

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**EXIGÊNCIAS DE LISINA PARA MANTENÇA DE CODORNAS DE
CORTE**

Aluna: Ana Carolinne Dias Leão
Orientador: Dr. Jefferson Costa de Siqueira

Chapadinha - MA
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EXIGÊNCIAS DE LISINA PARA MANTENÇA DE CODORNAS DE CORTE

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aluna: Ana Carolinne Dias Leão
Orientador: Dr. Jefferson Costa de Siqueira

Chapadina - MA
2019

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

Dias Leão, Ana Carolinne.

Exigências de lisina para manutenção de codornas de corte
/ Ana Carolinne Dias Leão. - 2019.

30 f.

Orientador(a): Jefferson Costa de Siqueira.

Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,
Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA, 2019.

1. Aminoácido. 2. Coturnix coturnix coturnix. 3.
Lisina digestível. 4. Manutenção. 5. Método fatorial. I.
Costa de Siqueira, Jefferson. II. Título.

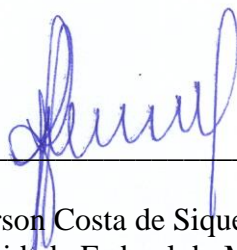
ANA CAROLINNE DIAS LEÃO

EXIGÊNCIAS DE LISINA PARA MANTENÇA DE CODORNAS DE CORTE

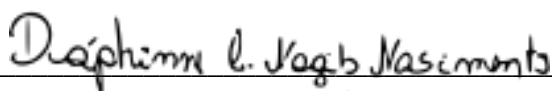
Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: 06 / 12 / 2019

Banca examinadora



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



Dra. Dáphinne Cardoso Nagib Nascimento
Universidade Federal do Maranhão



Msc. Francisco das Chagas Vieira Filho

AGRADECIMENTOS

À Deus, sobre todas as coisas.

Aos meus pais, José Aurio Leão e Zarionete Ribeiro Dias Leão e ao meu irmão, Caio César Dias Leão, por serem sempre meu alicerce e me sustentarem em todas as dificuldades.

À toda a minha família e amigos pelo apoio.

Ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão pela grande oportunidade de realizar meu sonho, que é de ser uma Zootecnista.

Ao meu orientador Jefferson Costa de Siqueira, pelos ensinamentos no decorrer de todo o curso.

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo financiamento do projeto de pesquisa e pela concessão de bolsas de iniciação científica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de iniciação científica.

À empresa Evonik Degussa Brasil Ltda, em especial ao Dr. Nei André Arruda Barbosa, pela realização das análises nas carcaças e penas das codornas.

Aos demais membros da banca de defesa, Dáphinne Cardoso Nagib do Nascimento e Francisco das Chagas Vieira Filho.

À todos os professores que colaboraram com meu processo de formação, em especial à professora Dr^a. Katiene Régia Sousa e ao professor Dr. Fabiano de Carvalho Simas.

E a todos que colaboraram direta e indiretamente para a elaboração deste trabalho.

DEDICO

Aos meus pais, José Aurio e Zarionete, e ao meu irmão, Caio César, pois, se cheguei até aqui, foi por vocês.

“Mesmo que eu tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, mesmo que tivesse toda fé, a ponto de transportar montanhas, se não tiver caridade, não sou nada.”

I Coríntios 13:2

RESUMO

A exploração comercial de codornas vem sendo bastante apreciada devido à sua facilidade de implantação e manutenção, e pela crescente demanda por seus produtos, mas, assim como em toda produção animal, sua alimentação representa o item de maior custo, tornando necessário o conhecimento das suas exigências nutricionais. Desse modo, objetivou-se determinar as exigências de lisina para a manutenção de codornas de corte. Foram utilizadas 64 codornas machos adultos (*Coturnix coturnix coturnix*), com 45 dias, que foram alojadas em gaiolas de 0,375m², acondicionadas em sala de 38,5m². As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições de quatro aves por parcela. As rações experimentais foram formuladas para conter níveis crescentes de lisina digestível, correspondentes a 30, 43,3, 56,7 e 70,0% das recomendações (1,02%), sendo ofertadas *ad libitum*. O experimento teve duração de 10 dias e o programa de luz adotado foi de 16 horas. Foram avaliados peso inicial (PI) e final (PF), variação no peso (%), consumo de ração (CR) e de lisina (CLys) e deposição de proteína corporal (DPC), sendo utilizada a técnica do abate comparativo. Os dados referentes a cada uma das variáveis foram submetidos a testes de normalidade e homocedasticidade, análise de variância e, as médias de cada variável, foram comparadas utilizando-se o teste de Duncan. Adicionalmente, a DPC foi regredida em função do CLys, sendo o coeficiente de manutenção definido como o CLys necessário para que a DPC seja igual a zero. De um modo geral as aves perderam peso durante o período experimental, com exceção daquelas que receberam a ração contendo 0,714% de lisina digestível, que aumentaram seu peso corporal em 3,82%. O CR, CLys e a DPC apresentaram respostas lineares crescentes em função dos níveis de lisina digestível das rações. A exigência de lisina digestível para a manutenção de codornas de corte é de 17,7 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹, correspondendo a 27,41 mg/kg.dia⁻¹ ou 4,77 mg/ave.dia⁻¹ de lisina digestível.

