



Universidade Federal do Maranhão
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

**EXIGÊNCIAS DE LISINA PARA MANTENÇA DE
CODORNAS DE CORTE DETERMINADAS POR
DIFERENTES TÉCNICAS**

FRANCISCO LOIOLA DE OLIVEIRA

Chapadinha

2021

FRANCISCO LOIOLA DE OLIVEIRA

**EXIGÊNCIAS DE LISINA PARA MANTENÇA DE CODORNAS
DE CORTE DETERMINADAS POR DIFERENTES TÉCNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como
requisito parcial para obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira
Coorientadora: Dr^a Dáphinne C. Nagib Nascimento
Coorientador: Prof. Dr. Felipe Barbosa Ribeiro

Chapadinha

2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Oliveira, Francisco Loiola de.

Exigências de lisina para manutenção de codornas de corte determinadas por diferentes técnicas / Francisco Loiola de Oliveira. - 2021.

51 f.

Orientador(a): Jefferson Costa de Siqueira.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ciência Animal/ccaa, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha/MA, 2021.

1. Aminoácido essencial. 2. Coturnix coturnix coturnix. 3. Método fatorial. 4. Retenção de nitrogênio.

I. Siqueira, Jefferson Costa de. II. Título.

FRANCISCO LOIOLA DE OLIVEIRA

**EXIGÊNCIAS DE LISINA PARA MANTENÇA DE CODORNAS
DE CORTE DETERMINADAS POR DIFERENTES TÉCNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como
requisito parcial para obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jefferson Costa de Siqueira (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Pós-Doutoranda Dáphinne Cardoso Nagib do Nascimento (Coorientadora)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim
Universidade Federal do Maranhão

Prof^a. Dr^a. Sandra Regina Freitas Pinheiro
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

“Mas a sabedoria que vem do alto é, primeiramente, pura, depois pacífica, moderada, tratável, cheia de misericórdia e de bons frutos, sem parcialidade e sem hipocrisia.”

Tiago 3.17

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** por todas as bênçãos e maravilhas dispensadas sobre minha vida, incluindo o simples fato da minha existência, sempre guiando os meus passos, me dando refúgio e sendo a minha fortaleza em todos os momentos.

A minha amada esposa, **Juliana Oliveira dos Santos**, pelo carinho, paciência, companheirismo e apoio durante esse período. Às minhas preciosidades, minhas filhinhas **Julia Loren Oliveira dos Santos** e **Ana Laura Oliveira dos Santos**, por compreenderem o papai quando estava ocupado e não podia dar toda a atenção que vocês mereciam naquele momento. Aos meus pais **Izaias Borges de Oliveira**, e, em especial, a minha mãe **Rosa da Silva Loiola de Oliveira**, que desde a minha infância não mediu esforços pela minha educação, sempre lutando e batalhando para que eu pudesse chegar até aqui, além do amor, carinho e por sempre acreditar em mim, saiba que eu te amo muito minha amada mãe. A minha irmã, **Franciane Loiola de Oliveira**, minha sogra **Joana Maria da C. dos Santos**, meu sogro **João Ferreira da Silva**, a **Maria Cleciane Pereira da Silva (Laila)**, que é como se fosse da nossa família devido ao grande suporte que nos tem dado, e a todos os demais familiares, por todo amor, incentivo, compreensão e ajuda nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, **Jefferson Costa de Siqueira**, por toda amizade, paciência, prestatividade, respeito, apoio nos momentos difíceis e pelas lições de vida, além do fato de ter acreditado em mim e ter me dado incentivo a cursar essa pós-graduação quando eu mesmo já me sentia desacreditado para dar continuidade à vida acadêmica, sendo minha referência desde a graduação, onde também tive o privilégio de ser seu orientado, e agora no mestrado, tendo participação crucial na maioria das minhas conquistas relevantes da graduação até aqui.

Ao meu querido amigo **Francisco das Chagas Vieira Filho** que teve papel crucial nessa minha conquista, principalmente no que diz respeito ao experimento e análises laboratoriais, além de sempre estar disponível quando eu precisei de sua ajuda.

Aos meus caros amigos **Cleodomir Alves Igreja**, **Karolina Lima Monteles** e **Lucianna Cristina T. Diniz** por todo apoio, carinho e positividade, sempre dando bons conselhos e também boas gargalhadas nos momentos oportunos.

Ao meu amigo **Tomáz de Melo Neto**, por toda ajuda e pelos conselhos, sendo uma das pessoas que mais me incentivou a fazer esse mestrado.

Ao **Centro de Ciências Agrárias e Ambientais** e ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão**, pela oportunidade de realizar o curso.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA)**, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão de bolsas de estudo.

Aos **docentes** do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFMA, por todos os conhecimentos compartilhados e pela grande contribuição no meu desenvolvimento.

Aos membros da banca de defesa e do exame de qualificação, **Dáphinne Cardoso Nagib do Nascimento (Coorientadora)**, professor **Felipe Barbosa Ribeiro (Coorientador)**, professor **Marcos Antonio Delmondes Bomfim** e professora **Sandra Regina Freitas Pinheiro** pela disponibilidade e contribuição.

A todos os amigos que fiz durante minha pós-graduação em especial a **Antonia Francisca, Danrley, Clédson, Jakeline, Rômulo...** por tornarem esse período ainda mais especial, e aos demais que de alguma forma ajudaram nesta conquista.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS	9
INTRODUÇÃO	11
REVISÃO DA LITERATURA	13
Histórico da Coturnicultura	13
A Lisina como aminoácido referência.....	15
Aspectos metodológicos para estimativa das exigências de aminoácidos	16
Exigências de lisina para manutenção das aves.....	19
REFERÊNCIAS.....	22
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS.....	47
ANEXO.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Rações formuladas para obter níveis crescentes de lisina digestível pela técnica da diluição, para codornas de corte aos 45 dias de idade.....	33
Tabela 2. Rações formuladas pela técnica da diluição com níveis crescentes de lisina digestível para codornas de corte aos 45 dias de idade.....	34
Tabela 3. Composição em aminoácidos totais e digestíveis do milho e do farelo de soja utilizados nas rações experimentais.....	35
Tabela 4. Pesos médios (\pm erros padrão) inicial, final e variação de peso das codornas durante o experimento.....	38
Tabela 5. Médias (\pm erros padrão) do consumo de ração (CR), de nitrogênio (CN), de lisina digestível (CLys), nitrogênio excretado (NEX) e retenção de nitrogênio corporal (RNC) obtidos pelas técnicas da coleta total de excretas e do abate comparativo durante o período experimental..	39
Tabela 6. Coeficientes de regressões lineares para a retenção de nitrogênio corporal (RNC) de codornas de corte em função do consumo de lisina digestível (CLys) pelas técnicas da coleta total de excretas (CT), abate comparativo (AC) e ambas.....	41
Tabela 7. Exigências de lisina digestível para manutenção (Lys_m), expressas por diferentes unidades, obtidas com codornas de corte adultas.....	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Exigência de lisina digestível para a manutenção (Lys_m) de codornas de corte determinada pela técnica da coleta total de excretas (RC = ração controle) (n=16).....	40
FIGURA 2. Exigência de lisina digestível para a manutenção (Lys_m) de codornas de corte determinada pela técnica do abate comparativo (RC = ração controle) (n=16).....	41
FIGURA 3. Exigência de lisina digestível para a manutenção (Lys_m) de codornas de corte independente da técnica utilizada (RC-CT = ração controle coleta total; RC-AC = ração controle abate comparativo) (n=32).....	42

RESUMO

A criação de codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) tem apresentado crescimento expressivo nos últimos anos, sendo uma opção para a diversificação da avicultura. Todavia, o conhecimento sobre as exigências nutricionais dessas aves ainda é escasso. A lisina, aminoácido direcionado quase que exclusivamente para deposição proteica, é utilizada como referência no estabelecimento das exigências de outros aminoácidos. As exigências desse aminoácido para manutenção de frangos vêm sendo estudadas por décadas, tanto pela técnica da coleta total de excretas quanto pela técnica do abate comparativo, mas não há estudos nessa temática para as codornas de corte. Dessa forma, objetivou-se estimar as exigências de lisina para manutenção de codornas de corte e comparar as técnicas da coleta total de excretas e abate comparativo. Foram utilizadas 64 codornas de corte machos, com 45 dias de idade, com peso inicial de $173,93 \pm 29,43$ g, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (níveis de lisina digestível) e quatro repetições de quatro aves por parcela, totalizando 16 unidades experimentais. As rações experimentais foram formuladas pela “técnica da diluição” para prover níveis crescentes de lisina digestível (LysDig), correspondentes a 0,306; 0,442; 0,578 e 0,714%. Para confirmar que a lisina foi o primeiro nutriente limitante nas rações experimentais utilizou-se uma quinta ração (controle), obtida por meio da adição de 1,73 g/kg de L-lisina HCl (78,5%) na ração contendo 0,306% de lisina digestível, para que esta atingisse a concentração de 0,442%. Com isso, houve o acréscimo de quatro unidades experimentais (16 aves). O experimento teve duração de 15 dias, sendo as rações ofertadas *ad libitum* com um programa de luz de 16 horas. Foram avaliados peso final (PF; g/ave); variação no peso (%); consumo de ração (CR; g/kg^{0,75}.dia⁻¹); consumo de nitrogênio (CN; g/kg^{0,75}.dia⁻¹); consumo de lisina digestível (CLys; mg/kg^{0,75}.dia⁻¹), nitrogênio excretado (NEX; g/kg^{0,75}.dia⁻¹) e retenção de nitrogênio corporal (RNC; mg/kg^{0,75}.dia⁻¹). Os dados referentes a cada uma das variáveis foram submetidos a testes de normalidade e homocedasticidade, análise de variância, sendo as médias comparadas com o tratamento controle utilizando-se o teste de Dunnett. Posteriormente as RNC (mg/kg^{0,75}.dia⁻¹) obtidas pelas duas técnicas foram regredidas em função do CLys (mg/kg^{0,75}.dia⁻¹) por meio de regressão linear simples, sendo o coeficiente de manutenção definido como o CLys necessário para que a RNC seja igual a zero. Para comparar as equações obtidas pelas duas técnicas foi realizado um teste de paralelismo, utilizando-se a técnica como variável categórica e o CLys (mg/kg^{0,75}.dia⁻¹) como co-variável. As recomendações obtidas foram convertidas e expressas em relação ao peso de proteína metabólica à maturidade ($PB_m^{0,73} \times u$). A RNC aumentou com LysDig das rações, sendo que a ração mais deficiente proporcionou RNC inferior a ração controle em ambas as técnicas. Por meio da regressão linear simples da RNC (mg/kg^{0,75}.dia⁻¹) em função do CLys (mg/kg^{0,75}.dia⁻¹) as exigências de lisina para a manutenção (Lys_m) foram estimadas em 17,08 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹ utilizando-se técnica da coleta total de excretas e 17,72 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹ utilizando-se a técnica do abate comparativo. Pelo teste de paralelismo não houve efeito ($P = 0,2475$) entre os coeficientes das equações individuais, de modo que apenas uma equação foi suficiente para descrever a RNC em função do CLys, sendo a Lys_m estimada em 17,32 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹. As técnicas da coleta total de excretas e do abate comparativo são equivalentes e a exigência de lisina digestível para a manutenção de codornas de corte é 17,32mg/kg^{0,75}.dia⁻¹, correspondendo à 26,84 mg/kg.dia⁻¹ ou 56,34 mg/kgPB^{0,73}.u.dia⁻¹.

Palavras-chave: Aminoácido essencial, *Coturnix coturnix coturnix*, método fatorial, retenção de nitrogênio.

ABSTRACT

The meat quail raise (*Coturnix coturnix coturnix*) has shown significant growth in recent years, being an interesting option for the diversification of poultry production. However, knowledge about the nutritional requirements of these birds is still scarce. In the nutritional field, lysine (Lys), an amino acid directed almost exclusively to protein deposition, is used as a reference in establishing the requirements of other amino acids. Lys maintenance requirement in broilers have been studied for decades, both by the total excreta collection technique and by the comparative slaughter technique, been important direct the study of this theme to the quail. Thus, the aim of this study was to compare the total excreta collection technique and comparative slaughter technique and estimate the lysine maintenance (Lys_m) requirement in meat quail. For this purpose, were used 64 male meat quail, 45 days old, with initial weight of $173.93 \pm 29.43g$, distributed in completely randomized design, with four treatments (digestible lysine levels) and four replicates of four birds per cage, totaling 16 experimental units. The experimental diets were formulated using the "dilution" technique to provide increasing levels of digestible Lys, corresponding to 0.306; 0.442; 0.578 and 0.714%. To confirm that lysine was the first limiting nutrient in the experimental diets, a fifth diet (control) was used, obtained by adding 1.73 g/kg of L-lysine HCl (78.5%) to the diet containing 0.306% of digestible lysine, to reach a concentration of 0.442%. With that, there was the addition of four experimental units (16 birds). The experiment lasted 15 days and the light program adopted was 16 hours. Were evaluated: final weight (FW; g / bird); variation in weight (%); feed intake (FI; g / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$); nitrogen intake (NI; g / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$); digestible Lys intake (LysI; mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$), nitrogen excretion (NE; g / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) and body nitrogen deposition (BND; mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$). The data of each variable were subjected to normality and homoscedasticity tests, analysis of variance and the means were compared with the control treatment using the Dunnett test. The BND data ($mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) obtained by the two techniques were regressed as a function of LysI ($mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) through simple linear regression, with the maintenance coefficient defined as the LysI necessary for the BND to be equal to zero. To compare the equations obtained by the two techniques, a parallelism test was performed, using the technique as a categorical variable and LysI ($mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) as a covariate. The recommendations obtained were converted and expressed in relation to the metabolic protein weight at maturity ($CP_m^{0.73} \times u$). The BND increased with the level of dietary Lys, and the more deficient diet provided BND lower than the control diet in both techniques. By means of simple linear regression of the BND ($mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) as a function of LysI ($mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) the Lys_m were estimated at $17.08 mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$ using the total excreta collection technique and $17.72 mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$ using the comparative slaughter technique. By the parallelism test, there was no effect ($P = 0.2475$) between the coefficients of the individual equations, so that only one equation was sufficient to describe the BND as a function of the LysI, with the Lys_m being estimated at $17.32 mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$. The total excreta collection and comparative slaughter techniques are equivalent and the Lys_m in meat quails is $17.32 mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$, corresponding to $26.84 mg / kg^{0.75} \cdot day^{-1}$ or $56.34 mg / kgCP^{0.73} \cdot u \cdot day^{-1}$.

Keywords: *Coturnix coturnix coturnix*, essential amino acid, nutritional requirements, nitrogen retention.

INTRODUÇÃO

A criação de codornas vem se destacando como atividade crescente no mercado agropecuário brasileiro e tem despertado o interesse de produtores e pesquisadores por não necessitar de grandes investimentos, exigir pouco espaço, pelo rápido crescimento, precocidade sexual e produtiva das aves, além da reduzida mão de obra necessária (BATISTA et al., 2016; SILVA et al., 2018).

