



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para
codornas japonesas após muda forçada**

Ivete Ricken Domiciano

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia (Nutrição e Alimentação de Monogástricos).

Sinop, Mato Grosso

Março de 2018

IVETE RICKEN DOMICIANO

**Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para
codornas japonesas após muda forçada**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia (Nutrição e Alimentação de Monogástricos).

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Paula Silva Ton

Coorientador: Prof. Dr. Anderson Corassa

Sinop, Mato Grosso

Março de 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

D669n Domiciano, Ivete Ricken.

Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas após muda forçada / Ivete Ricken Domiciano. -- 2018

75 f. ; 30 cm.

Orientadora: Ana Paula Silva Ton.

Co-orientador: Anderson Corassa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2018.

Inclui bibliografia.

1. ambiente termoneutro. 2. Coturnix coturnix japonica. 3. exigências nutricionais. 4. otimização de lote. 5. qualidade de ovos.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Avenida Alexandre Ferronato, 1200 - Reserva 35 - Distrito Industrial - Cep: -Sinop/MT
Tel : - Email : ppgzootecnia@ufmt.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro após muda forçada"

AUTOR : Mestranda IVETE RICKEN DOMICIANO

Dissertação defendida e aprovada em 16/03/2018.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador Doutor(a) Ana Paula Silva Ton
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Coorientador Doutor(a) Anderson Corassa
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Interno Doutor(a) Maicon Sbardella
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Examinador Externo Doutor(a) ELIS REGINA DE MORAES GARCIA
Instituição : Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Campus de Aquidauana

Examinador Suplente Doutor(a) Paula Sueli Andrade Moreira
Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

SINOP, 16/03/2018.

Aos meus pais Pedro Ricken e Maria Terezinha Marangoni Ricken;

Aos meus irmãos Sérgio Ricken, Celso Ricken e Elizabete Ricken;

Ao meu marido e meu filho Leandro Ferreira Domiciano e Yuri Ricken Domiciano;

com todo amor,

Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e pelas oportunidades;

À minha família e familiares que sempre estiveram comigo, me apoiando psicológica e financeiramente durante toda a minha caminhada;

Ao meu marido Leandro, que está comigo todos os dias me apoiando e auxiliando para a realização de mais este sonho, por todo amor, carinho e compreensão;

À minha orientadora Prof^a. Dra. Ana Paula Silva Ton, a qual não tenho palavras suficientes para agradecer os ensinamentos, a paciência e pela pessoa que é, sendo ao mesmo tempo orientadora, conselheira, amiga, sem deixar de ser profissional;

Ao professor e coorientador Prof. Dr. Anderson Corassa por todo apoio e auxílio durante o curso e na condução do experimento pela disponibilidade de equipamentos e materiais;

Aos amigos da Pós-Graduação: Aldemar, Juliana e Jéssica pela amizade, parceria durante o curso, e pela ajuda tanto braçal como psicológica dispensadas durante a condução do projeto e decorrer do curso;

Às amigas Nariane e Lidiane pelos conhecimentos do projeto e análises repassados e pela parceria no início do projeto;

Aos colaboradores do grupo de pesquisa do “Projeto de Codornas”, em especial aos bolsistas Wanessa, Camila e Igor, pela dedicação, empenho e esforço dispensados durante todo o experimento para que este fosse concluído com êxito;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos que certamente contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional, em especial ao Prof. Dr. Ednaldo Alves e Prof. Dr. Claudio Vieira Araújo, pela colaboração e ensinamentos na estatística;

À Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, por meio do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de cursar a pós-graduação;

Aos membros da banca de defesa de mestrado Prof^a Dra. Elis Regina de Moraes Garcia, Prof. Dr. Anderson Corassa e Prof. Dr. Maicon Sbardella, por prontamente se disporem a contribuir com vosso precioso conhecimento;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão da bolsa de estudos (Processo nº 23108.718785/2016-43, Edital 017/2015);

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de financiamento para execução do projeto de pesquisa (Processo nº 14/2014 MCTI/CNPq);

À Nutract Produtos Agropecuários, pela doação do premix mineral e vitamínico utilizado na realização do trabalho;

À Caramuru Alimentos – *Unidade Sorriso*, pela doação de ingredientes para confecção das rações experimentais;

Enfim, a todos que contribuíram para a realização deste trabalho;

MUITO OBRIGADA!

EPÍGRAFE

*"Comece fazendo o que é necessário, depois o que é possível e, de repente, você
estará fazendo o impossível".*

São Francisco de Assis

BIOGRAFIA

Ivete Ricken Domiciano, filha de Pedro Ricken e Maria Terezinha Marangoni Ricken, nasceu aos 10 dias de novembro de 1986 na cidade de Juara – Mato Grosso.

Em março de 2006, ingressou no curso de Ciências Biológicas da Universidade de Cuiabá, *extensão* Porto dos Gaúchos, onde recebeu o título de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas em abril de 2009.

Em março de 2009, ingressou no curso de Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, *Campus* de São Vicente, onde recebeu o título de Bacharel em Zootecnia em maio de 2014.

Em março de 2016 ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, na linha de pesquisa em Nutrição e Alimentação de Monogástricos.

Aos 06 dias do mês de fevereiro de 2018 foi aprovada na banca de defesa de qualificação da dissertação de Mestrado em Zootecnia, com o projeto intitulado “Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro após muda forçada”.

Aos 16 dias do mês de março de 2018 submeteu-se a banca de defesa da dissertação de Mestrado em Zootecnia, com o projeto intitulado “Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro após muda forçada”.

RESUMO

DOMICIANO, Ivete Ricken. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, março de 2018, 60f. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas após muda forçada. Orientadora: Prof^ª. Dra. Ana Paula Silva Ton. Coorientador: Prof. Dr. Anderson Corassa.

Na busca por melhorias nos índices produtivos de codornas japonesas em fase de postura, pesquisas são realizadas levando em consideração fatores nutricionais, como níveis de inclusão da lisina digestível (LD) e energia metabolizável (EM) na dieta. A determinação dos níveis adequados destes nutrientes para produção de ovos de codornas japonesas após muda forçada é de suma importância, para alicerçar as tabelas de exigências nutricionais, com a finalidade de formular rações de mínimo custo e/ou máximo retorno econômico, consequentemente reduzindo a excreção de nitrogênio para o meio ambiente. No entanto, as pesquisas sobre exigências nutricionais de codornas japonesas submetidas a muda forçada são escassas e controversas. Assim, no capítulo 1 foi realizada uma revisão bibliográfica com o objetivo de apresentar o panorama geral da criação de codornas no Brasil, revisar as principais características da codorna e compreender as funções primordiais da lisina digestível, energia metabolizável e muda forçada para codornas japonesas. No capítulo 2 foi descrito um experimento realizado com o objetivo de estimar as exigências de energia metabolizável e lisina digestível na dieta sobre o desempenho produtivo, qualidade interna e externa de ovos e análise econômica das rações para codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro após muda forçada. Foram utilizadas 216 codornas japonesas com 42 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4 (níveis de EM = 2.600; 2.875 e 3.150 kcal/kg de ração; e níveis de LD = 0,90; 1,05; 1,20 e 1,35%), totalizando 12 tratamentos, com três repetições e seis aves por unidade experimental. O período experimental teve duração de 135 dias, em que nos 23 dias iniciais, foi realizado a muda forçada pelo método de manejo de jejum e a adaptação às dietas experimentais, e nos 112 dias posteriores foram coletados os dados de desempenho produtivo e qualidade dos ovos das aves, divididos em 4 ciclos de 28 dias cada. A maior massa de ovos das codornas japonesas após muda forçada foi obtida com dietas contendo 1,09% de LD associado a 3.150 kcal/kg de EM na ração. O nível de 3.150 kcal/kg de EM na dieta proporcionou a melhor conversão alimentar g de ração/g

de ovos, kg de ração/dz de ovos produzidas, maior porcentagem de postura, gravidade específica, porcentagem e espessura de casca de ovos de codornas. O nível de 3.150 kcal/kg de EM associado a 1,35% de LD proporcionou maior peso dos ovos, enquanto o nível de 2.875 kcal/kg de EM associado a 1,35% de LD apresentou a melhor altura de albúmen e Unidade *Haugh* dos ovos, porém, com o menor índice de lucratividade das dietas. Concluí-se que a exigência nutricional de energia metabolizável para melhor conversão alimentar, maior massa de ovos, porcentagem de postura, gravidade específica e porcentagem e espessura de casca de ovos de codornas japonesas após muda forçada é de 3.150 kcal/kg de EM. O nível de 1,09% de lisina digestível na dieta é suficiente para proporcionar maior massa de ovos, contudo, para maior peso dos ovos, devem ser utilizados 1,35% ou mais de lisina digestível.

Palavras-chave: ambiente termoneutro, *Coturnix coturnix japonica*, exigências nutricionais, otimização de lote, qualidade de ovos

ABSTRACT

DOMICIANO, Ivete Ricken. MS Dissertation (Animal Science), Federal University of Mato Grosso, University *Campus* of Sinop, march 2018, 60f. Levels of metabolizable energy and digestible lysine for japanese quails after forced molting. Advisor: Prof^a. D.Sc. Ana Paula Silva Ton, Co-Advisor: Prof. D.Sc. Anderson Corassa.