Palavras-chave: Aminoácido; *Coturnix coturnix coturnix*; Lisina digestível; Manutenção; Método fatorial.

ABSTRACT

The commercial exploitation of quails has been greatly appreciated due to its ease of implementation and maintenance, and the growing demand for its products, but, as in all animal production, its feeding represents the most costly item, making it necessary to know their nutritional requirements. Therefore, the objective of this study was to determine the lysine requirements for the maintenance of meat quails. Were used 64 male quails (*Coturnix coturnix coturnix*) with 45 days old which were housed in 0.375m² cages, placed in a 38.5m² room. The birds were distributed in a completely randomized design with four treatments and four replications of four birds per cage. The experimental diets were formulated to contain increasing levels of digestible lysine corresponding to 30, 43.3, 56.7 and 70% of the recommendations (1.02%), which were offered ad libitum. The experiment lasted 10 days and the light program adopted was 16 hours. Initial (PI) and final body weight (PF), weight variation (%), feed (CR) and lysine intake (CLys) and body protein deposition (DPC) were evaluated through the comparative slaughter technique. The data for each of the variables were submitted to normality and homoscedasticity tests, variance analysis and the means of each variable were compared using the Duncan test. Additionally, the DPC was regressed as a function of CLys, and the maintenance coefficient was defined as the CLys required for the DPC to be zero. In general, the birds lost weight during the experimental period, with the exception of those fed diets containing 0.714% of digestible lysine, which increased their body weight by 3.82%. CR, CLys and DPC showed increasing linear responses as function of diets digestible lysine levels. The maintenance requirement of digestible lysine for meat quail was estimated at 17.7 mg/kg^{0.75}.day⁻¹, corresponding to 27.41 mg/kg.day⁻¹ or 4.77 mg/bird.day⁻¹ of digestible lysine.

Keywords: Amino Acid; *Coturnix coturnix coturnix*; Digestible Lysine; Factorial Method; Maintenance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 GERAL.....	14
2.2 ESPECÍFICO.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1. COTURNICULTURA.....	15
3.2. LISINA NA NUTRIÇÃO DE CODORNAS.....	15
3.3 EXIGÊNCIAS DE MANTENÇA.....	17
4. METODOLOGIA.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
6. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

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.	20
Tabela 2. Rações formuladas pela técnica da diluição com níveis crescentes de lisina digestível para codornas de corte aos 45 dias de idade.	20
Tabela 3. Composição em aminoácidos totais e digestíveis do milho e do farelo de soja utilizados nas rações experimentais.....	21
Tabela 4. Peso inicial (PI), peso final (PF), consumo de ração (CR), variação de peso (%), consumo de lisina (CLys) e deposição de proteína corporal (DPC) das codornas.....	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Deposição de proteína corporal (DPC) em função do consumo de lisina digestível (CLys) nas rações.	24
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

1. INTRODUÇÃO

A exploração comercial de codornas vem sendo bastante apreciada devido à sua facilidade de implantação e manutenção, requerendo baixos custos e pequenas áreas, e pela crescente demanda por seus produtos (SANTOS et al., 2005; SILVA et al., 2012).

Na coturnicultura, assim como em toda produção animal, a alimentação representa o item de maior custo, sendo a proteína responsável, em média, por 25% deste custo (BARRETO et al., 2006). Para a formulação de rações com níveis adequados de aminoácidos é necessário conhecer as exigências das codornas, sejam elas para manutenção de processos vitais e para o crescimento e/ou produção de ovos.

Um método de estudo das respostas das aves aos aminoácidos é o dose-resposta, que consiste em estabelecer as exigências de acordo com a dose na qual os animais obtêm melhores respostas. Porém, seus resultados somente são apropriados para condições semelhantes às dos experimentos realizados (OVIEDO-RONDÓN; WALDROUP, 2002; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Outro método utilizado é o fatorial, que possibilita a elaboração de modelos capazes de prever as exigências de aves de diferentes linhagens e idades, criadas sob diferentes condições (SIQUEIRA et al., 2011).