A maioria das criações utilizam linhagens destinadas à produção de ovos (*Coturnix coturnix japonica*), porém a demanda pela carne é crescente, devido sua alta qualidade e palatabilidade, tornando a criação de codornas específicas para produção de carne (*Coturnix coturnix coturnix*) uma boa alternativa para obtenção de proteína de origem animal (TON et al., 2011; MOTA et al., 2015).

Todavia, pouco se conhece sobre as exigências nutricionais das codornas de corte (VELOSO et al., 2012; MOTA et al., 2015; STANQUEVIS et al., 2017), sendo um aspecto crucial para a obtenção de índices produtivos adequados.

A lisina é o segundo aminoácido limitante para as aves quando rações a base de milho e farelo de soja são utilizadas (EMMERT; BAKER, 1997; CORREA et al., 2010; TON et al., 2011), e o aminoácido referência para o conceito de proteína ideal. Neste sentido, havendo alteração na sua exigência, os níveis dos demais aminoácidos também serão proporcionalmente alterados (BACKER; HAN, 1994; COSTA et al., 2008).

Tradicionalmente, os métodos utilizados para determinar as exigências de lisina para aves são o dose-resposta e o fatorial (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). O método dose-resposta baseia-se no desempenho das aves em resposta a variação da concentração de lisina na ração (HURWITZ et al., 1983; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). No entanto, como as exigências podem ser afetadas por fatores como genética, fase de crescimento, sexo, ambiente térmico, dentre outros (HAN; BAKER, 1993; CARLOS et al., 2014; MUNIZ et al., 2016; ROSTAGNO et al., 2017), as recomendações tornam-se apropriadas somente para condições semelhantes àquelas em que os experimentos foram realizados (OVIEDO-RONDÓN; WALDROUP, 2002; SIQUEIRA et al., 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

O método fatorial se fundamenta no princípio de que as necessidades de manutenção, crescimento e/ou produção são quantificadas individualmente e devem ser supridas (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Essa abordagem vem ganhando popularidade, pois possibilita a elaboração de modelos que levam em consideração as diferenças de pesos, composição corporal, potencial de crescimento e produção, além do ambiente na definição das

exigências (SILVA et al., 2004a; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016), se tornando um método mais flexível e preciso.

O conceito de manutenção pode ser descrito como a situação de equilíbrio de nitrogênio, em que a quantidade ingerida deve ser igual a quantidade excretada, de modo que o conteúdo de nitrogênio corporal permaneça constante (SIQUEIRA et al., 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

As exigências de manutenção podem ser obtidas por meio de duas técnicas distintas: a coleta total de excretas e o abate comparativo (OWENS; PETTIGREW, 1989; BONATO, et al., 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Pela primeira, a diferença entre o nitrogênio ingerido e o excretado, medidos em ensaios de metabolismo, permite a estimativa do balanço de nitrogênio, ao passo que pela segunda, a retenção de nitrogênio é quantificada pela diferença entre o nitrogênio retido nos tecidos de aves abatidas no início e no final do experimento (OLIVEIRA; FIALHO, 2010; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

A técnica da coleta total de excretas apresenta a vantagem de demandar menos tempo para a realização dos experimentos (OLIVEIRA; FIALHO, 2010). Contudo, a retenção de nitrogênio obtida por essa técnica pode ser subestimada em relação à técnica do abate comparativo, uma vez que as excretas podem estar sujeitas à contaminação por penas, descamações e ração regurgitada, o que superestima a quantidade de nitrogênio excretado.

As exigências de lisina para manutenção das aves foram estudadas por diversos autores ao longo dos anos, sendo determinadas com galos (LEVEILLE; FISHER, 1959; NONIS; GOUS, 2008; SIQUEIRA et al., 2011), frangos de corte em crescimento (HRUBY, 1998; EDWARD et al., 1999; DORIGAM et al., 2020) e matrizes pesadas (SAKOMURA; COON, 2003; SAKOMURA et al., 2015). Entretanto, trabalhos realizados para determinar essas exigências e comparar diferentes metodologias com codornas de corte são inexistentes.

Nesse contexto, objetivou-se com este estudo comparar as técnicas da coleta total de excretas e abate comparativo e estimar as exigências de lisina para manutenção de codornas de corte machos

REVISÃO DE LITERATURA

Histórico e panorama da coturnicultura

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencentes à ordem dos Galináceos (*Galliformes*), família dos Fasianídeos (*Phasianidae*), mesma família das galinhas e perus, gênero *Coturnix* e espécie *Coturnix coturnix*. (PINTO et al., 2002; ALBINO; BARRETO, 2003; BISCHOFF et al., 2007).

Entre os séculos XI e XII a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) foi introduzida na China, Coréia e depois no Japão. Os primeiros registros sobre essa ave apontam que elas eram criadas para fins ornamentais devido ao seu melódico canto (PINTO et al., 2002; PASTORE et al., 2012). Posteriormente, no início do século XX, chineses e japoneses realizaram estudos e cruzamentos entre as codornas provindas da Europa e espécies selvagens, obtendo-se assim um tipo domesticado, a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japônica*). A partir de então, iniciou-se a sua exploração, possibilitando o confinamento em gaiolas e a produção de ovos e carne (PINTO et al., 2002; ALBINO; BARRETO, 2003; SILVA; COSTA, 2009; SILVA, 2019).

A codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) possui várias linhagens selecionadas para a produção de carne por apresentar maior porte e peso final. Já a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japônica*) apresenta pequeno porte e elevada produção de ovos, tendo sua criação voltada para essa finalidade (ALBINO; BARRETO, 2003; PASTORE et al., 2012).

Além das codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) e japonesas (*Coturnix coturnix japônica*), existem também as codornas americanas (*Colinus virginianus*), sendo a mais conhecida a Bobwhite, além das chinesas (*Coturnix adansonii*) e das africanas (*Coturnix delegorguei*), cada uma delas com características bem peculiares (PINTO et al., 2002). No entanto, segundo Albino e Barreto (2003) as três primeiras espécies têm sido as mais utilizadas em explorações industriais no Brasil.

A criação de codornas foi introduzida no Brasil no início da década de 60 através de imigrantes europeus e asiáticos, todavia, o maior interesse por esta espécie se deu a partir dos anos 70 (SILVA; COSTA, 2009; DELFIM, 2019). Em 1989 uma grande empresa avícola brasileira implantou o primeiro criatório na região sul do Brasil, dando início a exploração comercial dessas aves no território nacional, e, posteriormente, as primeiras exportações de carcaças congeladas de codornas foram realizadas (SILVA et al., 2012).

Inicialmente, a principal finalidade da coturnicultura brasileira era a produção de ovos (TON et al., 2011; MOTA et al., 2015). A comercialização de carne, por muito tempo, se restringiu ao abate de codornas japonesas que devido à idade avançada tinham sua fertilidade e produção de ovos reduzida, perdendo sua utilidade. As carcaças geralmente tinham tamanho

pequeno e a carne era de baixa qualidade, especialmente em relação à maciez. Isso contribuiu para que a aceitação da carne de codorna pelo mercado consumidor fosse aquém do seu real potencial (ABREU et al., 2014; MUNIZ et al., 2018).

Contudo, segundo Muniz et al. (2018), nos últimos anos essa realidade mudou, sobretudo com a introdução de codornas especializadas na produção de carne (*Coturnix coturnix coturnix*) no mercado brasileiro. Estas, por sua vez, possuem carne macia, escura, saborosa e responsável por iguarias finas e sofisticadas (PASTORE et al., 2012). Assim, a produtividade e a qualidade da carne melhoraram significativamente, associando-se ao crescente aumento na demanda por este produto (TON et al., 2011; ABREU et al., 2014).

Economicamente, a coturnicultura é uma boa opção para a exploração avícola, pois não exige altos investimentos e gera rápido retorno econômico, se comparada à avicultura convencional (BATISTA et al., 2016; SILVA et al., 2018). Além disso, é uma cultura com manejo simplificado (BERTECHINI, 2010), apresentando rápido crescimento, precocidade sexual, rusticidade e demanda pequeno espaço físico para a implantação das granjas, características que justificam o franco crescimento do setor (PASTORE et al., 2012; MOTA et al., 2015; BATISTA et al., 2016).

Entre os anos de 2003 e 2014 o efetivo de codornas no Brasil, independente da finalidade de criação, teve crescimento constante. Isso colocou o país em posição de destaque neste segmento, tornando-se o segundo maior produtor mundial de ovos de codornas e o quinto de carne (SILVA et al., 2012). Em 2015 foi registrada uma marca recorde de 21,99 milhões de cabeças (IBGE, 2015), passando por uma redução no ano de 2016, mas no ano seguinte a atividade voltou a crescer, de modo que em 2018 o efetivo de codornas foi de 16,8 milhões de aves (3,9% superior em relação a 2017) e em 2019 esse efetivo foi de 17,4 milhões de cabeças (3,6% superior em relação a 2018) (IBGE, 2016; IBGE, 2017; IBGE, 2018; IBGE, 2019).

Embora exista grande volume de informações na literatura nacional sobre os requerimentos nutricionais de codornas japonesas utilizadas para a produção de ovos, as informações a respeito das exigências das codornas de corte ainda são escassas, conflitantes, muitas vezes obtidas de literatura estrangeira, ou simplesmente baseadas em informações disponíveis sobre codornas de postura (VELOSO et al., 2012; STANQUEVIS et al., 2017). Logo, é perceptível a necessidade de maiores informações sobre o desempenho e as exigências nutricionais das codornas de corte para subsidiarem criadores no estabelecimento de sistemas de produção mais eficientes, tendo em vista que isso pode ser um fator limitante para maiores incrementos dessa atividade no Brasil (LANA et al., 2005; MOTA et al., 2015).

A Lisina como aminoácido referência

A lisina, ácido 2,6 diaminohexanóico, tem sido utilizada como aminoácido referência para o conceito de proteína ideal, de modo que as estimativas das exigências deste aminoácido são o ponto de partida para o ajuste na qualidade proteica de rações balanceadas. Isso se deve a algumas características inerentes a lisina, tais como: a maior quantidade de informações disponíveis quando comparada a outros aminoácidos para aves, é utilizada quase exclusivamente para deposição proteica e sua determinação em alimentos é simples e direta (BAKER; HAN, 1994).

A lisina é considerada um aminoácido essencial para as aves, pois elas não sintetizam endogenamente quantidade suficiente para atender suas necessidades para máximo desempenho (BARRETO et al., 2006), sendo o segundo aminoácido limitante, depois da metionina, quando estas recebem dietas a base de milho e farelo de soja, tornando necessária seu fornecimento por meio da proteína intacta do alimento ou em fontes sintéticas como a L-Lisina HCl (ROCHA et al., 2009; SIQUEIRA et al., 2013).

Uma de suas funções mais importantes é a deposição de proteína corporal. Também tem participação na síntese de carnitina, que age no transporte de ácidos graxos para a beta-oxidação na mitocôndria, e na formação dos tecidos ósseos. Contudo, o excesso desse aminoácido pode ocasionar prejuízos metabólicos como o antagonismo com outros aminoácidos, como a arginina, pois disputam o mesmo sítio de absorção (BAKER; HAN, 1994; EMMERT; BAKER, 1997; BARRETO et al., 2006; CORRÊA et al., 2007; COSTA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2016) e o excesso de lisina contribui para o aumento do catabolismo de arginina pela arginase renal (D'MELLO, 2000).

Sabe-se que tanto a suplementação como o balanceamento dos aminoácidos das dietas podem promover aumento no ganho de carcaça, principalmente no músculo do peito (SHUTTE; PACK, 1995; LECLERQ, 1998; VIOLA et al., 2009). Dessa forma, o interesse por estudos com lisina na alimentação de codornas, de modo geral, se deve ao fato de que esse aminoácido tem baixo custo de suplementação e pode afetar o desempenho e qualidade da carne dessas aves (COSTA et al., 2008).

Vários fatores podem afetar as exigências de lisina, tais como genética, idade, sexo, ambiente térmico, estado sanitário, estresse, níveis de proteína e energia na dieta, os alimentos incluídos na formulação das dietas, dentre outros (HAN; BAKER, 1993; CARLOS et al., 2014; MUNIZ et al., 2016; ROSTAGNO et al., 2017). Além disso, segundo Siqueira et al. (2011), a concentração ótima dos aminoácidos, dentre eles a lisina, pode sofrer influência do modelo matemático utilizado na descrição das respostas. Dessa forma, a determinação, com precisão e

acurácia, da exigência de lisina das codornas de corte em diferentes condições é primordial para otimizar o aproveitamento deste aminoácido em uma de suas principais funções, que é a deposição de proteína, potencializando o desempenho, diminuindo os custos de produção e, conseqüentemente, trazendo maior retorno econômico para os envolvidos nesse segmento de produção.

Aspectos metodológicos para estimativa das exigências de aminoácidos

A determinação precisa e acurada das exigências de cada aminoácido na dieta é um aspecto fundamental na nutrição, conseqüentemente, muito esforço foi gasto ao longo dos anos na estimativa das exigências de aminoácidos para animais de diferentes categorias (D'MELLO, 2003).

Na prática, dois métodos têm sido utilizados para estimar as exigências nutricionais de animais não ruminantes, sendo eles o método dose-resposta e o método fatorial (HURWITZ et al., 1983; BASAGLIA et al., 1998; LONGO et al 2006; POMAR et al., 2009; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

O método dose-resposta é baseado no desempenho do animal em resposta a variados níveis de ingestão de um determinado nutriente essencial (HURWITZ et al., 1983; D'MELLO, 2003). Tradicionalmente esse método tem sido utilizado para definir os níveis recomendados de aminoácidos na dieta das aves, principalmente por ser prático e relativamente fácil de ser executado (SILVA et al., 2015; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Nele, as exigências de aminoácidos são estimadas a partir dos resultados de experimentos em que aves de uma determinada idade ou faixa de peso recebem dietas com um aminoácido limitante, mantendo-se os níveis adequados dos demais aminoácidos, sendo realizada a suplementação de forma gradativa com o aminoácido em estudo, de modo que a concentração mínima que produz a resposta máxima de desempenho é considerada como sendo a exigência para esse aminoácido (OWENS; PETTIGREW, 1989; GOUS, 1998; SILVA et al., 2015).

Devido sua praticidade, o método dose-resposta é bastante utilizado, sendo fundamental para elaboração de tabelas nas quais são informadas as concentrações fixas que devem estar presentes nas dietas, como as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011; ROSTAGNO et al., 2017) e a Tabela para Codornas Japonesas e Europeias (SILVA; COSTA, 2009).