In the search for improvements in the productive indexes of japanese quails in the laying phase, research is carried out taking into account nutritional factors, such as levels of inclusion of digestible lysine (DL) and metabolizable energy (ME) in the diet. The determination of the adequate levels of these nutrients for egg production of japanese quails after forced molting is of paramount importance, in order to support the nutritional requirements tables, in order to formulate rations of minimum cost and/or maximum economic return, consequently reducing excretion of nitrogen to the environment. However, research on nutritional requirements of japanese quails subjected to forced molting is scanty and controversial. Thus, in chapter 1 a bibliographic review was carried out to present the general picture of quail farming in Brazil, to review the main features of quail and to understand the primordial functions of digestible lysine, metabolizable energy and forced molting for japanese quail. In Chapter 2 an experiment was carried out with the objective of estimating the metabolizable energy and digestible lysine requirements in the diet on the productive performance, internal and external quality of eggs and economic analysis of the diets for japanese quails after forced molting. A total of 216 Japanese quails at 42 weeks of age were used in a completely randomized design in a 3 x 4 factorial scheme (levels of ME = 2.600, 2.875 and 3.150 kcal/kg of feed, and levels of DL = 0,90, 1,05, 1,20 and 1,35%), totaling 12 treatments, with three replicates and six birds per experimental unit. The experimental period lasted 135 days, during which, during the initial 23 days, forced molting was performed by the fasting method and the adaptation to the experimental diets, and in the following 112 days the data of productive performance and egg quality were collected of birds, divided into 4 cycles of 28 days each. The largest egg mass of japanese quails after forced molting was obtained with diets containing 1,09% DL associated with 3.150 kcal/kg ME in the diet. The level of 3.150 kcal/kg of ME in the diet provided the best feed conversion g of feed/g of eggs, kg of feed/dz of eggs produced, higher percentage of posture, specific gravity, percentage and

thickness of eggshell of quails. The level of 3.150 kcal/kg of ME associated with 1,35% of DL provided higher egg weight, while the level of 2.875 kcal/kg of ME associated with 1,35% of DL presented the best albumen height and Haugh Unit of eggs, however, with the lowest profitability index of the diets. It was concluded that the nutritional requirement of metabolizable energy for better feed conversion, greater egg mass, percentage of posture, specific gravity and percentage and thickness of eggshell of japanese quails after forced molting is 3.150 kcal/kg of ME. The 1,09% level of digestible lysine in the diet is sufficient to provide greater egg mass, however, for higher egg weight, 1,35% or more of digestible lysine should be used.

Keywords: batch optimization, *Coturnix coturnix japonica*, egg quality, nutritional requirements, thermoneutral environment

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composições percentual e nutricional das dietas experimentais contendo níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em fase de produção após muda forçada.....	36
Tabela 2. Desdobramento de interação entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas após muda forçada	44
Tabela 3. Desempenho produtivo de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de energia metabolizável após muda forçada.....	44
Tabela 4. Desdobramento de interação entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas após muda forçada .	46
Tabela 5. Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de energia metabolizável e lisina digestível após muda forçada	48
Tabela 6. Desdobramento de interação entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a análise econômica da produção de ovos de codornas após muda forçada	48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO I	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA APÓS MUDA FORÇADA.....	4
Introdução	5
Panorama da coturnicultura no Brasil.....	7
Aspectos gerais da codorna e ambiência	8
Nutrição de codornas japonesas.....	11
Aminoácido lisina	15
Energia metabolizável.....	19
Muda forçada	21
Considerações finais	24
Referências.....	24
CAPÍTULO II.....	29
NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS APÓS MUDA FORÇADA.....	29
Introdução	33
Material e Métodos	34
Resultados.....	41
Discussão	49
Conclusões	57
Referências.....	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS	60

INTRODUÇÃO GERAL

Nos últimos anos, a coturnicultura tem apresentado desenvolvimento bastante elevado, com adequação às novas técnicas e tecnologias de produção, passando a ocupar um cenário de atividade altamente tecnificado (Pastore et al., 2012), com crescimento nas diversas regiões do país, surgindo grandes criações e novas formas de comercialização dos ovos (Silva e Costa, 2009).

Com isso, aumentou-se também a preocupação com as exigências nutricionais destas aves, pois, a nutrição é um dos fatores mais importantes para manutenção da condição física, crescimento normal e produção de ovos. Além disso, a alimentação afeta os custos de produção das codornas desde a base, com a indústria do melhoramento genético até o topo da cadeia produtiva, os abatedouros e frigoríficos, nos quais, a proteína e a energia contribuem com maior parte desses custos (Silva et al., 2012).

Além disso, as exigências nutricionais não são constantes, variando com a idade, sexo, ambiente, níveis de energia e aminoácidos da ração, entre outros fatores, tornando necessário realizar avaliações periódicas dos níveis de nutrientes que são adequados para cada região (Costa et al., 2004) e para cada fase de produção.

Em sistemas de criações em que se utiliza alimentação à vontade, a energia metabolizável é uma propriedade nutricional estratégica, pois o consumo alimentar é regulado principalmente pela densidade calórica da ração, o que pode determinar a eficiência produtiva e econômica da atividade. Normalmente, as exigências de proteína bruta, aminoácidos e de outros nutrientes são expressas em função dos níveis de energia metabolizável da ração (Silva et al., 2003).

A energia da ração, juntamente com a temperatura ambiente, estado fisiológico e a idade das codornas tem papel importante no controle da ingestão de alimentos. Portanto, a relação caloria:nutriente é a base do desenvolvimento dos métodos de balanceamento de rações para as diversas espécies (Silva e Costa, 2009).

Dentro das exigências, as proteínas e os aminoácidos são essenciais na formulação de dietas para aves, pois asseguram a produção e, conforme sua utilização nas dietas, reduzem a poluição ambiental (Silva et al., 2005). A suplementação dos aminoácidos industriais permite a diminuição dos custos da formulação pela redução na inclusão dos ingredientes proteicos (Murakami e Garcia, 2014).

Desta forma, a estimativa das exigências em lisina pode ser o ponto de partida para a formulação de dietas corretamente balanceadas, com base no conceito de proteína ideal, pois a lisina tem sido o aminoácido referência no estabelecimento das exigências de proteína e de outros aminoácidos (Backer e Han, 1994; Ribeiro et al., 2003).

A lisina é o segundo aminoácido limitante em rações para aves e o interesse por estudos com esse aminoácido na alimentação se justifica, principalmente, pelo fato de que a lisina tem baixo custo de suplementação e pode afetar o desempenho das codornas, quando em deficiência ou em excesso, pois o antagonismo com arginina causa sintomas de deficiência de arginina devido à competição por sítios de absorção nos enterócitos (Kidd e Kerr, 1998). Uma das funções mais importantes da lisina é sua participação na síntese de proteína muscular e na síntese de carnitina, atuando no transporte de ácidos graxos para a β -oxidação na mitocôndria, na formação da matriz óssea em animais jovens e no crescimento muscular (Ribeiro et al., 2003; Silva et al., 2012).

À medida que se aproxima o fim de um ciclo produtivo rentável de uma ave de postura, ocorre queda quantitativa e qualitativa na produção de ovos, tornando-se

economicamente inviável. Então, as aves são destinadas ao descarte ou, em determinadas circunstâncias, submetidas a um procedimento denominado muda forçada (Santos et al., 2014), visando, além do aumento da produção de ovos, melhoria do aspecto qualitativo dos ovos produzidos (Teixeira et al., 2009). Contudo, para codornas japonesas, as pesquisas sobre a muda forçada são escassas e apresentam resultados controversos (Teixeira et al., 2009), tornando-se importante estabelecer os requerimentos nutricionais adequados para codornas japonesas após muda forçada que podem contribuir para melhora do desempenho e redução dos custos de produção.

Sendo assim, no capítulo 1 teve-se o objetivo de apresentar o panorama geral da coturnicultura no Brasil, revisar as principais características da codorna e compreender as funções primordiais da energia metabolizável, lisina digestível e muda forçada para codornas japonesas. No capítulo 2 objetivou-se avaliar níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre o desempenho produtivo, econômico e qualidade de ovos de codornas japonesas após muda forçada.

Os trabalhos descritos nos próximos capítulos foram redigidos de acordo com as normas adaptadas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia (ISSN 1806-9290).

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA APÓS MUDA FORÇADA²

² Capítulo redigido de acordo com as normas adaptadas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia (ISSN 1806-9290)

Introdução

As atividades, antes consideradas domésticas, tornaram-se fonte de renda complementar à medida que o produtor passou a adotar novas técnicas de manejo. Neste contexto, a criação de codornas passou a ser uma atividade muito rentável quando passou a ser tratada de maneira profissional.

O crescimento dos plantéis de codornas tem sido acompanhado de perto pelos avanços tecnológicos em termos de instalações, equipamentos e de conhecimentos nas áreas de manejo e nutrição (Murakami e Garcia, 2014).

Para garantir o máximo desempenho e potencializar a capacidade genética do animal, devem ser garantidas as condições adequadas de manejo nutricional que estabeleçam um ajuste ideal dos nutrientes fornecidos ao animal, de modo que, mesmo em condições onde ocorra diminuição do consumo de rações, haja garantia de consumo de nutrientes, em quantidade necessária para o bom desenvolvimento e produção pelos animais. Neste sentido, algumas condições básicas devem ser atendidas: condições ambientais e térmicas ótimas; suprimento adequado de aminoácidos e de proteína bruta; fornecimento de energia suficiente para a produção de ovos, além daquela necessária para deposição de proteína e para modificações das rações em situações ambientais adversas (Ferreira, 2011).

Fatores como genética, sexo, peso, idade, sistema de criação (piso ou gaiola), densidade de alojamento, temperatura ambiente, umidade relativa do ar e balanço e disponibilidade de aminoácidos na dieta, entre outros, podem interferir nas exigências de proteína bruta, aminoácidos e energia metabolizável de codornas japonesas (Murakami e Garcia, 2014).

No sistema de criação de codornas, onde se utiliza alimentação *ad libitum*, o consumo alimentar é regulado pela densidade energética da ração e pela exigência

nutricional, tornando-se imprescindível o conhecimento acurado de suas relações. Quando ocorre aumento no nível energético da ração, o consumo voluntário diminui (Silva et al., 2003). Desta forma, como o consumo é influenciado pelo nível de energia, as exigências nutricionais das aves devem ser expressas em relação ao conteúdo energético das mesmas, principalmente as exigências proteicas, considerando todo perfil aminoacídico. Sendo assim, há necessidade de correção dos nutrientes à medida que se altera o nível energético da ração.

Devido ao amadurecimento precoce das codornas, se faz necessário o estabelecimento de programas alimentares que maximizem a taxa de crescimento, aliando-se o desenvolvimento corporal à maturidade sexual, permitindo assim, a uniformidade do plantel (Pinto et al., 2003). Assim, é importante estabelecer níveis adequados para cada fase do ciclo de produção, nos diferentes ambientes, para ajustar o suprimento de nutrientes às necessidades dos animais (Ferreira, 2011). Para que a proteína ideal seja utilizada com sucesso, as exigências dos aminoácidos e suas relações com a lisina digestível devem ser atualizadas, em função dos avanços produtivos das linhagens modernas (Costa et al., 2014).

O aminoácido lisina é considerado padrão no conceito de proteína ideal e tem sido usado como referência para atualizar as necessidades de outros aminoácidos, por meio de relações simples (Silva e Costa, 2009).

Portanto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar o panorama geral da criação de codornas no Brasil, revisar as principais características da codorna e abranger as funções primordiais da energia metabolizável, lisina digestível e muda forçada na nutrição e criação de codornas de postura.