Nas rações formuladas à base de milho e farelo de soja para codornas a lisina é o segundo aminoácido limitante, além de ser o aminoácido referência, utilizado para determinar as exigências dos demais aminoácidos (FURUYA et al., 2005; BARRETO, et al., 2006; ABIMORAD et al., 2010). E, para a aplicação do método fatorial, é necessário determinar o coeficiente que define a exigência de manutenção e a eficiência de utilização da lisina pelo animal, viabilizando a elaboração dos modelos de predição.

Diversos estudos vêm sendo realizados com aves visando estimar as exigências de lisina para manutenção e possibilitar a formulação de rações mais específicas para estes animais (LEVEILLE; FISHER, 1959; HRUBY, 1998; EDWARDS et al., 1999; SAKOMURA; COON, 2003; BROWN et al., 2006; NONIS; GOUS, 2008; SIQUEIRA et al., 2011), porém, devido à inexistência de estudos dessa natureza realizados com codornas, o objetivo do presente estudo foi determinar as exigências de lisina para a manutenção de codornas de corte.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Determinar as exigências de lisina para a manutenção de codornas de corte.

2.2 ESPECÍFICO

Determinar o coeficiente que expressa a exigência de lisina para a manutenção de codornas de corte machos adultos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. COTURNICULTURA

Relatos evidenciaram que a coturnicultura foi introduzida no Brasil por volta da década de 60, onde era destinada principalmente à produção de ovos (*Coturnix coturnix japonica*), sendo a carne um subproduto oriundo do descarte das matrizes, no entanto, a exploração de codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) vem estabelecendo novas opções no setor avícola (CORRÊA et al., 2005). A criação comercial de codornas de corte tem sido bastante apreciada por sua alta qualidade e aceitabilidade, além de ser considerada uma carne exótica (SANTOS et al., 2005).

A exploração comercial de codornas teve início em 1989, com a implantação do primeiro criatório no Sul do Brasil (SILVA; COSTA, 2009), e, desde então, a atividade passou a ter grande importância na economia agropecuária, onde, em 2011, o país já constava como o segundo maior produtor mundial de ovos de codorna e o quinto maior produtor de carne (SILVA et al., 2012) atrás de países como China, Espanha e França. A partir de 2011 a população brasileira de codornas foi aumentando cerca de 1,5 milhões de aves por ano, chegando a 20,3 milhões de codornas em 2014. Em 2015 a população de codornas começou a diminuir, chegando, em 2017, com cerca de 15,4 milhões de aves (IBGE, 2017). Embora a produção de codornas tenha diminuído, a demanda por seus produtos vem crescendo consideravelmente, fazendo com que sejam necessárias mais pesquisas nas áreas de manejo, genética e, principalmente, alimentação destes animais.

3.2. LISINA NA NUTRIÇÃO DE CODORNAS

Na coturnicultura, assim como em toda produção animal, a alimentação representa o item de maior custo, sendo a proteína bruta responsável, em média, por 25% deste custo (BARRETO et al., 2006), sendo variável de acordo com a fase de vida do animal, visto que animais mais jovens são mais exigentes em proteína. Diante disso é imprescindível a formulação de rações com níveis adequados de nutrientes, principalmente dos aminoácidos, para que estes não sejam desperdiçados elevando o custo de produção, e nem causem danos no desempenho dos animais e no meio ambiente.

A lisina é um aminoácido essencial que exerce importante papel na deposição de proteína corporal e na síntese de carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos de cadeia longa para a β -oxidação na mitocôndria (BARRETO et al., 2006), necessitando ser fornecida na alimentação, visto que esta é o segundo aminoácido limitante nas rações formuladas à base

de milho e farelo de soja para esses animais (BAKER; HAN, 1994; D'MELLO, 2003; FAKHRAEI et al., 2010; DOZIER; PAYNE, 2012).

É considerado o aminoácido referência devido ser o principal responsável na síntese de proteína corporal, e à rapidez e facilidade em sua análise, além de ser encontrado na forma sintética com custo inferior aos outros aminoácidos industriais, facilitando ainda mais sua utilização na aplicação do conceito de “proteína ideal” para determinar as necessidades dos demais aminoácidos, que possuem relação direta com a lisina (FURUYA et al. 2005; ABIMORAD et al., 2010).