É notório que os tradicionais estudos de dose-resposta forneceram, ao longo do tempo, informações preliminares úteis (MOUGHAN; FULLER, 2003). Todavia, vários fatores podem afetar a determinação das concentrações ótimas dos aminoácidos (HAN; BAKER, 1993;

SAKOMURA et al., 2002; LANA et al., 2005), de modo que estimativas fixas das exigências, obtidas a partir desses estudos, dificultam o estabelecimento dos níveis nutricionais adequados, tornando-se aplicáveis somente em condições semelhantes àquelas em que eles foram realizados, necessitando assim da repetição das pesquisas em várias condições para melhor definição das exigências (OVIEDO-RONDÓN; WALDROUP, 2002; SIQUEIRA et al., 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Diante disso, outra abordagem que vem ganhando cada vez mais destaque na determinação das exigências das aves é o método fatorial. Este, por sua vez, baseia-se no princípio de que a exigência em aminoácidos é a quantidade a ser fornecida para a manutenção dos processos vitais, crescimento e produção, separando a proporção adequada para cada uma dessas finalidades (BASAGLIA et al., 1998; SAKOMURA et al., 2002; SILVA et al., 2004a; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Esse método tem se mostrado como a forma mais precisa no estabelecimento das exigências dos aminoácidos (SAKOMURA et al., 2002) e possui a prerrogativa de levar em conta as diferenças de pesos, composição corporal, potencial de crescimento e de produção das aves, bem como do ambiente na definição das exigências, servindo de base para a elaboração de modelos que estimam as exigências nutricionais das aves de diferentes linhagens e idades, criadas em diferentes condições (SIQUEIRA et al., 2011; SILVA et al., 2015).

No entanto, de acordo com Siqueira et al. (2021), para a aplicação do método fatorial faz-se necessária a determinação dos parâmetros ou coeficientes que expressam as exigências de manutenção e as eficiências de utilização dos aminoácidos da dieta. Estes, podem ser obtidos através de ensaios conduzidos especificamente para esta finalidade, sendo indispensáveis para a elaboração de modelos de predição capazes de estimar as necessidades nutricionais das aves.

A manutenção pode ser definida como a situação na qual o animal se encontra em equilíbrio de nitrogênio, em que a ingestão se iguala à soma de suas perdas, permanecendo constante o conteúdo de nitrogênio corporal. Para manter esse equilíbrio, os aminoácidos devem ser supridos na mesma proporção em que são perdidos pelo metabolismo (OWENS; PETTIGREW, 1989; FISHER, 1998; SILVA et al., 2004b; ABOUDI, et al., 2006; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Assim, a quantidade de aminoácidos necessária para repor essas perdas, permitindo manter a ave em equilíbrio de nitrogênio, representa a exigência para manutenção (BASAGLIA et al., 1998). Sakomura et al. (2015) também define a manutenção como o ponto em que não há crescimento, acréscimo de proteína corporal ou acúmulo de aminoácidos.

De acordo com Sakomura e Rostagno, (2016) a estimativa das exigências aminoacídicas para manutenção de aves pode ser influenciada pela metodologia utilizada nos estudos. Tradicionalmente essas exigências vêm sendo estudadas por meio de duas técnicas, a coleta total de excretas e o abate comparativo (OWENS; PETTIGREW, 1989; SILVA et al., 2014; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016), embora possam existir discrepâncias entre as duas (BASAGLIA et al., 1998; SAKOMURA et al., 2002; OLIVEIRA; FIALHO, 2010).

Pela técnica da coleta total de excretas, em ensaio de metabolismo, obtém-se a retenção de nitrogênio a partir da diferença entre o nitrogênio ingerido e o excretado. Já o abate comparativo baseia-se na hipótese de que a retenção corporal de um grupo de aves pode ser estimada a partir da composição da carcaça de uma amostra de aves da mesma população, e, por meio de abates comparativos realizados no início e final do período experimental, é possível quantificar a retenção de nitrogênio em determinado período (WOLYNETZ; SIBBALD, 1987; RABELLO et al., 2004; OLIVEIRA; FIALHO, 2010; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Dessa forma, as exigências de aminoácidos para manutenção podem ser estimadas pelas relações matemáticas existentes entre a retenção ou balanço de nitrogênio e/ou aminoácido e a ingestão do aminoácido de interesse (NONIS; GOUS, 2008; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). A equação de regressão do nitrogênio e/ou aminoácido retido em função do nitrogênio e/ou aminoácido ingerido permite determinar no intercepto do eixo da abcissa a exigência de nitrogênio e/ou aminoácido para manutenção, quando a retenção do nitrogênio e/ou aminoácido é zero. (BASAGLIA et al., 1998; SAKOMURA et al., 2002; NONIS; GOUS, 2008).

A obtenção das exigências de aminoácidos para manutenção através da técnica da coleta total de excretas, quando comparada com a técnica de abate comparativo, apresenta a vantagem de demandar um menor custo financeiro e tempo necessário para realização dos experimentos (OLIVEIRA; FIALHO, 2010). Todavia, essa técnica é susceptível a imprecisões como, contaminação das excretas com penas, descamações e ração regurgitada (SALES; JANSSENS, 2003), o que pode ocasionar aumento na quantidade de nitrogênio excretado, e, por consequência, subestimar a retenção de nitrogênio.

Outro fator que também pode afetar a estimativa das exigências de aminoácidos para manutenção é a categoria das aves utilizadas nos experimentos. De acordo com Owens e Pettigrew, (1989), os estudos voltados para essa finalidade podem ser feitos em aves em crescimento ou adultas. Todavia, alguns autores (NONIS; GOUS, 2008; BONATO et al., 2011; SIQUEIRA et al., 2011) advertem que, no caso de experimentos com animais em crescimento, a interpretação dos resultados deve ser cautelosa, para se evitar equívocos que podem ser ocasionados devido à variação que acontece no crescimento e na composição corporal entre os animais durante o

experimento, dificultando a estimativa sobre a proporção de aminoácidos ingeridos que deve ser utilizado para manutenção durante o período experimental.

Assim, avaliações com aves adultas são mais precisas, pois as suas exigências totais de aminoácidos estão associadas à manutenção, não estando inclusas necessidades específicas de aminoácidos para o crescimento e/ou produção (OWENS; PETTIGREW, 1989; SIQUEIRA et al., 2011; BONATO et al., 2011).

Também é relevante considerar a unidade na qual as exigências de manutenção são expressas. Grande parte dos estudos sobre exigências de aminoácidos para manutenção comumente as relacionam ao peso corporal em jejum (mg/kg.dia^{-1}) ou ao peso corporal metabólico ($\text{mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$). Todavia, como os aminoácidos destinados a manutenção não são necessários para a manutenção das reservas lipídicas corporais, estando mais intimamente relacionados ao conteúdo de proteínas corporais, o mais apropriado seria expressar as exigências de aminoácidos para manutenção com base no conteúdo de proteína corporal ($\text{mg/kgPB}^{0,73}.\text{u.dia}^{-1}$) (NONIS; GOUS, 2008; BONATO et al., 2011; SIQUEIRA et al., 2011).

Emmans e Fisher (1986) propuseram uma solução para esse problema através da conversão do peso corporal metabólico para o peso de proteína metabólica à maturidade ($\text{PB}_m^{0,73} \times u$), em que: $\text{PB}_m^{0,73}$ representa o peso metabólico da proteína à maturidade e u é o grau de maturidade da proteína no tempo t ($u = \text{PB}_t / \text{PB}_m$). Como a escala utilizada por esses autores não leva em consideração o teor de gordura, a imprecisão na determinação das exigências de aminoácidos para manutenção é reduzida, visto que o teor de gordura varia amplamente em aves do mesmo genótipo e peso corporal semelhante (DORIGAM et al., 2020).

Sakomura e Rostagno (2016) destacam que, apesar do peso proteico ser a forma mais precisa para expressar as exigências de manutenção, para aplicação prática, a melhor forma seria em relação ao peso metabólico.

Exigências de lisina para manutenção das aves

Ao longo dos anos, diversos autores (LEVEILLE; FISHER, 1959; HRUBY, 1998; EDWARD et al., 1999; SAKOMURA; COON, 2003; BROWN et al., 2006; NONIS; GOUS, 2008; SIQUEIRA et al., 2011; SAKOMURA et al., 2015; DORIGAM et al., 2020) determinaram as exigências de lisina para manutenção em aves, seja pela técnica da coleta total de excretas ou pela técnica do abate comparativo, seja com aves em crescimento ou adultas. No entanto, os coeficientes que expressam as exigências de manutenção, obtidos nesses estudos, são divergentes. Essas variações podem ser atribuídas às variações metodológicas adotadas e também à categoria de aves experimentais (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Em meados do século passado, Leveille e Fisher (1959) desenvolveram um estudo pioneiro sobre a exigência de lisina para manutenção de galos Leghorn adultos. Com base na técnica da coleta total de excretas, estimaram a exigência de lisina em $29 \text{ mg/kg.dia}^{-1}$, o que equivale a $36 \text{ mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$, para manutenção desses animais.

Hruby (1998) estudando as exigências de lisina para manutenção de frangos de corte Ross 308 no período dos 10 aos 21 dias, utilizando a técnica do abate comparativo, observou que a deposição de proteína corporal das aves apresentou comportamento quadrático em resposta ao consumo de lisina. Este resultado inviabilizou a determinação da exigência de manutenção para esse aminoácido, fazendo com que o autor minimizasse sua importância para manutenção. No ano seguinte, Edwards et al. (1999), realizando ensaios de metabolismos com frangos de corte New Hampshire x Columbian e Avian x Avian, dos 10 aos 20 dias de idade, adotando a mesma técnica utilizada por Hruby (1998), observaram que as exigências de lisina para manutenção foram de $114 \text{ mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$ para a primeira linhagem e $89,1 \text{ mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$ para a segunda.

Sakomura e Coon (2003) estimaram, com base na relação linear entre o consumo de lisina e a deposição de lisina corporal, as exigências para a manutenção de matrizes pesadas da linhagem Cobb em $167,9 \text{ mg/kg.dia}^{-1}$, o que equivale a $94,4 \text{ mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$. Em estudos com perus dos 7 aos 14 dias de idade e utilizando a técnica do abate comparativo, Brown et al. (2006) estimaram as exigências de lisina para manutenção, com base na deposição de nitrogênio corporal, em $28,18 \text{ mg/kg.dia}^{-1}$, equivalendo a $59,01 \text{ mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$.

Nonis e Gous (2008), em estudo sobre as exigências de lisina para a manutenção de galos adultos de linhagem de postura, estimaram, com base na técnica da coleta total de excretas, que esta era de $37 \text{ mg/kg.dia}^{-1}$, o que equivale a $47,2 \text{ mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$. Empregando a mesma técnica, Siqueira et al. (2011), trabalharam com galos adultos (idade igual ou superior a 27 semanas) de diferentes genótipos (Leghorn, ISA Label e Cobb 500) e pesos corporais, e estimaram a exigência de lisina digestível em $32,3 \text{ mg/kg.dia}^{-1}$, que corresponde a $45,1 \text{ mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$, independentemente do genótipo.

Mais recentemente, Sakomura et al. (2015) determinando as exigências de alguns aminoácidos para manutenção de matrizes pesadas da linhagem Cobb com 23 semanas de idade, dentre eles, a lisina, estimaram a exigência deste aminoácido para manutenção, utilizando a técnica do abate comparativo, em $80,9 \text{ mg/kg}^{0,75}.\text{dia}^{-1}$.

É notória a divergência entre os coeficientes obtidos para atender as exigências de lisina para a manutenção e isso se deve a uma série de fatores, tais como variações nas metodologias experimentais, animais de diferentes linhagens e sexo, como também a forma pela qual os resultados são interpretados.

Estudos que visam determinar as exigências de lisina para manutenção de codornas de corte são escassos na literatura, sendo que a maioria dos trabalhos relacionados às exigências nutricionais de codornas é voltada para as de postura. Nesse sentido, Jordão Filho et al. (2012) adverte que as diferenças na nutrição de codornas japonesas e européias assemelham-se àquelas entre frangos de corte e galinhas poedeiras, em que dietas formuladas para uma espécie difere da utilizada na alimentação da outra. Além disso, já foi relatado por Silva e Costa (2009) que as codornas européias são mais exigentes em proteínas (aminoácidos) do que as japonesas.

Assim, considerando que a lisina é o aminoácido referência utilizado como base para determinação dos níveis dos demais aminoácidos pelo conceito de Proteína Ideal, e, tendo em vista o interesse crescente por parte do mercado consumidor pela carne dessas aves, aliados à inexistência de estudos dessa natureza realizados com codornas de corte, fica claramente demonstrada a necessidade de estudos que permitam a obtenção de estimativas condizentes com as suas necessidades, dando subsídio para elaboração de modelos matemáticos de predição das exigências de lisina com base na metodologia fatorial, auxiliando na formulação de dietas que atendam as exigências específicas destas aves, otimizando sua produção e minimizando os custos.

Além disso, diante das perceptíveis discrepâncias nas estimativas das exigências de manutenção para aves em diferentes estudos, e, sabendo-se que a metodologia utilizada pode influenciar os resultados obtidos, também é de grande relevância a comparação entre as duas técnicas rotineiramente mais utilizadas na determinação das exigências de manutenção para aves (coleta total de excretas e o abate comparativo).