Panorama da coturnicultura no Brasil

No Brasil, de acordo com dados do IBGE (2017), o efetivo de codornas para o ano de 2016 foi de 15,10 milhões de animais, tanto para produção de carne ou ovos, registrando uma queda de 20,4% frente a 2015. A região Sudeste do Brasil é a que possui o maior efetivo de animais, sendo 66,9% do total nacional. Nesta região estão localizadas empresas detentoras de genética, as quais atendem grande parte do país com animais para difusão da produção. Neste cenário, o Centro-Oeste apresentou o efetivo de 517,78 mil cabeças (redução de 19,4%) e Mato Grosso contribuiu com 34,15 mil cabeças (IBGE, 2017).

A produção de ovos de codorna acompanhou a queda do efetivo e chegou a 273,30 milhões de dúzias, apresentando uma queda de 28,6% em relação ao produzido em 2015, gerando um rendimento de R\$ 265,76 milhões (queda de 33,7%). O Centro-Oeste produziu 8,37 milhões de dúzias (retração de 32,0% da produção), sendo que Mato Grosso contribuiu com 536 mil dúzias produzidas em 2016. O Centro-Oeste atingiu o valor de produção de 15,56 milhões de reais, com a contribuição de Mato Grosso de R\$ 537 mil (IBGE, 2017).

A redução foi observada em todas as regiões, porém com maior proporção no Sudeste, onde se concentra a maior parte do plantel. A perda do poder aquisitivo da população originou a redução na demanda por ovos e pela carne de codorna em detrimento de itens mais acessíveis que compõem a cesta básica, ocasionando um desestímulo aos produtores que decidiram reduzir seus efetivos para conter os custos. Além da crise econômica que gerou o desestímulo por parte do mercado, problemas sanitários levaram ao descarte de aves e os produtores que se destacavam na produção de ovos nos anos anteriores relataram dificuldades em atender à legislação sanitária, o que levou à saída de muitos dessa atividade. (IBGE, 2017).

Aspectos gerais da codorna e ambiência

As codornas são originárias do norte da África, da Europa e da Ásia, pertencendo à família dos Fasianídeos (*Fasianidae*). Foi criada primeiramente na China e Coréia e, em seguida, no Japão, por pessoas que apreciavam seu canto. No início do século passado, os japoneses iniciaram estudos e cruzamentos entre as codornas europeias e espécies selvagens, obtendo o tipo domesticado denominado de codorna japonesa (Albino e Barreto, 2003).

Atualmente, os produtores dispõem de três tipos de codornas para exploração industrial: a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*), a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) e a codorna americana (*Colinus virginianus*). Dentre elas, a codorna japonesa é a mais difundida mundialmente (Albino e Barreto, 2003), destinada a produção de carne e ovos (Murakami e Garcia, 2014). Apresenta rápido crescimento, maturidade sexual precoce (35 a 42 dias de idade), alta produtividade (média de 300 ovos/ano), longevidade na produção (aproximadamente um ano), baixo investimento inicial e, conseqüentemente, rápido retorno financeiro (Albino e Barreto, 2003).

A coturnicultura de postura está presente principalmente nos polos de produção de ovos de galinha, resultado do aproveitamento das tecnologias pelos avicultores, para a exploração de mais uma atividade e a abertura de novos mercados.

A codorna é uma excelente alternativa para alimentação humana, pois pode ser utilizada tanto para a produção de ovos como para a produção de carne, é aceita universalmente por ser um produto de excelente qualidade, rica em aminoácidos essenciais e baixa quantidade de gordura (Silva et al., 2009).

As codornas são animais homeotérmicos e tendem a manter sua temperatura corporal dentro de uma estreita faixa de variação (Rodrigues, 2012). Quando mantidos

em estresse térmico por calor, o organismo dos animais utilizam mecanismos para diminuir a produção de calor gerado pelos processos metabólicos, porque quanto mais calor produzem, maior será o esforço para dissipar o calor em excesso para o ambiente, apresentando reflexo direto sobre sua produtividade (Furlan, 2005; Ferreira, 2011).

A temperatura ambiente, assim como a umidade relativa do ar e ventilação, interferem significativamente no consumo de ração e, conseqüentemente, afetam a taxa de eficiência e o ganho de peso, podendo provocar modificações na composição de carcaças e índices zootécnicos (Ferreira, 2011) e, na produção, no tamanho e na qualidade dos ovos (Albino e Barreto, 2003).

Dentre os elementos climáticos, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar estão altamente correlacionadas influenciando a perda de calor sensível e insensível dos animais. Quanto mais úmido for o ambiente menos eficiente será a perda de calor por evaporação e, independente da idade, as aves não toleram, ao mesmo tempo, temperatura ambiente e umidade relativa do ar altas (Ferreira, 2011).

Nestas condições, as aves terão dificuldades de dissipar o excedente de calor corporal para o ambiente, ocorrendo aumento na temperatura interna e, conseqüentemente, queda na produção, pois uma parte da energia ingerida por meio dos alimentos será utilizada nos mecanismos de homeotermia ou perdido para o ambiente na forma de calor e o restante será convertida em produção de ovos (Baêta e Souza, 2010).

Quando em conforto térmico, as aves apresentam taxa metabólica mínima com menor gasto de energia para manutenção de sua homeotermia, restando maior quantidade para a produção de ovos ou ganho de peso. Isso reflete em melhor desempenho econômico pelas aves, por expressar todo o seu potencial genético para produção e reprodução. Qualquer flutuação nos valores de temperatura ambiente irá

afetar a partição biológica da energia, promovendo modificações na biodisponibilidade desta para as funções fisiológicas do animal (Ferreira, 2011).

Animais criados em ambientes quentes, ou em épocas de verão, apresentam redução no consumo de alimento como alternativa para diminuir o calor gerado pelo metabolismo, enquanto no frio o consumo é aumentado. Além disso, a eficiência de utilização da energia metabolizável reduz com o aumento da temperatura ambiente (Ferreira, 2011).

Para codornas japonesas nos primeiros dias de vida existe uma relação direta entre a temperatura corporal e a alimentação das aves, de modo que uma restrição de alimento pode induzir a hipotermia mesmo quando a temperatura ambiental está na faixa da zona de conforto térmico (Ben-Hamo et al., 2010).

As codornas são aves exigentes quanto aos limites das variáveis climáticas, sendo que a faixa de conforto térmico ou zona termoneutra está compreendida entre 35 a 38° C na fase inicial (Murakami e Ariki, 1998), e na fase adulta ou de produção entre 21 a 25°C (Souza-Soares e Siewerdt, 2005) e a umidade relativa do ar entre 65 e 70% (Oliveira, 2007). Nesta zona de conforto térmico as codornas japonesas poderão expressar a máxima produção.

A temperatura crítica superior para esses animais é considerada em torno de 28°C (Silva Júnior, 2015). No entanto, as codornas japonesas em fase de postura ainda conseguem uma boa produção quando submetidas a temperaturas entre 5 e 30°C (Albino e Barreto, 2003).

Para codornas japonesas na fase produtiva, a temperatura de 27°C (Vercese et al., 2012) e 28°C (Castro, 2014) foram relatadas como o limite a partir do qual se iniciou a redução no consumo de ração e as perdas na qualidade dos ovos, indicando os efeitos do estresse por calor.

Segundo Lara e Rostagno (2013), a zona termoneutra muda de acordo com as características da ave, tais como: genética, idade, sexo, tamanho corporal, peso, dieta, estado fisiológico, exposição prévia ao calor (aclimatação), variação da temperatura ambiente, radiação, umidade e velocidade do ar.

No entanto, na literatura nacional existe certa carência de informações que estabeleçam a influência do ambiente sobre a nutrição de codornas, desta forma se faz necessário a realização de pesquisas com o objetivo de determinar os requerimentos nutricionais para estas espécies, considerando a realidade ambiental do clima tropical.

Nutrição de codornas japonesas

O gasto com alimentação é o mais representativo da criação de codornas e afeta os custos de produção desde a base, a indústria do melhoramento genético, até o topo da cadeia produtiva e processamento de ovos, sendo que a proteína e a energia contribuem com quase a totalidade desses custos (Silva et al., 2012).

De acordo com a literatura, as recomendações nutricionais para codornas são bastante controversas quanto aos níveis e às fases de crescimento e de produção (Murakami e Garcia, 2014), não existindo dados consolidados em clima tropical, principalmente, por não existir material genético definido no mundo e no Brasil. Além disso, nos últimos anos as codornas japonesas ficaram mais pesadas, mais produtivas e com ovos maiores. Em virtude dessas mudanças ainda não há padronização de linhagens comerciais, o que tem contribuído para a variação dos resultados de desempenho (Rostagno et al., 2017). Entretanto, há preocupação por parte dos nutricionistas em oferecer às aves rações com níveis nutricionais mais adequados, que propiciem o melhor desempenho e, conseqüentemente, maior retorno econômico (Silva et al., 2006).

Sabe-se que as exigências nutricionais não são constantes e que as exigências de proteína bruta e energia metabolizável das codornas japonesas podem ser influenciadas pela genética, sexo, peso, idade, sistema de criação (piso ou gaiola), densidade de alojamento, temperatura ambiente, umidade relativa do ar, balanço e disponibilidade de aminoácidos na dieta, entre outros (Costa et al., 2004; Moraes e Ariki, 2009; Murakami e Garcia, 2014).

A densidade energética e a composição aminoacídica da dieta são de extrema importância na produção de codornas. Além de influenciar o desempenho das aves, a qualidade dos ovos pode ser alterada em função dos níveis destes nutrientes na ração (Albino e Barreto, 2003). A quantidade de ração ingerida deve satisfazer nutricionalmente as aves, ou seja, o perfil de aminoácidos e outros nutrientes devem ser ajustados à densidade energética da ração para que estes não fiquem em deficiência, já que as aves consomem certas quantidades de ração para satisfazerem primariamente as suas necessidades de energia. A relação nutriente/caloria deve ser considerada nas rações de aves, garantindo o consumo necessário dos diversos nutrientes presentes na dieta (Bertechini, 2006).

O desempenho produtivo das aves é diretamente dependente do suprimento dos nutrientes na dieta, como os aminoácidos, que são obtidos pelos animais por meio da quebra da proteína dietética ou da ingestão de fontes de aminoácidos industriais. Porém, o consumo de aminoácidos em excesso é dispendioso, porque estes não são armazenados pelos animais, como os carboidratos e os lipídeos, e sim catabolizados para a formação de energia (Corrêa et al., 2008). Isso gera incremento calórico corporal desnecessário (Ferreira, 2011; Murakami e Garcia, 2014) e provoca a excreção de volume excessivo de ácido úrico, com maior gasto de energia (Lorençon, 2008; Costa et al., 2014).