As exigências de lisina para codornas de corte têm sido obtidas através do método dose-resposta. Este consiste na inclusão de doses crescentes do aminoácido na dieta, fazendo com que as exigências sejam estabelecidas de acordo com a dose na qual os animais obtiverem melhores respostas (ROBBINS et al., 1979; OWENS; PETTIGREW, 1989; LARBIER; LECLERCQ, 1992; GOUS, 1998; MOUGHAN; FULLER, 2003; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Em estudos nutricionais com codornas de corte machos de 21 a 49 dias de idade, Barreto et al. (2006) observaram que a exigência de lisina digestível foi de 0,786%, correspondendo a um consumo de 7,4 mg/ave.dia⁻¹. Ton et al. (2011), ao trabalharem com codornas de corte não sexadas de 4 a 35 dias de idade, verificaram que a inclusão de 1,52% ou mais de lisina digestível na ração, proporcionou o máximo crescimento da ave. Fridrich et al. (2005) estimaram níveis inferiores de lisina digestível em 1,25 e 1,31% para máximo peso corporal e ganho de peso de codornas de corte no período de 18 a 56 dias de idade.

Valores divergentes são encontrados nas Tabelas para Codornas Japonesas Europeias (SILVA; COSTA, 2009), onde os pesquisadores recomendaram níveis de lisina digestível para codornas de corte nas fases de cria (1 a 21 dias) e recria (22 a 42 dias) de 1,37% e 1,02% de lisina, respectivamente.

Evidencia-se que as estimativas das exigências de lisina obtidas através do método dose resposta divergem entre si, pois seus resultados somente são apropriados para condições semelhantes às do experimento realizado (OVIEDO-RONDÓN; WALDROUP, 2002; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Outro método utilizado é o fatorial, que possibilita a elaboração de modelos capazes de prever as exigências de aves de diferentes idades e linhagens, sob diferentes condições de criação (SIQUEIRA et al., 2011).

Este método fraciona a exigência total do aminoácido em proporções adequadas a manutenção dos processos vitais e atividades e para o crescimento e/ou produção de ovos

(SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Contudo, para a aplicação deste método, é indispensável a determinação do coeficiente que define as exigências de manutenção e a eficiência de utilização da lisina para o crescimento do animal.

3.3 EXIGÊNCIAS DE MANTENÇA

A manutenção pode ser definida como o estado de equilíbrio onde a ingestão de nitrogênio é exatamente igual à soma das perdas, assim, os aminoácidos que são perdidos pelo metabolismo, seja por secreção ou excreção, devem ser supridos na mesma proporção para que permaneça constante o conteúdo de nitrogênio corporal (OWENS; PETTIGREW, 1989; FISHER, 1998; SAKOMURA; COON, 2003; ABBOUDI, et al., 2006; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Alguns trabalhos realizados com codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) e Europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) (SILVA et al., 2004a; SILVA et al., 2004b; SILVA; COSTA, 2009; JORDÃO FILHO et al., 2012) mostram que as exigências de proteína para manutenção de codornas europeias são maiores, evidenciando que codornas de corte são mais exigentes em aminoácidos do que codornas de postura.

Estudos que visam estimar as exigências de aminoácidos para manutenção podem ser realizados com animais adultos ou em crescimento, porém, nos animais em crescimento as necessidades de aminoácidos correspondem a uma pequena fração das exigências totais, sendo que na fase adulta, as exigências estão associadas apenas às perdas inevitáveis (OWENS; PETTIGREW, 1989; BURNHAM; GOUS, 1992; BUTERI et al., 2009), sendo as avaliações mais precisas nessa fase.

Diversos estudos vêm sendo realizados visando estimar as exigências de lisina para manutenção das aves (LEVEILLE; FISHER, 1959; HRUBY, 1998; EDWARDS et al., 1999; SAKOMURA; COON, 2003; BROWN et al., 2006; NONIS; GOUS, 2008; SIQUEIRA et al., 2011).

Em um trabalho pioneiro realizado com galos Legorn adultos, a exigência de lisina para a manutenção foi de $36 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, correspondendo a $29 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ de lisina na ração (LEVEILLE; FISHER, 1959).

Hruby (1998), estudando as exigências de lisina para manutenção de frangos de corte Ross 308 dos 10 aos 21 dias, verificou que a deposição proteica assumiu comportamento quadrático em resposta ao consumo de lisina, impossibilitando a determinação da exigência. Por outro lado, Edwards et al. (1999), conduzindo ensaios metabólicos com frangos de corte

New Hampshire x Columbian e Avian x Avian dos 10 aos 20 dias de idade, determinaram que a exigência de lisina para manutenção destes é de $114 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$ e de $89,1 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente, com base na mesma técnica utilizada por Hruby (1998). Para a manutenção de matrizes pesadas adultas da linhagem Cobb, a exigência estimada foi de $94,4 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, correspondente a uma exigência de $167,9 \text{ mg} \cdot \text{dia}^{-1}$ de lisina na ração (SAKOMURA; COON, 2003).