REFERÊNCIAS

- ABBOUDI, T.; MAMBRINI, M.; OOGHE, W.; LARONDELLE, Y.; ROLLIN, X. Protein and lysine requirements for maintenance and for tissue accretion in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. **Aquaculture**, v. 261, n. 1, p. 369-383, 2006.
- ABREU, L. R. A.; BOARI, C. A.; PIRES, A. V.; PIRES, S. R. F.; OLIVEIRA, R. G. D.; OLIVEIRA, K. M. D.; GONÇALVES, F. M.; OLIVEIRA, F. R. Influência do sexo e idade de abate sobre rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 1, 2014.
- ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Aprenda fácil, 2003.
- BAKER, D. H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BARRETO, S. L. T.; ARAÚJO, M. S.; UMIGI, R. T.; DONZELE, J. L.; ROCHA, T. C.; PINHEIRO, S. R. F.; TEIXEIRA, R. B.; ABREU, F. V. S.; SILVA, R. F. Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.750-753, 2006.
- BASAGLIA, R.; SAKOMURA, N. K.; RESENDE, K. T. D.; SILVA, R. D.; JUNQUEIRA, O. M. Exigências de proteína para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 556-563, 1998.
- BATISTA, E.; FURLAN, A. C.; MARCATO, S. M.; POZZA, P. C.; TON, A. P. S.; GRIESER, D. O.; ZANCANELA, V.; STANQUEVIS, C. E.; PERINE, T. P.; BENITES, M. I.; EUZÉBIO, T. C.; PAULA, V.R.C. Exigência de valina e isoleucina para codornas de corte no período de um a 14 dias e de 15 a 35 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 4, p. 1000-1006, 2016.
- BERTECHINI, A. G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: **IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura**. 2010. p. 09-14.
- BISCHOFF, J.; DOMRACHEV, M.; FEDERHEN, S.; HOTTON, C.; LEIPE, D.; SOUSSOV, V.; STERNBERG, R.; TURNER, S. NCBI- Taxonomy Browser. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Tree&id=9005&lvl=3&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock>>. Acesso em: 19 de maio de 2020.
- BONATO, M. A.; SAKOMURA, N. K.; SIQUEIRA, J. C.; FERNANDES, J. B. K.; GOUS, R. M. Maintenance requirements for methionine and cysteine, and threonine for poultry. **South African Journal of Animal Science**, v. 41, n. 3, p. 209-222, 2011.
- BROWN, J.; FIRMAN, J. D.; SUN, S. S.; KAMYAB, A. Digestible lysine requirements for maintenance in the starting turkey. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, p. 740- 743, 2006.
- CARLOS, T. C. F.; MARINO, C. T.; SILVA, N. V. P.; BARBOSA, L. C. G. S.; REIS, R. N.; MURAMATSU, K.; ARAÚJO, C. S. S.; ARAÚJO, L. F. Evaluation of different digestible

lysine levels for male broilers during the period of 18 to 40 days of age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.16, n.1, p.83-88, 2014.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B.; FONTES, D. O.; SANTOS, G. G.; DIONELLO, N. L.; WENCESLAU, R. R.; FELIPE, V. P. S.; FERREIRA, I. C.; SOUSA, J. E. R. Desempenho de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 6, p. 1545-1553, 2007.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B.; FONTES, D. O.; DIONELLO, N. J. L.; SANTOS, G. G.; WENCESLAU, R. R.; FELIPE, V. P. S.; FREITAS, L. S. Relação entre os níveis de lisina da dieta e as características de desempenho de codornas de corte EV2, durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p. 930-939, 2010.

COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, V. P.; GOULART, C. D. C.; NETO, L.; DA CUNHA, R.; SOUZA, J. G. D.; SILVA, J. H. V. D. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2136-2140, 2008.

DELFIN, P. H. A. **Desempenho produtivo de codornas de corte alimentadas com farinha de casca de sururu em substituição ao calcário calcítico**. 2019. 28 f. Monografia. Curso de graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2019.

D'MELLO, J. P. F. **Farm animal: metabolism and nutrition**. Edimburg: Cabi, 2000. 438p.

D'MELLO, J. P. F. Responses of growing poultry to amino acids. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino acid in animal nutrition**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p.237-264.

DORIGAM, J. C. P.; SILVA, E. P.; SAKOMURA, N. K.; PERUZZI, N. J.; LIMA, M. B.; FERNANDES, K. J. B. Alternative procedure for determining lysine maintenance requirement in poultry. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 49:e20180183, 2020.

EDWARDS, H. M.; FERNANDEZ, S. R.; BAKER, D. H. Maintenance lysine requirement and efficiency of using lysine for accretion of whole-body lysine and protein in young chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.78, p.1412-1417, 1999.

EMMANS, G. C.; FISHER, C. Problems in nutritional theory. In: FISHER, C.; BOORMAN, K. N. **Nutrient requirements of poultry and nutritional research**. London: Ed. Butterwordths, 1986. p. 9-39.

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

FISHER, C. Amino Acid Requirements of Broiler Breeders. **Poultry Science**, Savoy, v. 77, p. 124-133, 1998.

GOUS, R. M. Making progress in the nutrition of broilers. **Poultry Science**, Savoy, v.77, p.111-117.1998.

HAN, Y.; BAKER, D. H. Effects of sex, heat stress, body weight, and genetic strain on the dietary lysine requirement of broiler chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.72, n.4, p.701-708, 1993.

HRUBY, M. **The amino acid maintenance and growth requirements of male broilers.**1998. 144f. Thesis (Ph.D. in Animal Science) - University of Minnesota, Minnesota, 1998.

HURWITZ, S.; FRISCH, Y.; BAR, A.; EISNER, U.; BENGAL, I.; PINES, M. The amino acid requirements of growing turkeys: 1. Model construction and parameter estimation. **Poultry Science**, v. 62, n. 11, p. 2208-2217, 1983.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, 2015, v.43, 49 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, 2016, v.44, 51 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, 2017, v.45, 9 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, 2018, v.46, 8 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, 2019, v.47, 12 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2019_v47_br_informativo.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2021.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; ALBINO, L. F. T.; MELO, T. S.; LACERDA, P. B.; DANTAS, G. M.; SOARES, R. P. Requirement for maintenance and gain of crude protein for two genotypes of growing quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 9, p. 2048-2054, 2012.

LANA, S. R. V.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; VAZ, R. G. M. V.; REZENDE, W. O. Níveis de lisina digestível em rações para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1624-1632, 2005.

LEVEILLE, G. A.; FISHER, H. Amino acid requirements for maintenance in the adult rooster II. The requirements for glutamic acid, histidine, lysine and arginine. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 69, p. 289-294, 1959.

LECLERCQ, B. Lysine: specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry science**, v. 77, n. 1, p. 118-123, 1998.

LONGO, F. A.; SAKOMURA, N. K.; RABELLO, C. B. V.; FIGUEIREDO, A. N.; FERNANDES, J. B. K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 119-125, 2006.

MOTA, L. F. M.; COIMBRA, D. A.; ABREU, L. R. A.; COSTA, L. S.; PIRES, A. V.; SILVA, M. A.; BONAFÉ, C. M.; CASTRO, M. R.; LIMA, H. J. D.; PINHEIRO, S. R. F. Características de desempenho e de carcaça em diferentes genótipos de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 2, p. 613-621, 2015.

MOUGAN, P.J.; FULLER, M.F. Modelling amino acids metabolism and the estimation of amino acids requirements. In: D'MELLO, J.P.F. **Amino acid in animal nutrition**. 2nd edition. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p.187-203.

MUNIZ, J. C. L.; BARRETO, S. L. D. T.; MENCALHA, R.; VIANA, G. D. S.; REIS, R. D. S.; RIBEIRO, C. L. N.; HANNAS, M. I.; ALBINO, L. F. T. Metabolizable energy levels for meat quails from 15 to 35 days of age. **Ciência Rural**, v. 46, n. 10, p. 1852-1857, 2016.

MUNIZ, J. C. L.; BARRETO, S. L. T.; VIANA, G. S.; MENCALHA, R.; REIS, R. S.; HANNAS, M. I.; BARBOSA, L. M. R.; MAIA, R. C. Metabolizable energy levels for meat-type quails at starter phase. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.20, n.2, p.197-202, 2018.

NONIS, M. K.; GOUS, R. M. Threonine and lysine requirements for maintenance in chickens. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 38, p. 75-82, 2008.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T. Retenção de nitrogênio em suínos na fase de crescimento obtida pelos métodos de abate comparativo e balanço de nitrogênio. **Archives of Veterinary Science**, v. 15, n. 2, p. 86-93, 2010.

OLIVEIRA, R. G.; PINHEIRO, S. R. F.; COSTA, L. D. S.; PIRES, A. V.; VIEIRA, D. J.; CASTRO, M. R.; ABREU, L. R. A.; SIQUEIRA, J. C. Lisina digestível em rações para frangos de corte tipo caipira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 424-437, 2016.

OVIEDO-RONDÓN, E. O.; WALDROUP, P. W. Models to estimate amino acid requirements for broiler chickens: A Review. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p. 106-113, 2002.

OWENS, F. N.; PETTIGREW, J. E. Subdividing amino acid requirements into portions for maintenance and growth. In: FRIEDMAN, M. **Absorption and utilization of aminoacids**. Boca Raton: CRC Press, 1989. v.1, p.15-30.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P. de; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica nutritime**, v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS JUNIOR, J. G. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

POMAR, C.; HAUSCHILD, L.; ZHANG, G.; POMAR, J.; LOVATO, P. A. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.226-237, 2009.

PRODUÇÃO DA PECUÁRIA MUNICIPAL, Rio de Janeiro, v. 46, p.1-8, 2018.

RABELLO, C. B. V.; SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A. Efeito da temperatura ambiente nas exigências de proteína bruta para galinhas reprodutoras pesadas na fase de produção. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 99, p. 161-165, 2004.

ROCHA, T. C. D.; GOMES, P. C.; DONZELE, J. L.; BARRETO, S. L. D. T.; MELLO, H. H. D. C.; BRUMANO, G. 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.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2017. 488p.

SALES, J.; JANSSENS, G. P. J. The use of markers to determine energy metabolizability and nutrient digestibility in avian species. **World's poultry science journal**, v. 59, n. 3, p. 314-327, 2003.

SAKOMURA, N. K.; BASAGLIA, R.; RESENDE, K. T. D. Modelo para determinar as exigências de proteína para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2247-2254, 2002.

SAKOMURA, N. K., COON, C. Amino acid requirements for maintenance of broiler breeder pullets. In: **EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 14.**, 2003, Lillehammer. Proceedings ...p. 280-281.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2016. 262p.

SAKOMURA, N. K.; EKMAI, R. D.; MEI, S. J.; COON, C. N. Lysine, methionine, phenylalanine, arginine, valine, isoleucine, leucine, and threonine maintenance requirements of broiler breeders. **Poultry science**, v. 94, n. 11, p. 2715-2721, 2015.

SCHUTTE, J. B.; PACK, M. Sulfur amino acid requirement of broiler chicks from fourteen to thirty-eight days of age. 1. Performance and carcass yield. **Poultry Science**, v. 74, n. 3, p. 480-487, 1995.

SILVA, J. H. V.; SILVA, M. B.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E. L.; ANDRADE, I. R.; MELO, D. A.; RIBEIRO, M. L. G.; ROCHA, M. R. F.; COSTA, F. G. P.; DUTRA JÚNIOR, W. M. Exigências de manutenção e de ganho de proteína e de energia em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase de 1 a 12 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1209-1219, 2004a.

SILVA, J. H. V.; SILVA, M. B.; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E. L.; ANDRADE, I. R.; MELO, D. A.; RIBEIRO, M. L. G.; ROCHA, M. R. F.; COSTA, F. G. P.; DUTRA JÚNIOR, W. M. Exigências de manutenção e de ganho em proteína e energia em codornas japonesas (*Coturnix*

coturnix japonica) na fase de 15 a 32 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1220-1230, 2004b.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 110 p.

SILVA, J. V. H.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F. G. P.; LACERDA, P. B.; VARGAS, D. G. V.; LIMA, M. R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, p. 775-790, 2012.

SILVA, E. P. D.; SAKOMURA, N. K.; BONATO, M. A.; DONATO, D. C. Z.; PERUZZI, N. J.; FERNANDES, J. B. K. Descrição do potencial de retenção de nitrogênio em frangas de postura por diferentes metodologias: mínima retenção. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 333-339, 2014.

SILVA, E. P.; MALHEIROS, E. B.; SAKOMURA, N. K.; VENTURINI, K. S.; HAUSCHILD, L.; DORIGAM, J. C. P.; FERNANDES, J. B. K. Lysine requirements of laying hens. **Livestock Science**, v.173, p.69-77, 2015.

SILVA, A. F.; SGAVIOLI, S.; DOMINGUES, C.H.F.; GARCIA, R. G. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 913-920, 2018.

SILVA, W. A. **Proteína bruta em dietas para codornas europeias (*Coturnix coturnix*)**. 2019. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, AL, 2019.

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; GOUS, R. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, J. B. K.; MALHEIROS, E. B. Model to estimate lysine requirements of broilers. In: SAUVANT, D.; VAN MILGEN, J.; FAVERDIN, P.; FRIGGENS, N. (Eds) **Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2011. p.306-314.

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S.; BONATO, M. A.; PINHEIRO, S. R. F.; NASCIMENTO, D. C. N. Exigência de lisina para manutenção determinada com galos de diferentes genótipos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 812-820, 2011.

SIQUEIRA, J.C.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B.; EZEQUIEL, J.M.B.; BARBOSA, N.A.A.; FERNANDES, J.B.K. Diet formulation techniques and lysine requirements of 1-to 22 day-old broilers. **Brasilian Journal of Poultry Science**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 123-134, 2013.

STANQUEVIS, C. E.; MARCATO, S. M.; FURLAN, A. C.; PERINE, T. P.; BATISTA, E.; GRIESER, D. O.; ZANCANELA, V.; BENITES, M. I. Níveis de suplementação de vitamina K para codornas de corte em crescimento de 15 a 35 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 4, p. 1006-1012, 2017.

TON, A. P. S.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N.; TOLEDO, J. B.; SCHERER, C.; CONTI, A. C. M. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 593-601, 2011.

VELOSO, R. C.; PIRES, A. V.; TIMPANI, V. D.; DRUMOND, E. S. C.; GONÇALVES, F. M.; FARIA FILHO, D. E. D. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 2, p. 169-174, 2012.

VIOLA, T. H.; KESSLER, A. M.; RIBEIRO, A. M. L.; VIOLA, E. S.; TREVIZAN, L.; GONÇALVES, T. A. Desempenho e peso de frações corporais, na suplementação crescente de lisina, dos 19 aos 40 dias de idade em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.515-521, 2009.

WOLYNETZ, M. S.; SIBBALD, I. R. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. **Poultry Science**, v. 66, n. 12, p. 1961-1972, 1987.

Exigências de lisina para manutenção de codornas de corte determinadas por diferentes técnicas

RESUMO

Objetivou-se com este estudo comparar as técnicas da coleta total de excretas e abate comparativo e estimar as exigências de lisina para manutenção de codornas de corte. Foram utilizadas 64 codornas de corte machos, com 45 dias de idade, com peso inicial de $173,93 \pm 29,43$ g, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (níveis de lisina digestível) e quatro repetições de quatro aves por parcela, totalizando 16 unidades experimentais. As rações experimentais foram formuladas pela “técnica da diluição” para prover níveis crescentes de lisina digestível (LysDig), correspondentes a 0,306; 0,442; 0,578 e 0,714%. Para confirmar que a lisina foi o primeiro nutriente limitante nas rações experimentais utilizou-se uma quinta ração (controle), obtida por meio da adição de 1,73 g/kg de L-lisina HCl (78,5%) na ração contendo 0,306% de lisina digestível, para que esta atingisse a concentração de 0,442%. Com isso, houve o acréscimo de quatro unidades experimentais (16 aves). O experimento teve duração de 15 dias, sendo as rações ofertadas *ad libitum* com um programa de luz de 16 horas. Foram avaliados peso final (PF; g/ave); variação no peso (%); consumo de ração (CR; $\text{g/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$); consumo de nitrogênio (CN; $\text{g/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$); consumo de lisina digestível (CLys; $\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$), nitrogênio excretado (NEX; $\text{g/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) e retenção de nitrogênio corporal (RNC; $\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$). Os dados referentes a cada uma das variáveis foram submetidos a testes de normalidade e homocedasticidade, análise de variância, sendo as médias comparadas com o tratamento controle utilizando-se o teste de Dunnett. Posteriormente as RNC ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) obtidas pelas duas técnicas foram regredidas em função do CLys ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) por meio de regressão linear simples, sendo o coeficiente de manutenção definido como o CLys necessário para que a RNC seja igual a zero. Para comparar as equações obtidas pelas duas técnicas foi realizado um teste de paralelismo, utilizando-se a técnica como variável categórica e o CLys ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) como co-variável. As recomendações obtidas foram convertidas e expressas em relação ao peso de proteína metabólica à maturidade ($\text{PB}_m^{0,73} \times u$). A RNC aumentou com LysDig das rações, sendo que a ração mais deficiente proporcionou RNC inferior a ração controle em ambas as técnicas. Por meio da regressão linear simples da RNC ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) em função do CLys ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) as exigências de lisina para a manutenção (Lys_m) foram estimadas em $17,08 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$ utilizando-se técnica da coleta total de excretas e $17,72 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$ utilizando-se a técnica do abate comparativo. Pelo teste de paralelismo não houve efeito ($P = 0,2475$) entre os coeficientes das equações individuais, de modo que apenas uma equação foi suficiente para descrever a RNC em função do CLys, sendo a Lys_m estimada em $17,32 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$. As técnicas da coleta total de excretas e do abate comparativo são equivalentes e a exigência de lisina digestível para a manutenção de codornas de corte é $17,32 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, correspondendo à $26,84 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ ou $56,34 \text{ mg/kgPB}^{0,73} \cdot u \cdot \text{dia}^{-1}$.