O excesso de aminoácidos circulantes no sangue pode provocar a diminuição do consumo de ração pelos animais (Murakami e Garcia, 2014). Desta forma, o excesso de proteína bruta na dieta deprime a eficiência de utilização dos aminoácidos limitantes, pois se a ordem destes não for atendida, a síntese proteica é interrompida e o aminoácido excedente necessita ser excretado, em um processo com alto custo energético (Costa et al., 2014), o que aumenta as exigências de aminoácidos na dieta.

Com o fornecimento dos níveis de aminoácidos mais próximos das necessidades animais, há aumento na eficiência de utilização proteica e maximização do uso dos aminoácidos para síntese proteica, minimizando o seu uso como fonte de energia (Pinto et al., 2003).

Para que a codorna atinja a maturidade sexual, é importante que nas fases inicial e de crescimento haja adequado fornecimento de nutrientes para que as aves apresentem bom desenvolvimento corporal, empenamento e boa formação do aparelho reprodutor (Murakami e Garcia, 2014).

Durante a fase de produção, uma dieta adequada deve atender as necessidades de manutenção, a produção, a qualidade interna do ovo e resultar na produção de ovos com boa pigmentação e resistência da casca (Ito et al., 2009), tendo em vista que a eficiência com que a codorna japonesa retém proteína e energia no corpo diminui com a idade (Murakami e Garcia, 2014) e, quanto maior a produtividade apresentada, maior será a demanda de nutrientes para atender as suas exigências produtivas (Ferreira, 2011).

Lima et al. (2015), avaliaram níveis de sódio (0,10; 0,15; 0,20; 0,25 e 0,30%) na ração de codornas japonesas com 187 dias de idade em postura, concluíram que a suplementação de 0,10% de sódio na ração (26,1 mg de Na por ave) foi suficiente para proporcionar satisfatório desempenho produtivo e qualidade dos ovos de codornas japonesas.

As alterações na composição da ração, após o pico de produção, por meio da redução gradual de ácido linoleico, metionina, proteína e fósforo, e aumento do nível de cálcio podem ajudar no controle do tamanho do ovo e na menor perda de ovos não comercializados (Albino e Barreto, 2003).

Após a muda forçada, a nutrição das aves apresentam exigências diferentes, comparadas àquelas previamente a muda. Porém, as pesquisas sobre níveis nutricionais específicos para codornas japonesas no segundo ciclo de produção são inexistentes.

Em geral, adotam-se recomendações preconizadas para o final do primeiro ciclo de postura, com tendência geral de reduzir os níveis de todos os nutrientes, excetuando-se o cálcio (Schmidt et al., 2008). Isto pode ser interessante do ponto de vista de custo de produção, contudo, deve-se lembrar dos excelentes picos de produção pós-muda, modificando-se este procedimento (Oliveira, 1993).

Narváez-Solarte et al. (2005) citam que, em aves de postura de segundo ciclo de produção, 14% de proteína na ração é suficiente para adequado desempenho, desde que mantidos a quantidade de aminoácidos essenciais e o balanço aminoacídico.

Ribeiro et al. (2008), avaliando a exigência de sódio para galinhas poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura, sugeriram 0,22 e 0,20% como níveis máximos de sódio, respectivamente, para poedeiras no final do primeiro ciclo e no segundo ciclo de postura, considerando as estimativas de exigência de sódio pela produção de ovos e pela conversão por massa de ovos.

Laurentiz et al. (2005), avaliando níveis de aminoácidos sulfurados totais (0,45, 0,60 e 0,75%) para poedeiras semi-pesadas após a muda forçada, concluíram que o nível de 0,60% desses aminoácidos foi suficiente para a fase de pós-muda e para o segundo ciclo de produção.

Ao avaliarem a quantidade de metionina+cistina digestível (0,588; 0,628; 0,669; 0,709 e 0,750%) para poedeiras semipesadas de 75 a 91 semanas de idade (após muda forçada), Polese et al. (2012) estimaram a exigência de metionina+cistina digestível para os parâmetros de desempenho e qualidade de ovos em 0,588%, correspondendo ao consumo de 654,73 mg/ave/dia.

Avaliando níveis nutricionais de treonina digestível (0,380; 0,413; 0,446; 0,479; e 0,512%) para poedeiras leves no segundo ciclo de produção, Schmidt et al. (2011), recomendaram 0,469% (459 mg/ave/dia) de treonina digestível, considerando como parâmetro decisório a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Aminoácido lisina

A lisina tem sido o aminoácido de referência no estabelecimento das exigências de proteína e de outros aminoácidos (Backer e Han, 1994; Murakami e Garcia, 2014), principalmente em função de ser um aminoácido utilizado quase que exclusivamente para a síntese proteica, não sofrendo transaminação para a síntese de aminoácidos não essenciais, havendo, assim, alta correlação entre a digestibilidade ileal verdadeira e a disponibilidade biológica deste aminoácido (Costa et al., 2014).

A lisina é considerada o segundo aminoácido limitante para aves, sua análise é relativamente simples (em relação à metionina e cistina) e existem muitas informações na literatura de suas exigências nas mais variadas condições de produção (Emmert e Baker, 1997; Jordão Filho et al., 2006). Além disso, a lisina é o terceiro aminoácido mais tóxico para as aves e o antagonismo com arginina causa sintomas de deficiência de arginina devido à competição por sítios de absorção nos enterócitos (Kidd e Kerr, 1998).

A lisina é considerada um aminoácido fisiologicamente essencial para manutenção, crescimento e produção das aves (Costa et al., 2014), porque é sintetizado no organismo em quantidade insuficiente para atender as necessidades destas (Della-Flora et al., 2012). Suas principais funções bioquímicas no organismo são a formação dos tecidos muscular e ósseo e como precursor da carnitina que atua no transporte de ácidos graxos para a β -oxidação na mitocôndria (Silva et al., 2012; Murakami e Garcia, 2014).

A lisina é importante também para a composição do ovo, pois com o aumento dos níveis de lisina na ração, ocorre aumento no peso do ovo (Pinto et al., 2003). De acordo com USDA (2012), em cada 100 g da parte comestível do ovo, há 0,912 g de lisina e, desse total, 54,4% estão no albúmen e 42,6% na gema do ovo.

Com os avanços em pesquisas científicas na área de nutrição e metabolismo animal, bem como na tecnologia de produção dos aminoácidos industriais e a preços compatíveis, tornou-se possível a formulação de rações com menor teor de proteína bruta e melhor ajuste nas exigências dos aminoácidos no perfil da proteína ideal, além da redução nos custos das rações por torná-las mais eficientes, contribuindo também para redução da excreção de N no meio ambiente (Costa et al., 2014; Murakami e Garcia, 2014).

Quanto mais próxima a composição de aminoácidos da dieta estiver da exigência dos animais, mais eficiente será a utilização da proteína fornecida, havendo também reflexos positivos na utilização dos demais aminoácidos. A suplementação dos aminoácidos industriais permite a diminuição dos custos da formulação pela redução na inclusão dos ingredientes proteicos (Murakami e Garcia, 2014).

De acordo com Costa et al. (2014), o nível de lisina das rações pode variar em função da energia da ração, idade da ave, linhagem, sexo e em função do parâmetro que se deseja maximizar.

A exigência de lisina digestível para codornas japonesas em postura recomendada por Rostagno et al. (2017) varia conforme a produtividade e o consumo de ração e está entre 1,149 e 1,059%. De acordo com Silva e Costa (2009), as exigências de lisina digestível para codornas diminuem com o aumento da idade, passando de 1,37% na fase inicial para 1,23 e 1,15% nas fases de crescimento e postura, respectivamente.

Avaliando a exigência de lisina digestível (0,80 a 1,30% para dietas contendo 19,56% PB), para codornas japonesas com 49 dias de idades em postura, Pinto et al. (2003) estimaram a exigência em 1,117% de lisina digestível na ração (254 mg lisina/dia) para melhor produção de massa de ovos. Porém, os autores concluíram que, com o nível de 1,045% de lisina digestível a taxa de postura já foi maximizada, constatando ser necessária maior exigência em lisina digestível para o peso de ovo do que para máxima produção de ovos pelas aves.

Costa et al. (2008), avaliando as exigências de lisina digestível (0,88 a 1,20%) para codornas japonesas na fase de postura (94 a 178 dias de idade), estimaram em 1,03% de lisina digestível na ração, que corresponde a um consumo diário de 292 mg de lisina digestível para a melhor produção de ovos. De acordo com os autores, o consumo de ração reduziu linearmente em 0,5g de ração a cada 0,08% de aumento nos níveis de lisina digestível na dieta.

Ribeiro et al. (2013) avaliaram a exigência de lisina digestível (0,95 a 1,20%) para codornas japonesas em postura no período de 29 a 41 semanas de idade e concluíram que para proporcionar bom desempenho e qualidade de ovos, as rações de codornas devem conter 1,12% de lisina digestível (272,2 mg de lisina digestível).

Ribeiro et al. (2003), ao avaliarem codornas com 60 a 144 dias de idade, não verificaram efeito significativo dos níveis de lisina total da dieta no consumo de ração. Já Pinto et al. (2003), ao avaliarem níveis de lisina digestível (0,80 a 1,30%) para

codornas de postura com 49 dias de idade, verificaram aumento no consumo de ração com o aumento dos níveis de lisina digestível da dieta.

Para codornas, pesquisas sobre níveis nutricionais de lisina digestível na fase pós muda forçada são inexistentes. As recomendações do NRC (1994), as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos de Rostagno et al. (2011 e 2017) e as Tabelas de recomendações nutricionais para Codornas Japonesas e Europeias de Silva e Costa, (2009) não fazem referência a codornas de segundo ciclo, relatando-se então resultados com galinhas poedeiras.

Ao avaliarem exigência nutricional de lisina digestível (0,555; 0,605; 0,655; 0,705; e 0,755%) para poedeiras leves no segundo ciclo de produção (79 a 95 semanas de idade), Schmidt et al. (2008), concluíram que a exigência estimada de lisina digestível para as poedeiras leves, foi maior ou igual a 0,755%, o que corresponde a um consumo de 885 mg de lisina digestível/ave/dia.