Em estudo com perus dos 7 aos 14 dias de idade, Brown et al. (2006) viram que a exigência de lisina para a manutenção foi de $59,01 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, equivalente a $28,18 \text{ mg/dia}$ do aminoácido na ração. Nonis e Gous (2008), ao estudarem as exigências de lisina para a manutenção de galos adultos de linhagem de postura, constataram que esta foi de $46,5 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, sendo o equivalente a $37 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$ de lisina na ração.

Siqueira et al. (2011) estudaram, através de três ensaios de metabolismo, as exigências de lisina para manutenção de galos adultos, com idade igual ou superior a 27 semanas, de três diferentes genótipos (Leghorn, ISA Label e Cobb 500), e estimaram uma exigência de lisina digestível de $45,1 \text{ mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$, o que corresponde a um consumo de $32,3 \text{ mg/kg} \cdot \text{dia}^{-1}$, independente da linhagem.

Os resultados dos estudos de exigências de lisina para manutenção são conflitantes e divergentes, isto se deve ao fato de que os autores utilizam diferentes metodologias experimentais, animais de diferentes linhagens e sexo, além de formas de interpretação e expressão dos resultados também diferentes. Devido à lisina ser o aminoácido referência utilizado como base para determinação dos níveis dos demais aminoácidos, e à inexistência de estudos dessa natureza realizados com codornas, torna-se necessário a realização de mais trabalhos que objetivem estimar as exigências de lisina para manutenção de codornas de corte, a fim de viabilizar a elaboração de modelos fatoriais de predição das exigências, possibilitando a formulação de rações mais específicas para estes animais.

4. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão, localizado no município de Chapadinha, situado a 03° 44' 30" Sul de latitude e 43° 21' 33" Oeste de longitude, com altitude de 105m, de acordo com o *software* SPRING 4.3.3 ® (INPE, 2010). Conforme a classificação climática de Köppen o clima da região enquadra-se no tipo Aw, considerado zona tropical com inverno seco (ALVARES et al., 2013).

Os procedimentos experimentais realizados neste trabalho 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 prática de eutanásia estabelecidos pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA, 2013).

Foram utilizadas 64 codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) machos adultas, com 45 dias de idade, com peso médio inicial de $173,93 \pm 19,43$ g. As aves foram alojadas em baterias contendo gaiolas com $0,375 \text{ m}^2$ ($0,5 \times 0,75 \text{ m}$), acondicionadas em sala de alvenaria com $38,5 \text{ m}^2$ ($5,0 \times 7,7 \text{ m}$), 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), com quatro repetições de quatro aves por parcela, totalizando 16 unidades experimentais.

O experimento teve duração de dez 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 pesadas na fase de crescimento (SILVA; COSTA, 2009).

Inicialmente foi formulada uma ração com 14,45% de proteína bruta (PB) e 70% da recomendação de lisina digestível (0,714%), 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 (%)	Dietas	
	Isenta de PB	Ração com 70% das exigências (0,714 % Lis)
Milho Aminograma	-	35,586
Soja Aminograma	-	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	79,449	28,888
Casca de Arroz	15,539	5,650
Total	100,00	100,00

¹Conteúdo/kg: 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: 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.

Ingredientes (%)	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
Aminoácidos digestíveis (%)	aa/Lys ³		aa/Lys ³	
Proteína bruta	6,71	9,29	11,87	14,45
Lisina (100) ²	0,306	100	0,442	100
Metionina+cistina (78) ²	0,255	83	0,369	83
Metionina (40) ²	0,187	61	0,270	61
Treonina (76) ²	0,249	81	0,360	81
Valina (74) ²	0,267	87	0,386	87
Triptofano (15) ²	0,060	20	0,087	20

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

Pelo fato das rações terem sido formuladas pela técnica da diluição, os níveis de PB variaram de 6,71 a 14,45%. Para confirmar que a lisina realmente foi o primeiro nutriente limitante, e que as respostas obtidas foram em função da lisina e não da PB na ração, utilizou-se uma quinta ração (controle), obtida por meio da adição de 1,7 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.

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).

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).

O manejo dos bebedouros e comedouros foi realizado diariamente três vezes por dia (7, 12 e 18 horas), 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).

As variáveis avaliadas foram: peso inicial (PI; g/ave), peso final (PF; g/ave); variação no peso (%); consumo de ração (CR; g/kg^{0,75}.dia⁻¹); consumo de lisina digestível (CLys; mg/kg^{0,75}.dia⁻¹) e deposição de proteína corporal (DPC; mg/kg^{0,75}.dia⁻¹).

Para a determinação da DPC foi utilizada a técnica do abate comparativo, sendo 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.

Após jejum alimentar de 12 horas para o esvaziamento do trato digestório, as aves foram pesadas, abatidas por deslocamento cervical, completamente depenadas e pesadas novamente. As aves depenadas foram identificadas e congeladas (-20°C) para serem processadas em seguida.