Palavras-chave: Aminoácido essencial, *Coturnix coturnix coturnix*, exigências nutricionais, retenção de nitrogênio.

Lysine maintenance requirement in meat quail determined by different techniques

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the total excreta collection technique and comparative slaughter technique and estimate the lysine maintenance (Lys_m) requirement in meat quail. For this purpose, were used 64 male meat quail, 45 days old, with initial weight of 173.93 ± 29.43 g, distributed in completely randomized design, with four treatments (digestible lysine levels) and four replicates of four birds per cage, totaling 16 experimental units. The experimental diets were formulated using the "dilution" technique to provide increasing levels of digestible Lys, corresponding to 0.306; 0.442; 0.578 and 0.714%. To confirm that lysine was the first limiting nutrient in the experimental diets, a fifth diet (control) was used, obtained by adding 1.73 g/kg of L-lysine HCl (78.5%) to the diet containing 0.306% of digestible lysine, to reach a concentration of 0.442%. With that, there was the addition of four experimental units (16 birds). The experiment lasted 15 days and the light program adopted was 16 hours. Were evaluated: final weight (FW; g / bird); variation in weight (%); feed intake (FI; g / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$); nitrogen intake (NI; g / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$); digestible Lys intake (LysI; mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$), nitrogen excretion (NE; g / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) and body nitrogen deposition (BND; mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$). The data of each variable were subjected to normality and homoscedasticity tests, analysis of variance and the means were compared with the control treatment using the Dunnett test. The BND data (mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) obtained by the two techniques were regressed as a function of LysI (mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) through simple linear regression, with the maintenance coefficient defined as the LysI necessary for the BND to be equal to zero. To compare the equations obtained by the two techniques, a parallelism test was performed, using the technique as a categorical variable and LysI (mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) as a covariate. The recommendations obtained were converted and expressed in relation to the metabolic protein weight at maturity ($CP_m^{0.73} \times u$). The BND increased with the level of dietary Lys, and the more deficient diet provided BND lower than the control diet in both techniques. By means of simple linear regression of the BND (mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) as a function of LysI (mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$) the Lys_m were estimated at 17.08 mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$ using the total excreta collection technique and 17.72 mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$ using the comparative slaughter technique. By the parallelism test, there was no effect ($P = 0.2475$) between the coefficients of the individual equations, so that only one equation was sufficient to describe the BND as a function of the LysI, with the Lys_m being estimated at 17.32 mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$. The total excreta collection and comparative slaughter techniques are equivalent and the Lys_m in meat quails is 17.32 mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$, corresponding to 26.84 mg / $kg^{0.75} \cdot day^{-1}$ or 56.34 mg / $kgCP^{0.73} \cdot u \cdot day^{-1}$.

Keywords: Coturnix coturnix coturnix, essential amino acid, nutritional requirements, nitrogen retention.

INTRODUÇÃO

A coturnicultura é um segmento da avicultura que tem apresentado crescimento expressivo nos últimos anos. A inserção de linhagens específicas para corte contribuiu para isso, pois proporcionou melhora na produtividade e qualidade da carne associando-se ao crescente aumento na demanda por esse produto (ABREU et al., 2014). Contudo, o conhecimento sobre as exigências nutricionais e o potencial produtivo de codornas de corte ainda é escasso. (MOTA et al., 2015; MUNIZ et al., 2016).

A lisina é um aminoácido essencial, sendo o segundo limitante em dietas para aves formuladas a base de milho e farelo de soja (EMMERT; BAKER, 1997), além de ter importante papel na deposição de proteína corporal (COSTA et al., 2008). A estimativa das exigências desse aminoácido é crucial para a formulação de dietas corretamente balanceadas, baseadas no conceito de proteína ideal, pois ele tem sido utilizado como referência no estabelecimento das exigências de outros aminoácidos (BACKER; HAN, 1994).

Os métodos utilizados na determinação das exigências de lisina das aves têm sido o dose-resposta, que se baseia na resposta de desempenho, quando níveis crescentes deste aminoácido são ofertados, e o fatorial, que consiste em determinar a exigência de lisina levando em consideração a soma das necessidades para manutenção, crescimento e/ou produção (D'MELLO, 2003; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

O método fatorial tem se mostrado uma abordagem mais precisa e flexível, servindo de base para elaboração de modelos que estimam as exigências nutricionais levando em consideração as diferenças de pesos, composição corporal, ambiente e potencial de crescimento e produção dos animais (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016; REIS et al., 2018), sendo que pelo método dose-resposta, apesar de prático e de fácil execução, as exigências estimadas ficam restritas a condições semelhantes àsquelas dos experimentos (SIQUEIRA et al., 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Para a aplicação do método fatorial é imprescindível a determinação de parâmetros ou coeficientes específicos, dentre eles, o que expressa as exigências de manutenção, obtido a partir de estudos dose-resposta delineados especificamente para essa finalidade (SIQUEIRA et al., 2021).

A manutenção pode ser definida como a condição de equilíbrio do nitrogênio corporal, em que a quantidade de nitrogênio ingerido se iguala a quantidade excretada (BONATO et al., 2011; SILVA et al., 2014).

Para a obtenção das exigências de manutenção tradicionalmente tem se utilizado duas metodologias, a técnica da coleta total de excretas e o abate comparativo (OWENS; PETTIGREW, 1989; SILVA et al. 2014), embora existam diferenças entre elas, podendo resultar

em diferentes recomendações das exigências de manutenção (FILARDI et al., 2000; OLIVEIRA; FIALHO, 2010). Pela coleta total de excretas obtém-se o balanço de nitrogênio pela diferença entre o nitrogênio ingerido e o excretado, medidos em ensaio de metabolismo. Pela técnica do abate comparativo a retenção de nitrogênio é calculada pela diferença entre o nitrogênio retido nos tecidos de animais abatidos no início e no final do experimento (WOLYNETZ; SIBBALD, 1987; OLIVEIRA; FIALHO, 2010).

Assim, com base nas relações matemáticas existentes entre a retenção ou balanço de nitrogênio e/ou aminoácido e a sua ingestão, pode-se obter as exigências de nitrogênio e/ou aminoácido para manutenção (NONIS; GOUS, 2008).

Vários autores (LEVEILLE; FISHER, 1959; HRUBY, 1998; EDWARD et al., 1999; SAKOMURA; COON, 2003; BROWN et al., 2006; NONIS; GOUS, 2008; SIQUEIRA et al., 2011; SAKOMURA et al., 2015; DORIGAM et al., 2020) no decorrer dos anos, estudaram, seja pela técnica da coleta total de excretas ou pelo abate comparativo, as exigências de manutenção das aves. Todavia, os coeficientes obtidos são divergentes. Além disso, estudos visando obter essas exigências e comparar diferentes metodologias com codornas de corte são inexistentes na literatura.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de comparar as técnicas da coleta total de excretas e abate comparativo e estimar as exigências de lisina para manutenção de codornas de corte machos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais – CCAA da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, localizado no município de Chapadinha - MA, situada a 03° 44' 30" de latitude (Sul) e 43° 21' 33" de longitude (Oeste), com altitude de 105m. O clima da região é do tipo Aw, considerado zona tropical com inverno seco, de acordo com a classificação climática de Köppen (ALVARES et al., 2013).

Todos os procedimentos realizados nos experimentos foram aprovados previamente pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Maranhão (registro nº 23115.004145/2017-44), estando de acordo com os princípios éticos da experimentação animal para a realização da eutanásia, estabelecidos pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2013).

Foram utilizadas 64 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) machos adultos, com 45 dias de idade, com peso inicial de $173,93 \pm 29,43$ g. As aves foram alojadas em baterias contendo gaiolas com 0,375 m² (0,50 x 0,75 m), com comedouros tipo bandeja e bebedouros

copo de pressão, acondicionadas em sala de alvenaria com 38,5 m² (5,0 x 7,7 m), providas de janelas laterais.

As aves foram pesadas individualmente para constituir parcelas com pesos homogêneos, e, em seguida, distribuídas em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos (níveis de lisina digestível), quatro repetições de quatro aves por parcela, totalizando 16 unidades experimentais.

O experimento teve duração de 15 dias e as rações experimentais foram formuladas por meio da técnica da “diluição” (FISHER; MORRIS, 1970) para a obtenção de níveis crescentes de lisina digestível, correspondentes a 30,0; 43,3; 56,7 e 70,0% das recomendações (1,020%) para o máximo desempenho de codornas de corte na fase de crescimento (SILVA; COSTA, 2009).

Inicialmente foi formulada uma ração com 14,96% de proteína bruta (PB) e 70% da recomendação de lisina digestível para codornas de corte, com os outros aminoácidos excedendo em, pelo menos, cinco pontos percentuais a relação de proteína ideal recomendada por Silva e Costa (2009) para evitar que outro aminoácido se tornasse limitante. Essa ração foi diluída sequencialmente com outra, isenta de proteína bruta, contendo os mesmos níveis de energia, vitaminas e minerais (FISHER; MORRIS, 1970), possibilitando a obtenção de níveis crescentes de lisina digestível nas rações experimentais (0,306; 0,442; 0,578 e 0,714%) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Rações formuladas para obter níveis crescentes de lisina digestível pela técnica da diluição, para codornas de corte aos 45 dias de idade.

Ingredientes (%)	Rações	
	Isenta de PB	70% das exigências (0,714 % Lis)
Milho	-	35,586
Farelo de Soja	-	23,907
Fosfato Bicálcico	1,459	0,995
Calcário Calcítico	0,537	0,853
Óleo de Soja	2,280	2,976
Sal Comum	0,335	0,336
Suplemento Mineral ¹	0,200	0,200
Suplemento Vitamínico ²	0,200	0,200
L-lisina HCl (78,5%)	-	0,012
DL-metionina (99%)	-	0,286
L-treonina (99%)	-	0,111
Amido de Milho	79,450	28,888
Cloreto de Colina	0,060	0,060
Casca de Arroz	15,479	5,590
Total	100,00	100,00

¹Conteúdo/kg do produto: Mn = 150.000 mg, Fe = 100.000 mg, Zn = 100.000 mg, Cu = 16.000 mg, I = 1.500 mg, veículo qsp 1000g. ²Conteúdo/kg do produto: Ácido fólico = 700 mg, Ácido pantotênico = 13.000 mg, Niacina = 35.000 mg, vit B1 = 1.600 mg, vit. B12 = 10.000 mg, vit. B2 = 5.000 mg, vit. B6 = 2.600 mg, vit D3 = 1.500.000 UI, vit E = 12.000 mg, vit. K3 = 1.500 mg, Se = 300 mg, antioxidante = 500 mg, veículo qsp 1000 g, ³Salinomicina Sódica – 60 ppm.

Tabela 2. Rações formuladas pela técnica da diluição com níveis crescentes de lisina digestível para codornas de corte aos 45 dias de idade¹.

Proporção de diluição (%)	Nível de lisina digestível (%)							
	0,306		0,442		0,578		0,714	
Isenta de PB	57,14		38,09		19,05		-	
Ração concentrada	42,86		61,91		80,95		100,00	
Total	100,00		100,00		100,00		100,00	
Composição (%)	aa/Lys ³		aa/Lys ³		aa/Lys ³		aa/Lys ³	
Proteína bruta ²	7,74		10,50		12,78		14,96	
Lisina digestível (100 ⁴)	0,306	100	0,442	100	0,578	100	0,714	100
Metionina+cistina digestível (78 ⁴)	0,255	83	0,369	83	0,482	83	0,596	83
Metionina digestível (40 ⁴)	0,187	61	0,270	61	0,352	61	0,435	61
Treonina digestível (76 ⁴)	0,249	81	0,360	81	0,471	81	0,582	81
Valina digestível (74 ⁴)	0,267	87	0,386	87	0,504	87	0,623	87
Triptofano digestível (15 ⁴)	0,060	20	0,087	20	0,114	20	0,141	20

¹Composição calculada: Energia metabolizável = 3050kcal/kg; Fósforo disponível = 0,270%, Cálcio = 0,700%; Sódio = 0,150%. ²Valores analisados. ³Relação aminoácido: lisina. ⁴Relação de proteína ideal recomendada por Silva e Costa (2009).

Pelo fato de as rações terem sido formuladas pela técnica da diluição, os níveis de PB variaram de 7,74 a 14,96%. Para confirmar que a lisina realmente foi o primeiro nutriente limitante, e que as respostas obtidas foram em função da variação dos níveis de lisina e não da PB na ração, utilizou-se uma quinta ração (controle), obtida por meio da adição de 1,73 g/kg de L-lisina HCl (78,5%) na ração contendo 0,306% de lisina digestível, para que esta atingisse a concentração de 0,442% correspondente ao segundo nível testado, conforme proposto por Nonis e Gous (2008). Com isso, houve o acréscimo de quatro unidades experimentais (16 aves).

Os teores de aminoácidos totais do milho e do farelo de soja utilizados nas rações experimentais foram obtidos por meio de cromatografia líquida de alta performance (HPLC), e posteriormente convertidos em aminoácidos digestíveis sendo utilizado para isso os coeficientes de digestibilidade das Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias (SILVA; COSTA, 2009) (Tabela 3).

O manejo dos bebedouros e comedouros foi realizado diariamente três vezes por dia (7h, 12h e 18h), sendo a água e as dietas experimentais ofertadas *ad libitum* durante o período experimental. O programa de luz adotado foi o de 16 horas (luz natural + artificial).