Rostagno et al. (2017) recomendam para galinhas poedeiras leves de desempenho regular-médio com 70 e 80 semanas de idade, 0,785 e 0,765% de lisina digestível na dieta, respectivamente. No entanto, essas recomendações não fazem referência as aves após muda forçada.

Avaliando exigência nutricional de lisina para galinhas poedeiras de ovos brancos e ovos marrons, no segundo ciclo de produção (83a à 98a semana de idade), Barbosa et al. (1999), alimentaram as aves com rações contendo 2860 kcal EM/kg de ração, 14,37% PB e 0,50% lisina e suplementadas com seis níveis de L-lisina HCl 98% (0,00; 0,08; 0,16; 0,24; 0,32; e 0,40%). Os autores estimaram as exigências nutricionais de lisina para poedeiras LSL (Lohmann Selected Leghorn) e LB (Lohmann Brown) em 0,76 e 0,80%, respectivamente, correspondendo a um consumo de 836 e 880 mg de lisina por ave/dia.

Energia metabolizável

A energia não é considerada um nutriente, sendo o resultado dos processos metabólicos de oxidação dos constituintes orgânicos do alimento (Fernandes e Toro-Velasquez, 2014). Nos ingredientes de uma ração, a energia é proveniente de sua composição em carboidratos, gorduras e proteína.

A energia metabolizável é uma propriedade nutricional estratégica em sistemas de criações em que se utiliza alimentação à vontade, pois o consumo alimentar é regulado, principalmente, pela densidade calórica da ração, o que pode determinar a eficiência produtiva e econômica da atividade (Costa et al., 2014). Normalmente, as exigências de proteína bruta, aminoácidos e de outros nutrientes são expressas em função dos níveis de energia metabolizável da ração (Silva et al., 2003). Assim, o nível energético da dieta é que define o nível de ingestão de todos os nutrientes, que devem ter suas necessidades expressas na forma da relação nutriente:caloria para não prejudicar o desempenho das aves (Silva e Costa, 2009; Costa et al., 2014).

O peso corporal, a idade, o nível de alimentação, as condições das instalações e a adaptação dos animais determinam o quanto de energia da ração será utilizada para a demanda térmica do animal e a quantidade restante a ser disponibilizada para ganho de peso ou produção de ovos (Ferreira, 2011).

Segundo Murakami e Garcia (2014), apenas 20% da energia consumida é destinada a produção de ovos. Se a codorna não tiver o aporte de energia suficiente, a produção diminuirá (Barreto et al., 2007a). O contrário também é verdadeiro, pois o excesso de energia pode levar a superovulação, ao aumento de ovos de duas gemas e à absorção de óvulos na cavidade abdominal, conduzindo ao aumento do intervalo de postura e, conseqüentemente, a redução na produção (Neto, 1999).

O nível energético da dieta influencia o peso dos ovos, a porcentagem de postura e consequentemente a massa de ovos de codornas japonesas (Murakami e Garcia, 2014). De acordo com os autores, as aves criadas com dietas com baixos níveis de energia (2.600 a 2.650 kcal EM/kg) apresentam melhor porcentagem de postura e maior massa de ovos do que aves criadas com dietas de alta energia (3.200 kcal EM/kg). Isso provavelmente ocorre pelo baixo consumo de ração com o aumento do nível energético, com menor consumo de outros nutrientes necessários para a formação e a manutenção do peso dos ovos e, ainda, redução na produção (Barreto et al., 2007b). Porém, para melhor conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, Cavalcante et al. (2010) recomendam dietas com nível de energia metabolizável superior a 3.100 kcal de EM/kg e 20% de proteína bruta.

Freitas et al. (2005), estudando o efeito de níveis de proteína bruta (16, 18, 20 e 22%) e de energia metabolizável (2.585, 2.685, 2.785 e 2.885 kcal/kg) nas dietas sobre o desempenho de codornas de postura, afirmaram que o aumento do nível de energia da ração promoveu redução linear no consumo de ração, na ingestão diária de proteína bruta, no peso do ovo e na massa de ovos. Estes autores concluíram que para se obter maior produção de ovos e melhor conversão alimentar, a ração de codornas de postura deve conter 18% de proteína bruta e 2.585 kcal de EM/kg.

Moura et al. (2010), trabalhando com redução da densidade energética (2.900, 2.800, 2.700, 2.600 e 2.500 kcal de EM/kg) de dietas sobre as características do ovo de codornas japonesas, observaram que dietas com 2.800 e 2.900 kcal de EM/kg, proporcionaram os melhores resultados para qualidade de ovos.

De acordo com Barreto et al. (2007b), rações para codornas japonesas em fase inicial de postura (56 aos 112 dias de idade) devem conter 2.650 kcal de EM/kg para

proporcionar valores satisfatórios de peso de ovo e conversão alimentar por massa de ovos, além de maior produção de ovos em valor absoluto.

As exigências de energia metabolizável para codornas japonesas em postura recomendadas por Silva e Costa (2009) e Rostagno et al. (2017), é de 2.800 kcal EM/kg, enquanto que para o NRC (1994), a necessidade de energia é 2.900 kcal EM/kg, tanto para a fase inicial quanto para a produção de ovos.

Para codornas em produção após muda forçada, as pesquisas sobre níveis nutricionais de energia metabolizável são inexistentes. As tabelas de recomendações nutricionais nacionais e internacionais não fazem referência a codornas de segundo ciclo, relatando-se então resultados com galinhas poedeiras.

Colvara et al. (2002) conduziram um experimento para investigar o efeito do nível de energia metabolizável na dieta (2.700, 2.800, 2.900 e 3.000 kcal EM/kg) sobre o desempenho de poedeiras semi-pesadas de 90 semanas de idade, as quais sofreram muda forçada com o uso de alta concentração de zinco na dieta (25.000 ppm). Os autores concluíram que o nível de 2.700 kcal de EM/kg de ração para poedeiras semi-pesadas, submetidas à muda forçada, foi suficiente para atender as necessidades para produção durante o segundo ciclo de postura no verão.

Muda forçada

A muda forçada é uma importante ferramenta utilizada pela indústria avícola. Tem como finalidade um novo ciclo de produção em aves que iriam ser descartadas em virtude da redução da produtividade e na qualidade dos ovos, o que poderia tornar tal atividade industrial economicamente inviável (Teixeira e Cardoso, 2011; Santos et al., 2014).

O principal objetivo da muda forçada é o descanso e rejuvenescimento do aparelho reprodutor, o que cessa a produção de ovos por um determinado período de tempo, visando, além do aumento dos ovos produzidos, melhoria do aspecto qualitativo (Teixeira et al., 2009).

Contudo, diferente das galinhas poedeiras comerciais, para as quais há diversos métodos de muda forçada pesquisados e publicados, as pesquisas sobre a muda forçada em codornas japonesas, além de escassas, ainda apresentam resultados controversos (Garcia et al., 2001a; Teixeira et al., 2009), tornando a prática pouco usual (Garcia et al., 2001a) e insuficientes para assegurar sua efetividade (Teixeira et al., 2009).

Segundo Hussein et al. (1998), a muda forçada requer para sua máxima eficiência uma perda de peso corporal de 25%. Para que essa perda de peso seja atingida, as codornas necessitam de um período de jejum de dois dias segundo Faitarone et al. (2008) e de três dias de acordo com Garcia et al. (2001b).

Codornas submetidas a muda forçada apresentaram melhores índices de conversão alimentar em comparação com aquelas não submetidos a este procedimento (Faitarone et al., 2008). Cantor e Johnson (1984) analisando o método do óxido de zinco relataram que este provoca um retorno produtivo mais rápido que a restrição alimentar em codornas japonesas e observaram alta perda de peso e mortalidade nas aves em muda forçada. Zamprônio et al. (1996) não observaram os efeitos benéficos da muda forçada por meio da técnica de muda pelo manejo da alimentação e jejum de água no desempenho e na qualidade dos ovos das codornas.

Garcia et al. (2001b), observaram que o jejum de alimentação por três dias consecutivos causou 25,64% de perda de peso corporal, redução na percentagem de aparelho reprodutivo de 31,67% e redução da percentagem de postura para níveis próximos de zero, com índice de mortalidade relativamente baixo (4,60%).

Santos et al.(2014) avaliaram a regressão do aparelho reprodutivo de codornas europeias (*coturnix coturnix*) submetidas a muda forçada por meio de dieta a base de farelo de trigo e concluíram que codornas submetidas a 12 ou mais dias de alimentação de farelo de trigo *ad libitum* apresentam resultados satisfatórios de regressão do aparelho reprodutor durante o procedimento de muda forçada e satisfatória perda de peso corporal.

Em estudo sobre a restrição dietética de sódio (0, 10, 15, 20 e 25 dias de restrição de sódio na ração) como método alternativo de muda forçada para codornas japonesas com 418 dias de idade, Lima et al. (2011) concluíram que a restrição dietética de sódio como método alternativo de muda forçada não proporcionou melhora no desempenho produtivo de codornas até o período de 63 dias pós-muda.

Teixeira et al. (2009) avaliaram aspectos produtivos e qualidade de ovos de codornas japonesas com 48 semanas de idade submetidas a diferentes métodos de muda forçada. Os autores relataram que entre a segunda e a quarta semana de produção pós-muda, o grupo de aves submetidas ao tratamento pelo método alternativo do óxido de zinco com perda de 25% do peso corporal produziram mais ovos, em comparação com os demais tratamentos. Quanto aos resultados das características físicas dos ovos e conversão alimentar, não houve melhorias significativas nas codornas do grupo controle. Concluíram que a muda forçada, por meio do método do óxido de zinco, com 25% de perda de peso corporal, em codornas japonesas, proporcionou melhoria quantitativa de ovos nas primeiras semanas de produção.

Devido aos poucos relatos e aos resultados controversos sobre muda forçada nas criações de codornas poedeiras, faz-se necessário um estudo mais detalhado da real exigência nutricional e do manejo exigido pelas codornas, tanto para utilização da muda

forçada, quanto o requerimento nutricional no segundo ciclo de postura (Mesquita Filho, 2008).

Considerações finais

Além das informações sobre muda forçada e programas de alimentação pós-muda de codornas japonesas serem escassas na literatura nacional e internacional, inexistem resultados sobre a determinação das exigências de energia metabolizável e lisina digestível após a muda forçada para codornas japonesas, havendo necessidade de mais pesquisas para determinação de tecnologias adequadas e melhor reutilização dos planteis, bem como para a determinação das exigências nutricionais nesta fase de produção.

