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, n.11, p.2496-2501, 2011.
- SCHMIDT, M. *et al.* Níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. *Rev. Bras. Zootec.*, v.40, n.1, p.142-147, 2011.
- SILVA, B.A.N. *et al.* Impacto da perda de peso na lactação sobre a estratégia nutricional a ser adotada na gestação e suas consequências sobre o desempenho da progênie. In: SIMIS - SIMPÓSIO MINEIRO DE SUINOCULTURA, 2014.
- SILVA, E. L. *et al.* Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoácídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.3, p.822-829, 2006.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. *Tabela para codornas japonesas e européias*. Jaboticabal: FUNEP, 2009.
- SILVA, J.H.V. *et al.* Digestão e absorção de Proteínas. In: SAKOMURA, N.K. *et al.* Nutrição de não ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2014.
- SILVA, M.F.R. *et al.* Desempenho, qualidade dos ovos e balanço de nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de proteína bruta e lisina. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, n.6, p.1280-1285, 2010.
- SMITH, R.R. *et al.* Heat increment associated with dietary protein, fat, carbohydrate and complete diets in salmonids: comparative energetic efficiency. *J. Nutr.*, v.108, p.1025-1032, 978b.
- VIANA, G.S. *et al.* Redução da proteína bruta em rações formuladas com conceito de proteína ideal para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. In: CONGRESSO ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE AVICULTURA - PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 12., 2014, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: APA, 2014
- VIEIRA FILHO, *et al.* Suplementação de protease sobre o desempenho produtivo de poedeiras. *Acta Scie. Anim. Scie.*, v.37, n.1, p.29-33, 2015.
- WANG, X. *et al.* A deficiency or excess of dietary threonine reduces protein synthesis in jejunum and skeletal muscle of young pigs. *J. Nutr.*, v.137, n.6, p.1442-1446, 2007.
- WOLF J.; ZAKOVA E.; GROENEVELD, E. Within-litter variation of birth weight in hyper prolific Czech Large White sow and its relation to litter size traits, still born pig lets and loses until weaning. *Livest Scie.*, v.115, p.195-205, 2008.
- WU, G. *et al.* Triennial growth symposium: Important roles for l-glutamine in swine nutrition and production. *J. Anim. Scie.*, v.89, p.2017-2030, 2011.