Temperatura ambiente e a umidade relativa foram medidas diariamente usando um termohigrômetro (MT-241; Minipa Brazil Ltda., Joinville, SC, Brasil) localizado no centro geométrico da sala e as temperaturas média, mínima e máxima e a umidade relativa média durante o período experimental foram 28,05±2,38; 26,36 e 29,74 °C, e 68,80±8,49%, respectivamente.

Tabela 3. Composição em aminoácidos totais e digestíveis do milho e do farelo de soja utilizados nas rações experimentais.

(%)	Milho		Farelo de soja	
	AAT ¹	AAD ²	AAT ¹	AAD ²
Lisina	0,27	0,22	2,78	2,62
Metionina	0,13	0,12	0,51	0,47
Metionina + cistina	0,24	0,21	1,07	0,99
Treonina	0,28	0,23	1,85	1,62
Valina	0,37	0,33	2,27	2,17
Triptofano	0,03	0,03	0,62	0,55
Proteína bruta	7,60		46,60	

¹Aminoácidos totais, determinados por cromatografia líquida de alta performance (HPLC) pelo laboratório CBO – Valinhos, SP. ²Aminoácidos digestíveis, calculados com base nos coeficientes de digestibilidade apresentados nas Tabelas para codornas japonesas e europeias (SILVA; COSTA, 2009).

As variáveis avaliadas foram: peso final (PF; g/ave); variação no peso (%); consumo de ração (CR; g/kg^{0,75}.dia⁻¹); consumo de nitrogênio (CN; g/kg^{0,75}.dia⁻¹); consumo de lisina digestível (CLys; mg/kg^{0,75}.dia⁻¹), nitrogênio excretado (NEX; g/kg^{0,75}.dia⁻¹) e retenção de nitrogênio corporal (RNC; mg/kg^{0,75}.dia⁻¹).

Para viabilizar as estimativas das exigências de manutenção pela técnica da coleta total de excretas e do abate comparativo concomitantemente no mesmo experimento, no 10º dia de experimento, o CR foi quantificado e adicionou-se 1% de óxido de ferro nas rações experimentais, viabilizando os cálculos do CR referente aos últimos cinco dias de experimento (ensaio de metabolismo). Para viabilizar a coleta de excretas neste período, foram acondicionadas bandejas revestidas por lona plástica abaixo de todas as unidades experimentais, sendo as coletas realizadas pela manhã (8h) e à tarde (17h). Com isso foi possível quantificar a quantidade de nitrogênio excretado (NEX; mg/kg^{0,75}.dia⁻¹), possibilitando o cálculo da RNC pela técnica da coleta total de excretas pela diferença CN e o NEX.

Para a determinação da RNC pela técnica do abate comparativo, foram realizados abates no início (grupo referência) e no final do experimento. O grupo referência foi constituído por quatro aves com peso $\pm 5\%$ do peso médio inicial. No término do período experimental, todas as aves de cada parcela foram abatidas (n=64), além de mais 16 aves referentes às quatro unidades experimentais do tratamento controle. Pela técnica do abate comparativo o NEX foi calculado pela diferença entre o CN e a RNC referente ao período total do experimento (15 dias).

No 16º dia, após jejum alimentar de 12 horas para o esvaziamento completo do trato digestório, as aves foram pesadas e abatidas por deslocamento cervical, completamente depenadas e pesadas novamente. As aves depenadas foram identificadas e congeladas (-20°C) para serem processadas.

As aves abatidas no início e no final do experimento foram processadas em moinho de carne industrial 98 STI (C.A.F.), homogeneizadas e, logo após, retiradas alíquotas que foram acondicionadas em placas de Petri, pesadas e congeladas novamente (-20°C). As excretas coletadas em cada parcela também foram homogeneizadas, acondicionadas em placas de Petri, pesadas e congeladas (-20°C).

As amostras de carcaças e excretas foram liofilizadas por 72h (-50°C; -80kPa) em liofilizador L108 (LIOTOP) e pesadas novamente, sendo, na sequência, processadas em moinho analítico A11 Basic (IKA). As amostras de penas foram trituradas e homogeneizadas manualmente com o uso de tesouras até apresentarem tamanho adequado de partículas. As amostras do grupo referência foram submetidas ao mesmo procedimento.

As amostras das rações, carcaça, penas e excretas foram encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de nitrogênio (método 954.01), de acordo com metodologia descrita pela *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 2019). Pela soma dos teores de nitrogênio na carcaça e nas penas obteve-se o conteúdo de nitrogênio corporal.

Os dados referentes a cada uma das variáveis foram submetidos a testes de normalidade (Cramer-Von Mises) e homocedasticidade (Levene). Como essas pressuposições foram atendidas para todas as variáveis, na sequência, foram submetidas a análise de variância (ANOVA) segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + Lys_i + e_{ij};$$

Em que: Y_{ij} é o valor observado de cada variável estudada referente ao i -ésimo nível de lisina digestível; μ é o efeito da média geral; Lys_i é o efeito do i -ésimo nível de lisina digestível (%) e $e_{ij(k)}$ é o erro experimental associado ao i -ésimo nível de lisina digestível na j -ésima repetição.

Para verificar se a lisina foi, de fato, o primeiro aminoácido limitante nas rações experimentais, as médias de CR, CN, CLys, NEX e da RNC foram comparadas com o tratamento controle dentro de cada técnica utilizando-se o teste de Dunnett.

Posteriormente as RNC ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) obtidas pelas técnicas da coleta total de excretas e do abate comparativo foram regredidas em função do CLys ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) por meio de regressão linear simples.

Para comparar as equações obtidas pelas duas técnicas foi realizado um teste de paralelismo (KAPS e LAMBERSON, 2004), utilizando-se a técnica como variável categórica e o CLys ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) como co-variável segundo o modelo:

$$RNC_{ij} = \beta_0 + T_i + \beta_1 CLys_{ij} + \sum_i \beta_{2i} (T * CLys)_{ij} + e_{ij}; \quad i = 1, 2; \quad e_j = 1, 2, 3, 4;$$

Em que: RNC_{ij} é a retenção de nitrogênio correspondente à observação j da técnica i ; T_i é o efeito da técnica; β_0 , β_1 e β_{2i} são os parâmetros da regressão; $(T*CLys)_{ij}$ é o efeito da interação entre a variável categórica e a co-variável e e_{ij} é o erro aleatório associado a observação j da técnica i .

As hipóteses testadas foram:

- a) $H_0: T_i = 0$ para todo i , não existe efeito de técnica.
 $H_1: T_i \neq 0$ para pelo menos um i ; existe efeito de técnica.
- b) $H_0: \beta_1 = 0$, a inclinação geral é igual à zero, não existe regressão.
 $H_1: \beta_1 \neq 0$, a inclinação geral difere de zero, existe uma regressão.
- c) $H_0: \beta_{2i} = 0$, a inclinação da técnica i não difere da inclinação média.
 $H_1: \beta_{2i} \neq 0$, a inclinação da técnica i difere da inclinação média.

As exigências de lisina para a manutenção (Lys_m) foram estimadas pela intersecção da reta no eixo das abcissas, definindo o consumo de lisina digestível necessário para que o conteúdo de nitrogênio corporal permaneça constante.

As recomendações obtidas foram convertidas e expressas em relação ao peso de proteína metabólica à maturidade ($PB_m^{0,73} \times u$), em que: $PB_m^{0,73}$ representa o peso metabólico da proteína à maturidade e u é o grau de maturidade da proteína no tempo t ($u = PB_t / PB_m = 1$ para aves adultas, nas quais $PB_t = PB_m$), que corrige as exigências para diferentes idades, conforme sugerido por Emmans e Fisher (1986).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* SAS 9.0 (2002) considerando-se o nível de significância de até 5% ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As codornas que receberam o menor nível de lisina digestível ($LysDig = 0,306\%$) perderam 15,54% de peso corporal ao longo do período experimental e diferiram ($P < 0,05$) das codornas que receberam a ração controle (RC), sendo um indicativo de que o primeiro aminoácido limitante nas rações experimentais foi a lisina e não o teor de proteína bruta. Já as aves que receberam o maior nível ($LysDig = 0,714\%$) ganharam 3,82%, e não diferiram da RC. A variação de peso das codornas assumiu um comportamento linear crescente (Variação = $-24,461 + 41,366LysDig$ ($r^2 = 0,83$; $P < 0,01$)) em função do $LysDig$, havendo um acréscimo de 41,4% no peso corporal, para cada ponto percentual de lisina digestível adicionado na ração (Tabela 4).

Tabela 4. Pesos médios (\pm erros padrão) inicial, final e variação de peso das codornas durante o experimento⁽¹⁾.

Nível de lisina digestível (%)	Peso Corporal (g)		Variação(%) ⁽²⁾ #
	Inicial	Final	
0,306	172,67 \pm 17,47	145,83 \pm 10,67	-15,54 \pm 3,03*
0,442	173,67 \pm 17,96	167,67 \pm 17,43	-3,45 \pm 0,83
0,578	173,17 \pm 17,46	167,34 \pm 17,59	-3,37 \pm 1,18
0,714	174,34 \pm 18,52	181,00 \pm 13,23	3,82 \pm 3,91
RC ⁽³⁾	175,83 \pm 9,69	167,89 \pm 7,80	-4,51 \pm 2,23

⁽¹⁾Os valores apresentados correspondem à médias (\pm erros padrão) de 16 aves ao longo de 15 dias de experimento.

⁽²⁾ $((\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) / \text{Peso inicial} \cdot 100)$. ⁽³⁾RC = Ração controle contendo 0,442% de lisina digestível (ração contendo 0,306% de lisina digestível com adição de 1,73 g/kg de L-lisina HCl (78,5%). *Médias na mesma coluna diferem da RC pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$). # Efeito linear: Variação = $-24,461 + 41,366\text{LysDig}$ ($r^2 = 0,83$; $P < 0,01$).

A perda de peso das aves em estudos para determinação das exigências de manutenção foi observada com galos adultos (LEVEILLE; FISHER, 1959; NONIS; GOUS, 2008; SIQUEIRA et al., 2011), e isso é previsível, uma vez que nesses estudos é necessário que as rações experimentais tenham grande deficiência dos aminoácidos essenciais testados.

Observou-se que a ração contendo 0,306% de LysDig resultou em CR, CN e CLys inferiores ($P < 0,05$) em relação a RC em ambas as técnicas (Tabela 5). Dorigam et al. (2020) em estudo sobre as exigências de lisina para manutenção de frangos de corte também observou menor consumo de ração nas aves alimentadas com o nível mais baixo de lisina do que nas alimentadas com as demais rações.

De acordo com Baker (2003), dietas com deficiência de aminoácidos desencadeiam mecanismos adversos, tais como redução no consumo de alimentos. Gonzales (2002), com base na teoria aminostática de regulação do consumo, relata que tal influência dos aminoácidos no comportamento alimentar das aves se deve à ativação de sistemas de controle no sistema nervoso central em resposta a uma alteração na concentração plasmática de aminoácidos, especificamente daquele que estiver limitante na ração. Dessa forma, é possível que a severa deficiência de lisina na ração contendo 0,306% de LysDig (30% das exigências para máximo desempenho) seja o principal responsável pelo menor consumo observado em relação à RC.

Tabela 5. Médias (\pm erros padrão) do consumo de ração (CR), de nitrogênio (CN), de lisina digestível (CLys), nitrogênio excretado (NEX) e retenção de nitrogênio corporal (RNC) obtidos pelas técnicas da coleta total de excretas e do abate comparativo durante o período experimental⁽¹⁾.

Lisina digestível (%)	CR (g/ave.dia ⁻¹)		CN (g/kg ^{0,75} .dia ⁻¹)	CLys (mg/kg ^{0,75} .dia ⁻¹)	NEX ⁽²⁾	RNC ⁽³⁾
Coleta Total de Excretas						
0,306	8,18 \pm 1,01*	34,97 \pm 4,38*	0,43 \pm 0,05*	10,78 \pm 1,30*	0,69 \pm 0,09	-0,26 \pm 0,07*
0,442	13,70 \pm 1,38	52,56 \pm 3,82	0,88 \pm 0,06	23,60 \pm 1,83	0,57 \pm 0,08	0,31 \pm 0,12
0,578	14,56 \pm 1,58	55,89 \pm 4,42	1,23 \pm 0,04*	33,16 \pm 2,83*	0,67 \pm 0,08	0,56 \pm 0,05*
0,714	14,97 \pm 2,03	53,30 \pm 4,67	1,28 \pm 0,11*	39,36 \pm 4,10*	0,79 \pm 0,09	0,49 \pm 0,04*
RC ⁽⁴⁾	13,02 \pm 0,69	49,70 \pm 2,18	0,81 \pm 0,04	22,09 \pm 1,68	0,57 \pm 0,09	0,24 \pm 0,07
Abate Comparativo						
0,306	7,95 \pm 1,058*	33,97 \pm 4,54*	0,42 \pm 0,06*	10,40 \pm 1,39*	0,74 \pm 0,17	-0,32 \pm 0,12*
0,442	13,30 \pm 1,23	51,12 \pm 3,58	0,86 \pm 0,06	22,60 \pm 1,58	0,62 \pm 0,12	0,24 \pm 0,15
0,578	14,34 \pm 1,64	54,91 \pm 4,24	1,21 \pm 0,09*	31,74 \pm 2,45*	0,53 \pm 0,11	0,68 \pm 0,10*
0,714	14,83 \pm 2,14	52,74 \pm 4,98	1,26 \pm 0,12*	37,66 \pm 3,55*	0,70 \pm 0,08	0,56 \pm 0,14*
RC ⁽⁴⁾	12,69 \pm 0,81	48,47 \pm 2,94	0,79 \pm 0,05	21,42 \pm 1,86	0,59 \pm 0,09	0,21 \pm 0,08

⁽¹⁾Os valores apresentados correspondem à médias (\pm erros padrão) de 16 aves. ⁽²⁾Valores obtidos de maneira direta pela técnica da coleta total de excretas (Efeito quadrático: $NEX = 0,956 - 0,032CLys + 0,0007Lys^2$ ($r^2 = 0,54$; $P < 0,01$)) e pela diferença entre CN e RNC pela técnica do abate comparativo ($P > 0,05$). ⁽³⁾Valores obtidos pela diferença entre CN e NEX pela técnica da coleta total de excretas ($RNC = -0,4270 + 0,025CLys$ ($r^2 = 0,75$; $P < 0,0001$)) e de maneira direta pela técnica do abate comparativo ($RNC = -0,5902 + 0,0333CLys$ ($r^2 = 0,75$; $P < 0,001$)). ⁽⁴⁾RC = Ração controle contendo 0,442% de lisina digestível (ração contendo 0,306% de lisina digestível com adição de 1,73 g/kg de L-lisina HCl (78,5%)).*Em cada técnica médias na mesma coluna diferem da RC pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

Pela técnica da coleta total, o nitrogênio excretado (NEX) pelas aves recebendo níveis crescentes de lisina digestível apresentou redução de forma quadrática ($NEX = 0,956 - 0,032CLys + 0,0007CLys^2$ ($r^2 = 0,54$; $P < 0,01$)), havendo acréscimo no NEX quando CLys foi superior a 22,86 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹ e não diferiu ($P > 0,05$) do NEX pelas aves que receberam a RC. Dorigam et al. (2020), em experimento com frangos de corte, utilizando a técnica da coleta total de excretas, observaram aumento do NEX à medida que se aumentou o CLys, e isso, de acordo com Silva et al. (2014), apresenta coerência fisiológica, pois à medida que se tem um maior CLys há uma tendência em aumentar também o NEX, sendo isso esperado em estudos dessa natureza.