As aves de cada parcela 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 amostras 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 de penas e carcaça foram encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de proteína bruta (método 954.01), de acordo com metodologia descrita pela *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 1995). Pela soma dos teores de proteína bruta na carcaça e nas penas obteve-se a proteína bruta corporal.

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

$$Y_{ij} = \mu + Lys_i + e_{ij}; \text{ (Eq.1)}$$

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.

As médias de cada variável foram comparadas utilizando-se o teste de Duncan.

Adicionalmente, a DPC ($\text{mg/kg}^{0,75} \cdot \text{dia}^{-1}$) foi regredida 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 DPC seja igual a zero.

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

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso médio inicial (PI) das aves não variou ($P>0,05$) indicando que as parcelas possuíam pesos homogêneos no início do período experimental. Já o peso final (PF), a variação de peso, consumo de ração (CR), consumo de lisina (CLys) e a deposição de proteína corporal (DPC) sofreram efeito dos níveis de lisina das rações (Tabela 4).

Tabela 4. Peso inicial (PI), peso final (PF), consumo de ração (CR), variação de peso (%), consumo de lisina (CLys) e deposição de proteína corporal (DPC) das codornas.

Variável	Nível de lisina digestível (%)					$P>F^1$
	0,306	0,442	0,578	0,714	0,442 (controle)	
PI (g)	172,67±17,5 ^a	173,67±17,9 ^a	173,17±17,5 ^a	174,34±18,5 ^a	175,83±9,7 ^a	0,999
PF (g)	145,83±10,7 ^b	167,67±17,4 ^{ab}	167,34±17,6 ^{ab}	181,00±13,2 ^a	167,89±7,8 ^{ab}	0,051
Variação (%) ²	-15,54±3,0 ^b	-3,45±0,8 ^{ab}	-3,37±1,2 ^{ab}	3,82±3,9 ^a	-4,52±8,8 ^{ab}	0,019
CR (g/kg ^{0,75} /dia)	33,97±4,5 ^b	51,12±3,6 ^a	54,91±4,2 ^a	52,74±4,9 ^a	48,47±1,9 ^a	0,017
CLys (mg/kg ^{0,75} /dia)	10,40±1,4 ^c	22,60±1,6 ^b	31,74±2,4 ^a	37,66±3,5 ^a	21,42±0,9 ^b	<0,001
DPC (mg/kg ^{0,75} /dia)	-1,97±0,8 ^c	1,50±0,9 ^{ab}	4,22±0,6 ^a	3,52±0,9 ^a	1,29±0,5 ^b	<0,001

¹Probabilidade do teste F. ²(Peso final – Peso inicial) / Peso inicial x 100. Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem pelo teste Duncan ($P>0,05$).

Observou-se que o tratamento controle (com adição de L-lisina HCl (78,5%) na ração contendo 0,306% de lisina digestível), utilizado para verificar se a lisina era o primeiro nutriente limitante nas rações, apresentou respostas similares ($P>0,05$) à ração contendo 0,442%, para todas as variáveis avaliadas, confirmando que a lisina realmente foi o primeiro nutriente limitante nas rações experimentais.

De modo geral as aves perderam peso durante o período experimental com exceção daquelas que receberam a ração contendo 0,714% de lisina digestível que aumentaram seu peso corporal em 3,82% (Tabela 4).

O CR, CLys e a DPC apresentaram respostas lineares crescentes em função dos níveis de lisina digestível das rações. Pela regressão linear simples da DPC (mg/kg^{0,75}.dia⁻¹) pelo CLys (mg/kg^{0,75}.dia⁻¹), evidenciou-se uma resposta linear sendo altamente significativa ($P<0,001$) e apresentando bom ajuste ($r^2 = 0,75$) (Figura 1).

Partindo do pressuposto que o estado de manutenção pode ser definido como um momento de equilíbrio onde a ingestão de lisina é exatamente igual à soma das perdas, esta deve ser suprida na mesma proporção, para que permaneça constante o conteúdo de lisina corporal (OWENS; PETTIGREW, 1989; FISHER, 1998; SAKOMURA; COON, 2003; ABOUDI, et al., 2006; SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Portanto, o coeficiente que

expressa a exigência de lisina para a manutenção foi determinado por meio da intercessão da reta com o eixo “x”.