Referências

- Albino, L.F.T. e Barreto, S.L.T. 2003. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil.
- Backer, D.H. e Han, Y. 1994. Ideal amino acid profile for chickens during the first three. **Poultry Science** 73: 1441–1447.
- Baêta, F.C. e Souza, C.F. 2010. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.
- Barbosa, B.A.C.; Soares, P.R.; Rostagno, H.S.; Silva, M.A.; Albino, L.F.T.; Graças, A.S. 1999. Exigência nutricional de lisina para galinhas poedeiras de ovos brancos e ovos marrons, no segundo ciclo de produção. 2. Características produtivas. **Revista Brasileira de Zootecnia** 28: 534-541..
- Barreto, S.L.T.; Quirino, B.J.S.; Brito, C.O.; Umigi, R.T.; Araujo, M.S.; Coimbra, J.S.R.; Rojas, E.G.; Freitas, J.F. e Reis, R.S. 2007a. Determinação da exigência nutricional de cálcio de codornas japonesas na fase inicial do ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 68–78.
- Barreto, S.L.T.; Quirino, B.J.S.; Brito, C.O.; Umigi, R.T.; Araujo, M.S.; Coimbra, J.S.R.; Rojas, E.G.; Freitas, J.F. e Reis, R.S. 2007b. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 79–85.
- Ben-Hamo, M.; Pinshow, B.; Mccue, M.D.; McWilliams, S.R. e Bauchinger, U. 2010. Fasting triggers hypothermia, and ambient temperature modulates its depth in Japanese quail *Coturnix japonica*. **Comparative Biochemistry and Physiology** 156: 84–91.
- Bertechini, A.G. 2006. **Nutrição de monogástricos**. Lavras, MG: Editora UFLA, 301 p.
- Cantor, A.H. e Johnson, E.A. 1984. Inducing pauses in egg production of Japanese quail

- with dietary zinc. **Poultry Science**, v. 63, n. 10.
- Castro, J.O. 2014. **Avaliação e modelagem do desempenho de codornas japonesas em postura submetidas a diferentes ambientes térmicos**. 2014. 71f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Viçosa, MG.
- Cavalcante, L.E.; Costa, F.G.P.; Lima, R.C.; Dantas, L.S.; Lobato, G.B.V.; Rodrigues, V.P.; Santos, C.S. e Vidal Jr, J.G. 2010. Determinação da relação energia metabolizável e proteína bruta sobre o desempenho de codornas japonesas na fase de produção. **Revista Científica de Produção Animal** 12: 66–168.
- Colvara, I.G.; Maier, J.C.; Rutz, F.; Brum, P.A.R.; Pan, E.A. 2002. Níveis de energia metabolizável em rações para poedeiras semipesadas durante o segundo ciclo de produção no verão. **Revista Brasileira de Agrociência** 8: 47-49.
- Corrêa, G.S.S.; Silva, M.A.; Corrêa, A.B.; Fontes, D.O.; Santos, G.G. e Lima Neto, H.R. 2008. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 60: 209–217.
- Costa, F.G.P.; Souza, H.C.; Gomes, C.A.V.; Barros, L.R.; Brandão, P.A.; Nascimento, G.A.J.; Santos, A.W.R. e Amarante Junior, V.S. 2004. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. **Ciência e Agrotecnologia** 28: 1421–1427.
- Costa, F.G.P.; Rodrigues, V.P.; Goulart, C.C.; Lima Neto, R.C.; Souza, J.G. e Silva, J.H.V. 2008. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 2136-2140.
- Costa, F.G.P.; Silva, J.H.V.; Goulart, C.C.; Nogueira, E.T. e Sá, L.M. 2014. Exigências de aminoácidos para aves. p. 240-261. Em: **Nutrição de não ruminantes**. ed. Funep, Jaboticabal, SP.
- Della-Flora, R.P.; Dionello, N.J. L.; Gotuzzo, A.; Germano, J. M.; Tavares, A. e Azambuja, S. A. 2012. Exigências aminoacídicas para codornas. **PUBVET**. 6: Art. 1444.
- Emmert, J. e Baker, D. 1997. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal of Applied Poultry Research**. 6: 462–470.
- Faitarone, A.B.G.; Garcia, E.A.; Pizzolante, C.C.; Molino, A.B.; Pelícia, K. e Berto, D.A. 2008. Forced-molting methods and their effects on the performance and egg quality of japanese quails (*Coturnix japonica*) in the second laying cycle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** 10: 53–57.
- Fernandes, M.H.M.R. e Toro-Velasquez, P.A. 2014. Metabolismo energético. p. 77-94. Em: **Nutrição de não ruminantes**. ed. Funep, Jaboticabal, SP.
- Ferreira, R.A. **Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos**. 2011. 2ª. ed. Aprenda Fácil, Viçosa, MG.
- Freitas, A.C.; Fuentes, M.F.F.; Freitas, E.R.; Sucupira, F.S. e Oliveira, B.C.M. 2005. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 34: 838–846.
- Furlan, R. L. 2005. Influência do calor na fisiologia de poedeiras. Em: Curso de atualização em avicultura para postura comercial, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, p. 96-118.
- Garcia, E.A.; Mendes, A.A.; Pizzolante, C.C. e Veiga, N. 2001a. Alterações morfológicas de codornas poedeiras submetidas a muda forçada. **Revista Brasileira de Ciências Avícolas** 3: 265–273.
- Garcia, E.A.; Mendes, A.A.; Pizzolante, C.C. e Veiga, N. 2001b. Alterações morfológicas e desempenho de codornas poedeiras tratadas com diferentes programas de alimentação no período de repouso, da muda forçada. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** 3: 275–282.
- Hussein, A.S.; Cantor, A.H. e Johson, T.H. 1998. Use of high levels of dietary aluminium

- and zinc for inducing pauses in egg production of Japanese quail. **Poultry Science** 67: 1157-1165.
- IBGE/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. **Produção da Pecuária Municipal 2016**. GEPEC/COAGRO. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/media/com_materialdeapoio/arquivos/ea77821e06cad1457f9b35c1abe2137f.pdf. Acessado em 11 de fevereiro de 2018.
- Ito, N.M.K.; Miyaji, C.I. e Miyaji, S.O. 2009. **Redução da Mortalidade na Criação Industrial de Codornas**. Associação Paulista de Avicultura. São Pedro, SP.
- Jordão Filho, J.; Silva, J.H.V.; Silva, E. L.; Ribeiro, M.L.G.; Costa, F.G.P. e Rodrigues, P.B. 2006. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35: 1728–1734.
- Kidd, M.T. e Kerr, B.J. 1998. Dietary arginine and lysine ratios in Large White toms. 2. Lack of interaction between arginine:lysine ratios and electrolyte balance. **Poultry science** 77: 864–869.
- Lara, L.J. e Rostagno, M.H. 2013. Impact of heat stress on poultry production. **Animals** 3: 356-369.
- Laurentiz, A.C.; Filardi, R.S.; Rodrigues, E.A.; Junqueira, O.M.; Casartelli, E.M. e Duarte, K.F. 2005. Níveis de aminoácidos sulfurados totais para poedeiras semi-pesadas após a muda forçada. **Ciência Rural, Santa Maria** 35: 164-168.
- Lima, H.J.D.; Barreto, S.L.T.; Almeida, R.L.; Melo, D.S.; Costa, S.L. 2011. Restrição dietética de sódio como método alternativo de muda forçada para codornas japonesas. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** – Goiânia, GO, vol.7, N.13.
- Lima, H.J.D.; Barreto, S.L.T.; Paula, E.; Dutra, D.R.; Costa, S.L. e Abjaude, W.S. 2015. Níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 16: 73-81.
- Lorençon, L. 2008. **Níveis de metionina+cistina digestível e de proteína bruta para codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp)**. Dissertação (M.Sc). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil. 63p.
- Mesquita Filho, R.M. 2008. **Avaliação de métodos de muda forçada sobre o desempenho produtivo para codornas japonesas**. Dissertação (M.Sc). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. 55p.
- Moraes, V.M.B. e Ariki, J. 2009. **Importância da nutrição na criação de codornas de qualidades nutricionais do ovo e carne de codorna**. Universidade Estadual Paulista.
- Moura, A.M.A.; Fonseca, J.B.; Rabello, C.B.V.; Takata, F.N. e Oliveira, N.T.E. 2010. Desempenho e qualidade do ovo de codornas japonesas alimentadas com rações contendo sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 2697–2702.
- Murakami, A.E. e Ariki, J. 1998. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal, SP: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 79p.
- Murakami, A.E. e Garcia, E.R.M. 2014. Nutrição de codornas japonesas. p. 621-641. Em: **Nutrição de não ruminantes**. ed. Funep, Jaboticabal, SP.
- Narváez-Solate, W.V.; Contreras, W.; Pezzato, A.C. 2005. Efeito da proteína no desempenho de poedeiras leves no segundo ciclo de postura em condições climáticas tropicais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 7, p.82.
- Neto, G. 1999. **Aspectos nutricionais que afetam as características específicas do ovo de incubação**. FACTA, Campinas, SP, Brasil.
- NRC - National Research Council. 1994. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Oliveira, B.L. 1993. Alimentação de poedeiras leves após muda forçada. Em: Simpósio Latino Americano de Nutrição de Aves, 1993. **Anais...** Campinas, SP: p.46-50.
- Oliveira, B. 2007. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial.