Já pela técnica do abate comparativo, o nitrogênio excretado (NEX) pelas aves permaneceu constante ($P > 0,05$), sendo esses resultados inesperados. Em outros estudos que utilizaram essa técnica, a partir dos dados de consumo e da retenção de nitrogênio, foi possível

estimar o NEX, e observou-se aumento deste com o aumento CN em frangos de corte (EDWARDS et al. 1999), matrizes pesadas (SAKOMURA; COON, 2003) e frangas de postura (SILVA et al. 2014).

A RNC aumentou com LysDig das rações, sendo que a ração mais deficiente contendo 0,306% de LysDig proporcionou RNC inferior a RC (0,306% de LysDig + 1,73 g/kg de L-Lisina HCl (78,5%) em ambas as técnicas, o que confirmou que a lisina realmente foi o primeiro aminoácido limitante nas rações experimentais (Tabela 5).

A exigência de lisina para manutenção pode ser definida como a quantidade de lisina ingerida necessária para proporcionar o balanço de nitrogênio igual a zero (SIQUEIRA et al., 2011; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Por meio da regressão linear simples da RNC ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) em função do CLys ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) foi possível estimar as exigências de lisina para a manutenção (Lys_m) pela intersecção da reta no eixo das abcissas, sendo $Lys_m = 17,08 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$ utilizando-se técnica da coleta total de excretas (Figura 1), e $Lys_m = 17,72 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$ utilizando-se a técnica do abate comparativo (Figura 2).

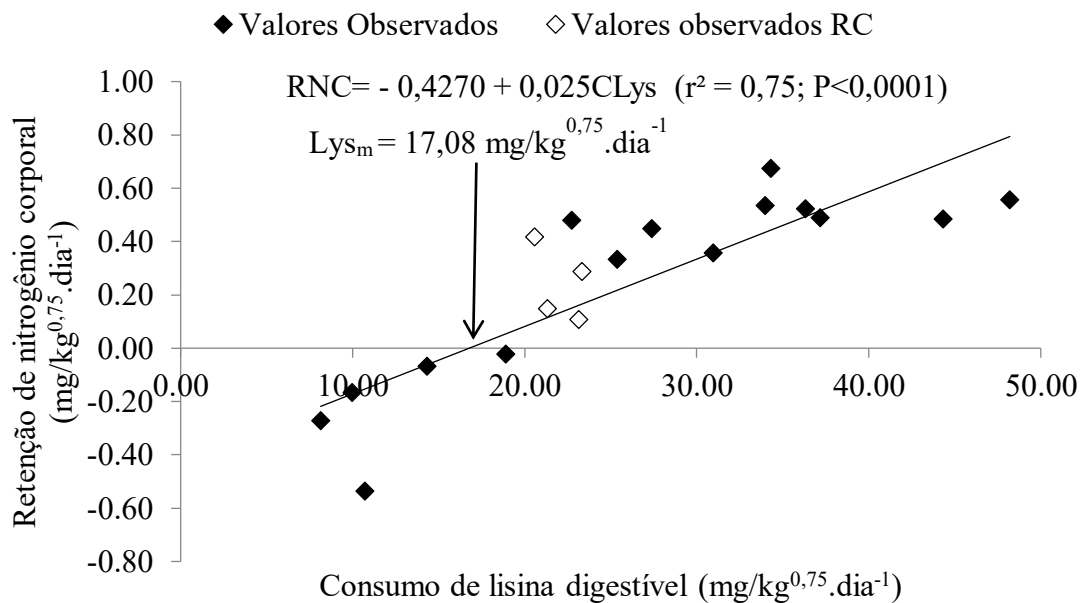


Figura 1. Exigência de lisina digestível para a manutenção (Lys_m) de codornas de corte determinada pela técnica da coleta total de excretas (RC = ração controle).

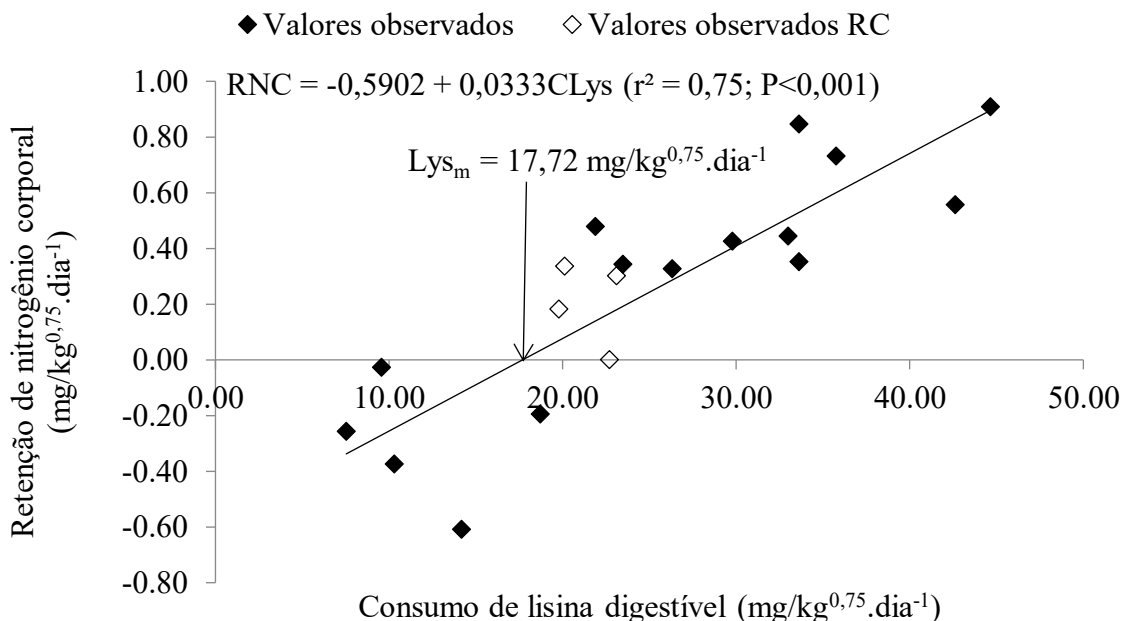


FIGURA 2. Exigência de lisina digestível para a manutenção (Lys_m) de codornas de corte determinada pela técnica do abate comparativo (RC = ração controle).

Para comparar as equações obtidas pelas técnicas da coleta total e do abate comparativo, foi realizado um teste de paralelismo (KAPS; LAMBERSON, 2004), em que não houve efeito ($P = 0,2475$) entre os coeficientes das equações individuais, indicando que apenas uma equação é suficiente para descrever a RNC das codornas em função do CLys independentemente da técnica utilizada (Tabela 6). Com base na equação comum foi estimada a Lys_m de $17,32 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, sendo a quantidade de lisina necessário para manter a RNC igual a zero (Figura 3).

Tabela 6. Coeficientes de regressões lineares para a retenção de nitrogênio corporal (RNC) de codornas de corte em função do consumo de lisina digestível (CLys) pelas técnicas da coleta total de excretas (CT), abate comparativo (AC) e ambas.

Variável	Técnica	Coeficientes		r^2 ⁽¹⁾	p-valor ⁽²⁾
		a	b		
RNC ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$)	CT	$-0,4270 \pm 0,13$	$0,0253 \pm 0,004$	0,75	$< 0,0001$
	AC	$-0,5902 \pm 0,14$	$0,0333 \pm 0,005$	0,75	$< 0,0001$
	Ambas	$-0,5023 \pm 0,09$	$0,0290 \pm 0,003$	0,74	$0,2475$ ⁽³⁾ $< 0,0001$ ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ $r^2 = \text{SQModelo}/\text{SQTotal}$;

⁽²⁾ Nível de significância do teste “t” para o coeficiente “b” da regressão linear;

⁽³⁾ Nível de significância para o teste de paralelismo e coincidência de parâmetros entre as técnicas.

⁽⁴⁾ Probabilidade da equação comum.

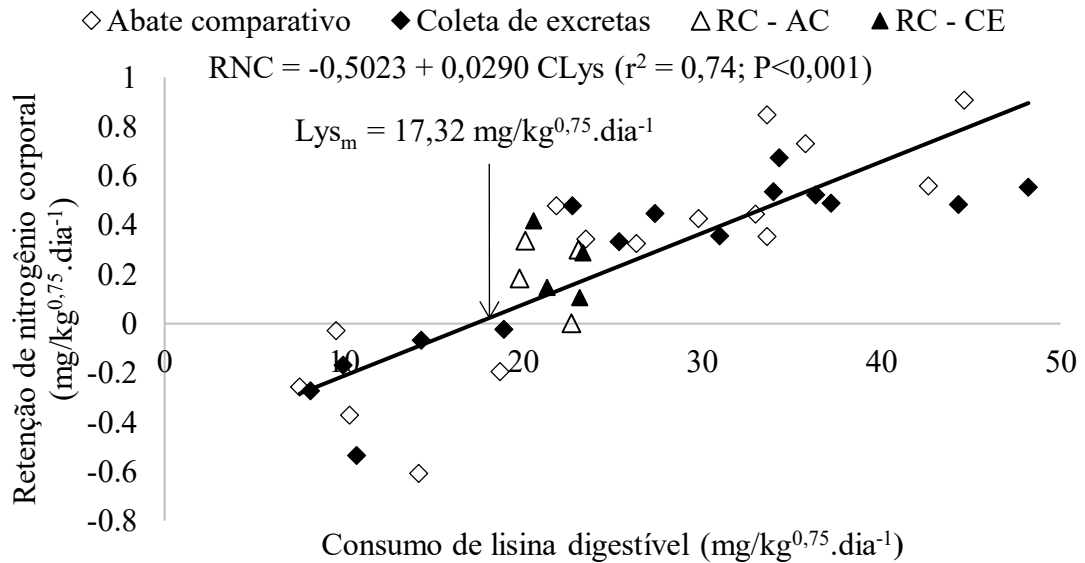


FIGURA 3. Exigência de lisina digestível para a manutenção (Lys_m) de codornas de corte independente da técnica utilizada (RC-CT = ração controle coleta total; RC-AC = ração controle abate comparativo).

Ao longo dos anos, diversos autores (LEVEILLE; FISHER, 1959; HRUBY, 1998; EDWARD et al., 1999; SAKOMURA; COON, 2003; BROWN et al., 2006; NONIS; GOUS, 2008; SIQUEIRA et al., 2011; SAKOMURA et al., 2015; DORIGAM et al., 2020) realizaram pesquisas com vistas a determinar as exigências de lisina para manutenção em aves de corte ou postura, seja pela técnica da coleta total de excretas ou pela técnica do abate comparativo, seja com aves em crescimento ou adultas. No entanto, os coeficientes de manutenção obtidos são divergentes.

Leveille e Fisher (1959) desenvolveram um estudo pioneiro sobre a exigência de lisina para manutenção de galos Leghorn adultos. Com base na técnica da coleta total de excretas, estimaram a exigência de lisina em $36 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, para manutenção desses animais.

Anos depois Edwards et al. (1999), utilizando a técnica do abate comparativo com frangos de corte New Hampshire x Columbian e Avian x Avian, dos 10 aos 20 dias de idade, estimaram a Lys_m em $114 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$ para a primeira linhagem e $89,1 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$ para a segunda.

Sakomura e Coon (2003) determinaram, utilizando a técnica do abate comparativo, a exigência de lisina para a manutenção de matrizes pesadas adultas da linhagem Cobb com base na relação linear entre o consumo e a deposição de lisina corporal, sendo estimada em $94,4 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$.

Nonis e Gous (2008), utilizando galos adultos de linhagem de postura, estimaram, com base na técnica da coleta total de excretas uma Lys_m de $47,2 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$. Siqueira et al. (2011), também utilizando galos adultos (idade igual ou superior a 27 semanas) de diferentes genótipos (Leghorn, ISA Label e Cobb 500), empregando a técnica da coleta total de excretas, estimaram a Lys_m em $45,1 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, independentemente do genótipo.

Sakomura et al. (2015) utilizando matrizes pesadas da linhagem Cobb com 23 semanas de idade, estimaram a Lys_m em $80,9 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, utilizando a técnica do abate comparativo.

Recentemente, Dorigam et al. (2020) utilizaram machos e fêmeas de linhagem Cobb 500 de seis aos 56 dias de idade, e, com base na técnica da coleta total de excretas, estimaram a Lys_m em 10,1; 31,5 e $39,8 \text{ mg/kg}^{0,67} \cdot \text{dia}^{-1}$, no período de seis a 21, 22 a 37 e 38 a 53 dias de idade, respectivamente, independentemente do sexo.

É perceptível a divergência entre os coeficientes obtidos para atender as exigências de lisina para a manutenção nos diferentes estudos e isso está relacionado a uma série de fatores, tais como variações nas metodologias experimentais, animais de diferentes linhagens, sexo e idade, bem como a forma de interpretação dos resultados.

Estudos para estimar as exigências de manutenção de codornas de corte são inexistentes na literatura, e as exigências estimadas com frangos de corte ou postura, de um modo geral, são superiores àquelas encontradas no presente estudo, quando os resultados foram expressos em peso metabólico ($17,32 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$), sendo essa diferença relacionada principalmente ao fato das codornas serem aves menores e bem mais leves, pois sabe-se que as exigências de manutenção aumentam à medida que o peso corporal dos animais aumenta. Contudo, quando as exigências de manutenção foram expressas em relação ao peso em jejum ($26,84 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$) as recomendações não apresentaram grandes disparidades.

Leveille e Fisher (1959) estimaram a exigência de lisina para manutenção de galos Leghorn adultos em $29 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$. Em estudo com frangos de corte Cobb 500 de 38 a 53 dias de idade. Dorigam et al. (2020), estimaram em $29,5 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ independentemente do sexo. Estes resultados são similares aos encontrados nesse estudo (Tabela 7). No entanto, valores superiores foram obtidos por Nonis e Gous (2008), que estimaram as exigências de manutenção em $37 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ para galos adultos de linhagem de postura e Siqueira et al. (2011), que estimaram em $32,3 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ para manutenção de galos adultos de diferentes genótipos.