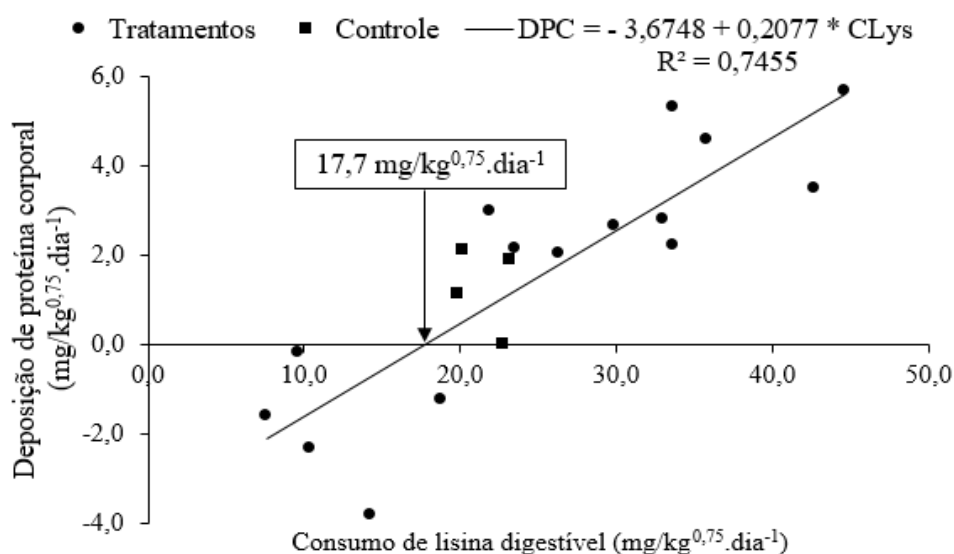


Figura 1. Deposição de proteína corporal (DPC) em função do consumo de lisina digestível (CLys) nas rações.

O CLys das aves que receberam as rações contendo diferentes níveis de lisina abrangeu um intervalo que possibilitou respostas de DPC negativas e positivas possibilitando a estimativa das exigências de manutenção sem a necessidade de extrapolações.

Com base na equação (DPC = - 3,6748 + 0,2077 * CLys) obtida, a quantidade de lisina digestível necessária para que a DPC permaneça igual a zero foi estimada em 17,7 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹, correspondendo a 27,41 mg/kg.dia⁻¹ ou 4,77 mg/ave.dia⁻¹ (Figura 1).

Trabalhos que visam determinar as exigências de lisina para manutenção de codornas de corte são inexistentes, porém, estas vêm sendo estudadas por vários autores com matrizes adultas (SAKOMURA; COON, 2003), perus em crescimento (BROWN et al., 2006) e galos adultos (LEVEILLE; FISHER, 1959; NONIS; GOUS, 2008; SIQUEIRA et al., 2011).

Sakomura e Coon (2003) determinaram 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 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹, correspondendo a 167,9 mg/dia. Brown et al. (2006), assim como no presente estudo, também utilizaram a técnica do abate comparativo para estudar as exigências de lisina para a manutenção de perus dos 7 aos 14 dias de idade, onde foram utilizadas dietas pobres em lisina, sendo esta suplementada gradativamente em substituição ao amido para compor os tratamentos. A exigência de lisina

para a manutenção, estimada com base na deposição de nitrogênio corporal, foi de 59,01 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹, equivalendo a 28,18 mg/dia.

Através de ensaio de metabolismo, tendo como base a técnica do balanço de nitrogênio, Leveille e Fisher (1959) estimaram as exigências de lisina para a manutenção de galos Leghorn adultos em 36 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹, equivalendo a 29 mg/kg.dia⁻¹. Seguindo a mesma técnica do balanço de nitrogênio por meio de ensaio de metabolismo, Nonis e Gous (2008) estudaram as exigências de lisina para a manutenção de galos adultos de linhagem de postura, estimando-as em 46,5 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹, correspondendo a 37 mg/kg.dia⁻¹.

Siqueira et al. (2011) estudaram, através de três ensaios de metabolismo, as exigências de lisina para manutenção de galos adultos de diferentes genótipos, com idade igual ou superior a 27 semanas, e estimaram exigências de 44,9 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹ (37,8 mg/kg.dia⁻¹) para galos Leghorn, 44,4 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹ (30,8 mg/kg.dia⁻¹) para galos ISA Label e 47,1 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹ (31,3 mg/kg.dia⁻¹) para galos Cobb 500, não havendo diferença entre os genótipos, com média de 45,1 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹ (32,3 mg/kg.dia⁻¹).

Os resultados dos estudos de exigências de lisina para manutenção são conflitantes e divergentes, isto se deve ao fato de que os autores utilizam diferentes metodologias experimentais, animais de diferentes genótipos, linhagens, sexos e idades, além de diferentes formas de interpretação e expressão dos resultados.

Foi possível observar que quando os resultados foram expressos em peso metabólico (mg/kg^{0,75}.dia⁻¹), divergiram amplamente dos estudos realizados com galos ou perus. Entretanto quando foram expressos em mg/kg.dia⁻¹, estes apresentam valores semelhantes.