- Em: **Anais** do Simpósio Internacional de Coturnicultura. Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, Lavras, MG, Brasil.
- Pastore, S.M.; Oliveira, W.P. e Muniz, J.C.L. 2012. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime** 9: 2041–2049.
- Pinto, R.; Ferreira, A.S.; Donzele, J.L.; Silva, M.A.; Soares, R.T.R.N. Custódio, G.S. e Pena, K.S. 2003. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 32: 1182–1189.
- Polese, C.; Nunes, R.V.; Vilela, C.G.; Murakami, A.E.; Agustini, M.A.B.; Takahashi, S.E.; Vilela, V.O. ; Souza, C. e Schneider, S.E. 2012. Quantidade de metionina+cistina digestível para poedeiras semipesadas de 75 a 91 semanas de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 64: 1682-1690.
- Ribeiro, M.L.G.; Silva, J.H.V.; Dantas, M.O.; Costa, F.G.P.; Oliveira, S.F.; Filho, J.J. e Silva, E.L. 2003. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia** 32: 156–161.
- Ribeiro, M.L.G.; Silva, J.H.V.; Araujo, J.A.; Martins, T.D.D.; Costa, F.G.P.; Givisiez, P.E.N 2008. Exigência de sódio para poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 1257-1264.
- Ribeiro, C.L.N.; Barreto, S.L.T.; Reis, R.S.; Muniz, J.C.L.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Vargas Júnior, J.G. e Albino, L.F.T. 2013. Digestible lysine levels in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42: 489–495.
- Rodrigues, L.R. 2012. **Índices de conforto térmico, fisiológicos e produtivos de codornas japonesas alimentadas com redução proteica**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.
- 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. e Brito, C.O. 2011. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. UFV, Viçosa; MG, Brasil
- 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. e Brito, C.O. 2017. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. UFV, Viçosa; MG, Brasil.
- Santos, I.C.L.; Maciel, W.C.; Gomes, V.S.; Sampaio, F.P.; Machado, D.N.; Lima, S.V.G.; Lopes, E.S.; Rocha-e-Silva, R.C.; Bezerra, W.G.A. e Teixeira, R.S.C. 2014. Regressão do aparelho reprodutivo de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) submetidas a muda forçada por meio de dieta a base de farelo de trigo. **Acta Veterinaria Brasilica** 8: 101–106.
- Schmidt, M.; Gomes, P.C.; Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Nunes, R.V. e Calderano, A.A. 2008. Exigência nutricional de lisina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 1029-1035.
- Schmidt, M.; Gomes, P.C.; Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Nunes, C.G.V. e Nunes, R.V. 2011. Níveis nutricionais de treonina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40 148-153.
- Silva Júnior, P.R. 2015. Codorna - efeito ambiental e nutricional para aumento da produtividade. Em: **XIX Seminário Nordestino de Pecuária - PECNORDESTE 2015**. Disponível em: <http://pecnordestefaec.org.br/2015/wp-content/uploads/2015/04/Codorna-Efeitoambiental-e-nutricional-para-aumento-da-produtividade.pdf>. Acesso em: 13 jan de 2018.
- Silva, J.H.V.; Silva, M.B.; Silva, E.L.; Jordão Filho, J.; Ribeiro, M.L.G.; Costa, F.G.P. e

- Dutra Júnior, W.M. 2003. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia** 32: 1912–1918.
- Silva, M.A.; Corrêa, G.S.S.; Corrêa, A.B. et al. 2005. Exigência de metionina + cistina para codornas de corte durante a fase inicial (sete a 21 dias). **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Goiânia, GO, Brasil.
- Silva, E.L.; Silva, J.H.V.; Jordão Filho, J.; Ribeiro, M.L.G.; Costa, F.G.P. e Rodrigues, P.B. 2006. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia** 35: 822–829.
- Silva, J. H. V. e Costa, F. G. 2009. **Tabelas para codornas japonesas e europeias**. Funep, Jaboticabal, SP.
- Silva, R.M.; Furlan, A.C.; Ton, A.P.S.; Martins, E.N.; Scherer, C.; e Murakami, A.E. 2009. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 1509–1517.
- Silva, J.H.V.; Jordão Filho, J.; Costa, F.G.P.; Lacerda, P.B.; Vargas, D.G.V. e Lima, M.R. 2012. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 13: 775–790.
- Souza-Soares, L.A. e Siewerdt, F. 2005. **Aves e Ovos**. Editora da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
- Teixeira, R.S.C.; Cardoso, W.M.; Siqueira, A.A.; Nogueira, G.C.; Campello, C.C. e Buxadé, C.C. 2009. Aspectos produtivos e qualidade de ovos de codornas japonesas submetidas a diferentes métodos de muda forçada. **Ciência Animal Brasileira** 10: 679–688.
- Teixeira, R.S.C. e Cardoso, W.M. 2011. Muda forçada na avicultura moderna. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 35: 444-455.
- USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. 2012. Disponível em: <<http://www.healingnaturallybybee.com/articles/foods21.php>> Acessado: 27 jul 2017.
- Vercese, F.; Garcia, E.A.; Sartori, J.R.; Silva A.P.; Faitarone A.B.G.; Berto D.A.; Molino A.B.; Pelícia K. 2012. Performance and egg quality of Japanese quails submitted to cyclic heat stress. **Revista Brasileira de Ciência Avícola** 14: 37-41.
- Zamprônio, E.C.; Moraes, V.M.B.; Malheiros, R.D. 1996. Efeitos da muda forçada sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos em codornas (*Coturnix coturnix japonica*). Em: **Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**; Curitiba, PR Brasil.

CAPÍTULO II

NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS APÓS MUDA FORÇADA³

³ Capítulo redigido de acordo com as normas adaptadas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia (ISSN 1806-9290)

Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas após muda forçada

RESUMO: Objetivou-se com este estudo estimar as exigências de energia metabolizável (EM) e lisina digestível (LD) para codornas japonesas após muda forçada. Foram utilizadas 216 codornas japonesas com 42 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4 (níveis de EM: 2.600, 2.875 e 3.150 kcal EM/kg de ração e níveis de LD: 0,90, 1,05, 1,20, 1,35%), totalizando 12 tratamentos com três repetições e seis aves por unidade experimental. As aves foram criadas em ambiente termoneutro com temperatura de $23,00 \pm 2,32^{\circ}\text{C}$ e alimentação à vontade. O período experimental teve duração de 135 dias, sendo 23 dias para a realização da muda forçada e adaptação às dietas experimentais e 112 dias para coleta de dados, divididos em 4 ciclos de 28 dias. Houve interação entre os níveis de EM e LD sobre o peso corporal, consumo de ração, consumo de lisina digestível, consumo de energia metabolizável, massa de ovos, peso dos ovos, porcentagem de gema, Unidade *Haugh*, altura e porcentagem de albúmen, valores de b^* da cor das gemas, renda bruta, lucro operacional e índice de lucratividade. Não foram observadas diferenças sobre o número de ovos comercialmente viáveis e o pH do albúmen dos ovos. O aumento dos níveis de EM reduziu conversão alimentar e aumentou a porcentagem de postura. O nível de 3.150 kcal/kg de EM na ração proporcionou a melhor conversão alimentar g de ração/g de ovos, kg de ração/dz de ovos produzidas, maior porcentagem de postura, gravidade específica, porcentagem e espessura de casca de ovos de codornas. Dietas com 3.150 kcal/kg de EM associadas a 1,09% de LD, proporcionou maior massa de ovos e quando associada a 1,35% de LD proporcionou maior peso de ovos. O nível de 2.875 kcal/kg de EM associado a 1,35% de LD produziu a melhor altura de albúmen e Unidade *Haugh* dos ovos de codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro após a muda forçada. Conclui-se que a exigência nutricional de energia metabolizável para melhor conversão alimentar, maior massa de ovos, porcentagem de postura, gravidade específica e porcentagem e espessura de casca de ovos de codornas japonesas após muda forçada é de 3.150 kcal/kg de EM. O nível de 1,09% de lisina digestível na dieta é suficiente para proporcionar maior massa de ovos, contudo, para maior peso dos ovos, devem ser utilizados 1,35% ou mais de lisina digestível.

Palavras-chave: ambiente termoneutro, *Coturnix coturnix japonica*, exigências nutricionais, otimização de lote, qualidade de ovos

Levels of metabolizable energy and digestible lysine for japanese quails after forced molting

ABSTRACT: The objective of this study was to estimate the requirements of metabolizable energy (ME) and digestible lysine (DL) for japanese quails after forced molting. A total of 216 japanese quails at 42 weeks of age, distributed in a completely randomized design, in a 3x4 factorial scheme (ME levels: 2.600, 2.875 and 3.150 kcal ME/kg of feed and DL levels: 0,90, 1,05, 1,20, 1,35%), totaling 12 treatments with three replicates and six birds per experimental unit. The birds were raised in a thermoneutral environment with a temperature of $23,00 \pm 2,32$ °C and feed at will. The experimental period lasted 135 days, with 23 days for forced molting and adaptation to experimental diets and 112 days for data collection, divided into 4 cycles of 28 days. There was interaction between ME and DL levels on body weight, feed intake, digestible lysine consumption, metabolizable energy consumption, egg mass, egg weight, yolk percentage, Haugh unit, height and albumen percentage, values of b* the color of the gems, gross income, operating profit and profitability index. No differences were observed in the number of commercially viable eggs and the albumen pH of the eggs. Increased levels of ME reduced feed conversion and increased posture percentage. The level of 3,150 kcal/kg of ME in the feed gave the best feed conversion g of feed/g of eggs, kg of feed/dz of eggs produced, higher percentage of posture, specific gravity, percentage and thickness of eggshell of quails. Diets with 3.150 kcal/kg of ME associated to 1,09% of DL, provided greater mass of eggs and when associated with 1,35% of DL provided greater weight of eggs. The level of 2.875 kcal/kg ME associated to 1,35% DL produced the best albumen height and Haugh Unit of Japanese quail eggs created in thermoneutral environment after forced molting. It is concluded that the nutritional requirement of metabolizable energy for better feed conversion, egg mass, percentage of posture, specific gravity and percentage and thickness of eggshell of japanese quails after forced molting is 3.150 kcal/kg of ME. The 1,09% level of digestible lysine in the diet is sufficient to provide greater egg mass, however, for higher egg weight, 1,35% or more of digestible lysine should be used.

Keywords: batch optimization, *Coturnix coturnix japonica*, egg quality, nutritional requirements, thermoneutral environment

Introdução

Com a expressiva expansão da coturnicultura nos últimos anos e na busca por maior eficiência produtiva e exploração da máxima capacidade de desempenho, têm-se buscado alternativas para maior aproveitamento dos lotes das codornas.

Dentre estas alternativas, a muda forçada, possibilita aumento da produção e melhoria do aspecto qualitativo dos ovos produzidos em aves em final de ciclo produtivo (Santos et al., 2014). No entanto, as pesquisas sobre muda forçada para codornas japonesas são escassas e apresentam resultados controversos (Teixeira et al., 2009), tornando-se importante estabelecer os melhores níveis nutricionais para esta categoria.

Com as mudanças tecnológicas dos sistemas de criação, a melhor adequação dos níveis nutricionais recomendados para codornas de postura torna-se necessária para otimizar a eficiência de produção e a rentabilidade do setor (Jordão Filho, 2008).