Grande parte dos estudos sobre exigências de aminoácidos para manutenção comumente relacionam as recomendações ao peso corporal em jejum ($\text{mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$) ou ao peso metabólico ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$). Todavia, os aminoácidos ingeridos não se relacionam com a manutenção das reservas lipídicas corporais, estando intimamente envolvidos no metabolismo proteico (NONIS;

GOUS, 2008; BONATO et al., 2011; SIQUEIRA et al., 2011). Diante disso, Emmans e Fisher (1986) propuseram que as exigências de manutenção devem estar relacionadas ao peso da proteína e maturidade da proteína corporal, dado pela relação entre o peso da proteína em determinado período de vida da ave e o peso da proteína na maturidade. De acordo com Dorigam et al. (2020) isso ajuda eliminar a imprecisão na determinação das exigências de lisina para manutenção, pois a escala utilizada por Emmans e Fisher (1986) não considera o teor de gordura, que pode variar amplamente em aves do mesmo genótipo e pesos corporais semelhantes.

Dessa forma, torna-se necessário expressar as exigências de aminoácidos para manutenção com base no conteúdo de proteína corporal à maturidade, visto que, as exigências quando expressas dessa forma permitem comparações mais refinadas entre aves de diferentes pesos corporais em diferentes estudos, além de permitir também que as recomendações possam ser extrapoladas para aves de diferentes idades e graus de maturidade da proteína corporal.

As exigências de Lys_m de codornas de corte estimada em $17,32 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, correspondeu à $4,67 \text{ mg/ave} \cdot \text{dia}^{-1}$ ($Lys_m = 17,32 \cdot 0,174^{0,75} = 4,67$), $26,84 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ ($Lys_m = 4,67 / 0,174 = 26,84$) e $56,34 \text{ mg/kgPB}^{0,73} \cdot \text{u} \cdot \text{dia}^{-1}$ ($Lys_m = 4,67 / 0,033^{0,73} = 56,34$) quando expressa em termos de conteúdo de proteína corporal à maturidade (Tabela 7).

Tabela 7. Exigências de lisina digestível para manutenção (Lys_m), expressas por diferentes unidades, obtidas com codornas de corte adultas.

Técnica	P (kg) ⁽¹⁾	PB (kg) ⁽²⁾	Lys_m (mg/unidade.dia ⁻¹)			
			Ave	Kg	$\text{kg}^{0,75}$	$\text{kgPB}^{0,73} \cdot \text{u}$
Coleta total de excretas			4,60	26,45	17,08	55,53
Abate comparativo	0,174	0,033	4,77	27,44	17,72	57,62
Ambas ⁽³⁾			4,67	26,84	17,32	56,34

⁽¹⁾P= peso corporal aos 45 dias de idade; ⁽²⁾PB = peso de proteína bruta corporal aos 45 dias de idade, assumindo um conteúdo de proteína bruta corporal médio de 18,96% na matéria natural. ⁽³⁾Com base no conjunto total de dados obtido com as duas técnicas (n=32).

De forma semelhante ao que aconteceu quando as exigências foram expressas em relação ao peso metabólico ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$), observou-se que quando expressas com base no conteúdo de proteína corporal à maturidade ($\text{mg/kgPB}^{0,73} \cdot \text{u} \cdot \text{dia}^{-1}$), os valores obtidos foram inferiores aos observados por Siqueira et al. (2011), que estimaram em $151,2 \text{ mg/kgPB}^{0,73} \cdot \text{u} \cdot \text{dia}^{-1}$ as exigências para manutenção de galos adultos de três genótipos e também da estimada para galos Leghorn por Nonis e Gous (2008) em $182 \text{ mg/kgPB}^{0,73} \cdot \text{u} \cdot \text{dia}^{-1}$ e por Dorigam et al. (2020) para manutenção de frangos de corte no período de 38 a 53 dias de idade, em 189 e $180 \text{ mg/kgPB}^{0,73} \cdot \text{u} \cdot \text{dia}^{-1}$ para machos e fêmeas respectivamente.

Alguns autores estimaram as exigências de nitrogênio para manutenção de aves comparando as técnicas da coleta total de excretas e do abate comparativo, chegando a diferentes conclusões. Basaglia et al. (1998) em estudo com frangas de postura entre 1 e 18 semanas de idade, observou que apesar das diferenças, as duas técnicas foram eficientes para determinar as exigências de nitrogênio para manutenção. Filardi et al. (2000), recomendaram a técnica da coleta total de excretas para determinação dessas exigências em matrizes pesadas, pois pela técnica do abate comparativo o valor obtido, de $3,75 \text{ g de PB/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, foi superior em relação ao de $2,02 \text{ g de PB/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, obtido pela técnica da coleta total de excretas, o que, segundo os autores, sugere que o abate comparativo possa ter superestimado a exigência de manutenção nesse estudo. Já Silva et al. (2014), observaram que as duas técnicas comparadas descreveram de forma diferente a exigência de manutenção de nitrogênio em frangas de postura, no entanto, não recomendaram uma técnica em detrimento da outra.

Apesar de diferenças entre as duas técnicas não terem sido encontradas no presente estudo, observou-se que a técnica da coleta total de excretas proporcionou maior repetibilidade dos resultados no que diz respeito ao NEX e à RNC, ilustrado pelos menores erros padrão entre os tratamentos obtidos por esta em comparação aos obtidos pela técnica do abate comparativo. Além disso, essa técnica é mais prática e menos trabalhosa, demandando um menor custo e período de tempo para realização dos experimentos, que conseqüentemente reduz o tempo necessário para obtenção dos resultados. Em vista disso, apesar das duas técnicas terem possibilitado a obtenção de resultados coerentes, recomenda-se a técnica da coleta total de excretas para determinação da exigência de manutenção de codornas de corte.

As exigências de lisina para manutenção estimadas podem ser consideradas a referência pioneira para fins de modelagem das exigências de lisina para codornas de corte, tendo em vista a inexistência de estudos dessa natureza com essa categoria de aves, servindo assim de diretriz para estudos posteriores acerca deste tema, na busca de estimativas cada vez mais precisas e acuradas.

Além disso, com o interesse crescente do mercado consumidor pela carne dessas aves, há a necessidade de uma conciliação entre o avanço genético das codornas modernas criadas para a produção de carne e a nutrição dessas aves, permitindo estimativas condizentes com suas reais necessidades. Assim, estimativas das exigências de lisina para manutenção são fundamentais para a elaboração de modelos fatoriais de predição, auxiliando na elaboração de rações específicas para essas aves, aperfeiçoando a produção e maximizando os lucros, sendo de grande contribuição para o desenvolvimento da coturnicultura.

CONCLUSÕES

As técnicas da coleta total de excretas e do abate comparativo são equivalentes para estimar as exigências de lisina para a manutenção de codornas de corte.

A exigência de lisina digestível para a manutenção de codornas de corte é $17,32 \text{ mg/kg}^{0,75}$. dia^{-1} , correspondendo à $26,84 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ ou $56,34 \text{ mg/kgPB}^{0,73} \cdot \text{u} \cdot \text{dia}^{-1}$.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L. R. A.; BOARI, C. A.; PIRES, A. V.; PIRES, S. R. F.; OLIVEIRA, R. G. D.; OLIVEIRA, K. M. D.; GONÇALVES, F. M.; OLIVEIRA, F. R. Influência do sexo e idade de abate sobre rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 1, 2014.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis**. 21. ed. Washington, DC, AOAC, 2019. 3390p.
- 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. p. 223–235.
- BAKER, D. H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Savoy, v.73, p.1441-1447, 1994.
- BASAGLIA, R.; SAKOMURA, N. K.; RESENDE, K. T. D.; SILVA, R. D.; JUNQUEIRA, O. M. Exigências de proteína para frangas de postura de 1 a 18 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 556-563, 1998.
- BONATO, M. A.; SAKOMURA, N. K.; SIQUEIRA, J. C.; FERNANDES, J. B. K.; GOUS, R. M. Maintenance requirements for methionine and cysteine, and threonine for poultry. **South African Journal of Animal Science**, v. 41, n. 3, p. 209-222, 2011.
- BROWN, J.; FIRMAN, J. D.; SUN, S. S.; KAMYAB, A. Digestible lysine requirements for maintenance in the starting turkey. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, p. 740- 743, 2006.
- COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, V. P.; GOULART, C. D. C.; NETO, L.; DA CUNHA, R.; SOUZA, J. G. D.; SILVA, J. H. V. D. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2136-2140, 2008.
- D'MELLO, J. P. F. Responses of growing poultry to amino acids. In: D'MELLO, J. P. F. **Amino acid in animal nutrition**. 2. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2003. p.237-264.
- DORIGAM, J. C. P.; SILVA, E. P.; SAKOMURA, N. K.; PERUZZI, N. J.; LIMA, M. B.; FERNANDES, K. J. B. Alternative procedure for determining lysine maintenance requirement in poultry. *Revista Brasileira de Zootecnia* 49:e20180183, 2020.
- EDWARDS, H. M.; FERNANDEZ, S. R.; BAKER, D. H. Maintenance lysine requirement and efficiency of using lysine for accretion of whole-body lysine and protein in young chicks. **Poultry Science**, Savoy, v.78, p.1412-1417, 1999.
- EMMANS, G.C.; FISHER, C. Problems in nutritional theory. In: FISHER, C.; BOORMAN, K.N. (Eds.) **Nutrient requirements of poultry and nutritional research**. London: Butterworths, 1986. p.9-39.

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

FILARDI, R. S.; SAKOMURA, N. K.; BASAGLIA, R.; RESENDE, K. T.; SANCHES, A. Equações de predição das exigências de proteína bruta para matrizes pesadas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 2308-2315, 2000 (Suplemento 2)

FISHER, C.; MORRIS, T. R. The determination of the methionine requirements of laying pullets by a diet dilution technique. **British Poultry Science**, Abington, v.11, p.67-82, 1970.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios In: MACARI, M.; FUNLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep, Unesp, 2002. p. 187-199.

HRUBY, M. **The amino acid maintenance and growth requirements of male broilers**. 1998. 144f. Thesis (Ph.D. in Animal Science) - University of Minnesota, Minnesota, 1998.

KAPS, M.; LAMBERSON, W. R. **Biostatistics for Animal Science**. Wallingford: CABI Publishing, 2004. 445p.

LEVEILLE, G. A.; FISHER, H. Amino acid requirements for maintenance in the adult rooster II. The requirements for glutamic acid, histidine, lysine and arginine. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 69, p. 289-294, 1959.

MOTA, L. F. M.; COIMBRA, D. A.; ABREU, L. R. A.; COSTA, L. S.; PIRES, A. V.; SILVA, M. A.; BONAFÉ, C. M.; CASTRO, M. R.; LIMA, H. J. D.; PINHEIRO, S. R. F. Características de desempenho e de carcaça em diferentes genótipos de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 2, p. 613-621, 2015.

MUNIZ, J. C. L.; BARRETO, S. L. D. T.; MENCALHA, R.; VIANA, G. D. S.; REIS, R. D. S.; RIBEIRO, C. L. N.; HANNAS, M. I.; ALBINO, L. F. T. Metabolizable energy levels for meat quails from 15 to 35 days of age. **Ciência Rural**, v. 46, n. 10, p. 1852-1857, 2016.

NONIS, M. K.; GOUS, R. M. Threonine and lysine requirements for maintenance in chickens. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v.38, p.75-82, 2008.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T. Retenção de nitrogênio em suínos na fase de crescimento obtida pelos métodos de abate comparativo e balanço de nitrogênio. **Archives of Veterinary Science**, v. 15, n. 2, p. 86-93, 2010.

OWENS, F. N.; PETTIGREW, J. E. Subdividing amino acid requirements into portions for maintenance and growth. In: FRIEDMAN, M. **Absorption and utilization of aminoacids**. Boca Raton: CRC Press, 1989. v.1, p.15-30.

REIS, M. D. P.; SAKOMURA, N. K.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SILVA, E. P.; KEBREAB, E. Partitioning the efficiency of utilization of amino acids in growing broilers: Multiple linear regression and multivariate approaches. **PLoSOne**, v.13, n.12, 2018.

SAKOMURA, N. K., COON, C. Amino acid requirements for maintenance of broiler breeder pullets. In: **EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, 14.**, 2003, Lillehammer. Proceedings ...p. 280-281.

SAKOMURA, N. K.; EKMAI, R. D.; MEI, S. J.; COON, C. N. Lysine, methionine, phenylalanine, arginine, valine, isoleucine, leucine, and threonine maintenance requirements of broiler breeders. **Poultry science**, v. 94, n. 11, p. 2715-2721, 2015.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**. 2. ed. – Jaboticabal: Funep, 262p, 2016.

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis System for Windows**. v. 9.0. Cary, 2002.

SILVA, E. P. D.; SAKOMURA, N. K.; BONATO, M. A.; DONATO, D. C. Z.; PERUZZI, N. J.; FERNANDES, J. B. K. Descrição do potencial de retenção de nitrogênio em frangas de postura por diferentes metodologias: mínima retenção. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 333-339, 2014.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e europeias**. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP. 110p. 2009.

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; GOUS, R. M.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, J. B. K.; MALHEIROS, E. B. Model to estimate lysine requirements of broilers. In: SAUVANT, D.; VAN MILGEN, J.; FAVERDIN, P.; FRIGGENS, N. (Eds) **Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2011. p.306-314.

SIQUEIRA, J. C.; SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S.; BONATO, M. A.; PINHEIRO, S. R. F.; NASCIMENTO, D. C. N. Exigência de lisina para manutenção determinada com galos de diferentes genótipos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 4, p. 812-820, 2011.

SIQUEIRA, J. C.; VIEIRA FILHO, F. C.; NASCIMENTO, D. C. N.; BOMFIM, M. A. D.; BARBOSA, N. A. A.; ARAÚJO, J. A.; RIBEIRO, F. B.; OLIVEIRA, F. L. Efficiency of lysine utilization by growing meat quail. **Poultry Science**, v. 100, n. 4, p. 101012, 2021.

WOLYNETZ, M. S.; SIBBALD, I. R. Need for comparative slaughter experiments in poultry research. **Poultry Science**, v. 66, n. 12, p. 1961-1972, 1987.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS-CEUA
CIAEP:01.0341.2014

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada “**Exigências de Manutenção e Eficiência de utilização da lisina para o crescimento de codornas de corte**” registrada com o nº **23115.004145/2017-44**, sob a responsabilidade de **Jefferson Costa de Siqueira**, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi considerado **APROVADO** pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFMA) da Universidade Federal do Maranhão.

FINALIDADE	()ENSINO(X)PESQUISA () EXTENSÃO
Vigência da autorização	06/09/2017 à 06/09/2019
Espécie/linhagem/raça	Codornas de cortes (<i>Coturnix coturnix coturnix</i>)
Nº de animais	650
Peso/Idade	1 dia
Sexo	Machos e Fêmeas
Origem	Granja Fujikura/SP

Prof. Dr. Rafael Cardoso Carvalho
 Presidente da Comissão de Ética no uso de animais-CEUA
 UFMA