Isto se deve ao fato de que animais menores, como codornas, apresentam maior superfície corporal relativa e maior proporção de tecidos metabolicamente ativos quando comparados a animais mais pesados, evidenciando que, mesmo tendo exigências de lisina por peso metabólico inferiores, quando levados em conta o tamanho e o peso do animal, estas ficaram proporcionalmente semelhantes com as exigências expressas nos trabalhos com outras aves.

De um modo geral as estimativas das exigências de lisina para a manutenção de codornas de corte obtidas no presente estudo foram inferiores às encontradas para galos, perus, frangos de corte e matrizes pesadas. Contudo, em razão da ausência de estudos realizados com codornas, nossos resultados servem de diretriz para novos estudos visando estimativas mais precisas e acuradas, a fim de viabilizar a elaboração de modelos fatoriais de predição das exigências, possibilitando a formulação de rações mais específicas para estes animais.

6. CONCLUSÃO

A exigência de lisina digestível para a manutenção de codornas de corte é de 17,7 mg/kg^{0,75}.dia⁻¹, correspondendo a 27,41 mg/kg.dia⁻¹ ou 4,77 mg/ave.dia⁻¹ de lisina digestível.

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.
- ABIMORAD, E. G.; FAVERO, G. C.; SQUASSONI, G. H.; CARNEIRO, D. Dietary digestible lysine requirement and essential amino acid to lysine ratio for pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Aquaculture Nutrition**. Malden: Wiley-blackwell, v. 16, n. 4, p. 370-377, 2010.
- 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**. 16th.ed. Washington, DC, AOAC, 1995. 2000p.
- 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. de T.; ARAUJO, M. S. de; UMIGI, R. T.; DONZELE, J. L.; ROCHA, T. C. da; PINHEIRO, S. R. F.; TEIXEIRA, R. B.; ABREU, F. V. de 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.
- 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.
- BURNHAM, D.; GOUS, R. M. Isoleucine requirements of the chicken: Requirement for maintenance. **British Poultry Science**, v. 33, p. 59-69, 1992.
- BUTERI, C. B.; TAVERNARI, F. de C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 3, n. 2, p. 48-61, 2009.
- CONCEA - Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. **Diretrizes da Prática de Eutanásia do CONCEA**, Brasília, 2013.
- CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; FONTES D. O. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas europeias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 2, p. 266-271, 2005.
- 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.
- DOZIER, W. A.; PAYNE, R. L. Digestible lysine requirements of female broilers from 1 to 15 days of age. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 2, p. 348-357, 2012.

EDWARDS, H. M.; III, 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**, v. 78, p. 1412-1417, 1999.

FAKHRAEI, J.; LOUTFOLLAHIAN, H.; SHIVAZAD, M.; CHAMANI, M.; HOSEINI, S. A. Reevaluation of lysine requirement based on performance responses in broiler breeder hens. **African Journal of Agricultural Research**, v.5, n.16, p.2137-2142, 2010.

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

FRIDRICH, A. B.; VALENTE, B. D.; FELIPE-SILVA, A. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, G. S. S.; FONTES, D. O.; FERREIRA, I. C. Exigência de proteína bruta para codornas europeias no período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 2, p. 261-265, 2005.

FURUYA, W. M.; BOTARO, D.; MACEDO, R. D.; SANTOS, V. D.; SILVA, L. C. R.; SILVA, T. D. C.; FURUYA, V. R. B.; SALES, P. J. P. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1433-1441, 2005.

GOUS, R. M. Making progress in the nutrition of broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 77, p.111-117. 1998.

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.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da pecuária municipal**. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>>. Acesso em: 14, fev., 2019.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Manual do software SPRING** (Sistema de processamento de informações georreferenciadas). v. 4.3.3, 2010.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; ALBINO, L. F. T.; MELO, T. S.; LACERDA, P. B.; DANTASS, 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.

LARBIER, M.; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**. Nottingham: University Press: 1992. 305p.

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.

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.

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.

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 amino acids**. Boca Raton: CRC Press, v. 1, p. 15-30, 1989.

ROBBINS, K. R.; NORTON, H. W.; BAKER, D. H. Estimation of nutrient requirement from growth data. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 109, p. 1710-1714, 1979.

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, 262p., 2016.

SANTOS, G. G.; CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A. Avaliação de carcaça de codornas GSS1 para corte alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina + cistina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia. CD-ROM. Nutrição de não ruminantes. NNR-1076.

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

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. 110p.

SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F. G. P.; LACERDA, P. B. de; VARGAS, D. G. V.; LIMA, M. R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 775-790, 2012.

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.

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.