As codornas japonesas estão passando por processos constantes de melhoramento genético, ficando mais pesadas, mais produtivas e com ovos maiores (Murakami e Garcia, 2014), fazendo-se necessário realizar avaliações periódicas dos níveis de nutrientes adequados para cada região e para cada fase de produção.

A concentração de energia metabolizável (EM) na dieta é responsável por regular o consumo voluntário de rações e modular a produção, influenciando o peso dos ovos, a porcentagem de postura e a massa de ovos das codornas (Murakami e Garcia, 2014). Normalmente, as exigências de proteína bruta, aminoácidos e de outros nutrientes são expressas em função dos níveis de EM (Silva et al., 2003).

A lisina digestível (LD), tida como aminoácido referência na determinação dos níveis dos demais aminoácidos essenciais e não essenciais para formulação de dietas

com base em proteína ideal, desempenha importante papel na síntese proteica e como precursora da carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos para a β -oxidação na mitocôndria, liberando energia para a síntese proteica (degradação da lisina).

Hipotetizou-se que o aumento nos níveis de energia metabolizável e lisina digestível proporcionem melhorias nas variáveis de desempenho produtivo e na qualidade interna e externa dos ovos das codornas após a muda forçada.

O objetivo com este estudo foi estimar as exigências de energia metabolizável e lisina digestível sobre o desempenho produtivo, análise econômico e qualidade de ovos de codornas japonesas após muda forçada.

Material e Métodos

Este experimento é parte integrante do Projeto de pesquisa aprovado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) segundo Edital Chamada Universal - MCTI/CNPq Nº 14/2014, intitulado “Planos nutricionais de alimentação contendo diferentes níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração para codornas de postura criadas em estresse térmico e interação genótipo x ambiente em codornas de postura”. Por isso, contêm partes dos materiais e métodos semelhantes aos de outras dissertações que já foram desenvolvidas.

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Monogástricos da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *Campus* Universitário de Sinop. Foram utilizadas 216 codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*) com 42 semanas (294 dias de idade), apresentando produção de ovos média de 66% ao início do experimento. O período experimental foi de 135 dias. As codornas foram submetidas à muda forçada segundo o método de manejo de jejum, adaptado de Faitarone (2007), sendo submetidas a três dias de restrição total de alimento e luz. Após este período, foi fornecida ração de

crescimento (15 g/ave/dia) por um período de oito dias e o fornecimento de ração *ad libitum* por um período de mais quatro dias. Em seguida foram fornecidas as dietas experimentais por um período de adaptação de nove dias. O programa de luz iniciou com cinco horas de luz artificial, sendo acrescentados 30 minutos de luz a cada dia de forma intermitente, até que se completasse o fotoperíodo de 17 horas de luz diária.

As codornas foram pesadas no início do fornecimento das dietas experimentais e distribuídas uniformemente nas unidades experimentais, as quais apresentaram peso corporal de 152 g $\pm$ 0,010. As unidades experimentais foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos, três repetições por tratamento e seis aves por unidade experimental. Os tratamentos, arranjos em esquema fatorial 3 x 4, constituíram na combinação de três níveis de energia metabolizável (2.600, 2.875 e 3.150 kcal/kg de ração) e quatro níveis de lisina digestível (0,90; 1,05; 1,20 e 1,35%) na dieta.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja e casca de soja considerando as exigências nutricionais de codornas japonesas em postura e a composição química dos alimentos descritos por Rostagno et al. (2011), calculadas de modo a serem isonitrogenadas, isocálcicas e isofosfóricas (Tabela 1). Os teores de metionina + cistina e treonina digestíveis das dietas foram calculados de acordo com o conceito de proteína ideal proposto por Rostagno et al. (2011), para codornas japonesas na fase de postura, correspondendo à relação de lisina digestível:metionina+cistina e treonina digestíveis de 82 e 60, respectivamente. As dietas foram suplementadas com aminoácidos industriais (L-lisina, DL-metionina e L-treonina) em quantidades suficientes para se obter a relação de aminoácidos desejada.

Tabela 1. Composições percentual e nutricional das dietas experimentais contendo níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas japonesas em fase de produção após muda forçada

Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.600				2.875				3.150			
Lisina digestível (%)	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35
Milho Grão 7,86%PB	55,61	55,49	55,41	55,36	58,86	59,53	60,21	60,90	52,42	53,07	53,68	54,40
Farelo de soja (45%)	28,71	27,90	26,98	26,00	30,35	29,57	28,69	27,76	31,49	30,74	29,91	28,95
Casca de soja	7,100	7,650	8,200	8,750	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Óleo de soja	0,000	0,000	0,000	0,000	2,150	1,900	1,650	1,400	7,450	7,210	6,970	6,730
Fosfato bicálcico	1,079	1,087	1,094	1,102	1,090	1,098	1,106	1,117	1,099	1,105	1,113	1,124
Calcário	6,600	6,600	6,590	6,590	6,679	6,680	6,670	6,680	6,670	6,670	6,670	6,670
DL-Metionina (98%)	0,243	0,373	0,503	0,646	0,228	0,356	0,486	0,627	0,235	0,362	0,492	0,632
L-Lisina HCL (78%)	0,023	0,240	0,457	0,679	0,010	0,228	0,446	0,669	0,000	0,203	0,421	0,645
L-Treonina (98,5%)	0,000	0,024	0,130	0,236	0,000	0,005	0,109	0,214	0,000	0,004	0,108	0,213
Cloreto de sódio	0,325	0,326	0,326	0,327	0,323	0,323	0,323	0,323	0,326	0,326	0,326	0,326
Suplemento mineral + vitamínico ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
BHT ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total (kg)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição nutricional												
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.600	2.600	2.600	2.600	2.875	2.875	2.875	2.875	3.150	3.150	3.150	3.150
Lisina digestível (%)	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35
Proteína bruta (%)	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
Fibra bruta(%)	4,805	4,940	5,070	5,197	2,627	2,597	2,562	2,525	2,576	2,547	2,514	2,476
Extrato etéreo (%)	2,730	2,730	2,720	2,720	4,800	4,560	4,330	4,090	9,860	9,640	9,410	9,180
Met+cist digestível (%)	0,740	0,860	0,980	1,110	0,740	0,860	0,980	1,110	0,740	0,860	0,980	1,110
Treonina digestível (%)	0,540	0,630	0,720	0,810	0,540	0,630	0,720	0,810	0,540	0,630	0,720	0,810
Ácido Linoleico (%)	1,430	1,430	1,430	1,430	2,520	2,400	2,270	2,150	5,200	5,070	4,950	4,830

¹Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg de ração); Vit. A – 8.100 UI; Vit. D3 – 3.000 UI; Vit. E – 6 mg/kg; Vit. B1 – 1,05 mg/kg; Vit. B2 – 3 mg/kg; Vit. B6 – 1,8 mg/kg; Vit. B12 – 9 µg/kg; Vit. K3 – 1,2 mg/kg; Ácido fólico - 0,3 mg/kg; Biotina - 0,03 mg/kg; Pantotenato de Cálcio – 6,6 mg/kg; Niacina – 18 mg/kg; Cloreto de Colina – 78 mg/kg; Óxido de Zinco – 90 mg/kg; Sulfato de Ferro – 54 mg/kg; Óxido de Manganês – 105 mg/kg; Sulfato de Cobre – 8,1 mg/kg; Sulfato de Cobalto – 0,21 mg/kg; Iodato de cálcio – 0,78 mg/kg; Selenito de sódio – 0,3 mg/kg; BHT 3,6 mg/kg; Etoxiquin 1,5 mg/kg; Caulim ²Antioxidante (Butil hidroxi toluene).

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (33 cm de largura x 35 cm de profundidade x 18 cm de altura) dispondo de bebedouro tipo taça, comedouro tipo calha e bandeja coletora de excretas. As baterias com gaiolas foram alocadas em galpão fechado com controle de temperatura com o auxílio de aparelhos de ar condicionado. As temperaturas ambiente (máxima e mínima) e a umidade relativa do ar foram monitoradas durante todo o período experimental por meio de um *datalogger* digital Akso com mensurações a cada hora. As médias de temperatura ambiente e umidade relativa do ar observadas durante o período experimental foram de $23,00 \pm 2,32^{\circ}\text{C}$ e $68,46 \pm 8,86\%$, respectivamente. A temperatura ambiente média registrada durante o período experimental está dentro da faixa ideal de temperatura de 21 e 25°C para proporcionar conforto térmico às aves recomendadas por Souza-Soares e Siewerdt (2005). A umidade relativa do ar registrada também apresentou-se dentro dos limites entre 65 a 70% recomendados por Oliveira, (2007).

Durante o período experimental foram realizadas as avaliações de desempenho produtivo das aves durante quatro ciclos consecutivos de 28 dias cada. No início do primeiro ciclo, as aves apresentavam média de postura de 50%. Os ovos foram coletados, contados, classificados e pesados diariamente, obtendo ao final de cada ciclo a produção total de ovos, produção total de ovos viáveis para comercialização, porcentagem de postura e massa de ovos de cada unidade experimental. Foi realizada a pesagem das aves e as sobras das rações para realizar o controle do consumo de ração ao término de cada período.

Foi calculado o consumo de energia metabolizável com base no consumo diário de ração e da densidade energética da dieta, sendo expresso em kcal de EM/ave/dia. O consumo de lisina digestível foi calculado com base no consumo diário de ração e do nível de lisina digestível da dieta, sendo expresso em mg/ave/dia.

A conversão alimentar em g/g e kg/dz foi calculada dividindo-se a ração consumida (g e kg) pelo peso total de ovos (g) e pelo número de ovos produzidos (dz), respectivamente, em cada unidade experimental.

A porcentagem de postura foi obtida dividindo-se o número total de ovos postos por gaiola por período, pelo número de aves.

Para a determinação da massa de ovos foi multiplicado o peso médio dos ovos de cada parcela pela porcentagem de postura da mesma.

A quantidade de ovos viáveis para comercialização foi obtido dividindo-se o número total de ovos viáveis para venda postos por gaiola por período, pelo número de ovos produzidos, multiplicado por 100. Foram considerados inviáveis aqueles ovos que se apresentavam trincados, quebrados, brancos, sem cascas, rugosos e malformados.

As análises de qualidade dos ovos foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UFMT, *Campus* Universitário de Sinop, nos últimos quatro dias de cada ciclo.

O peso médio dos ovos foi obtido após coleta diária de todos os ovos de cada gaiola, os quais foram contados e pesados em balança analítica modelo Shimadzu (BL3200H), com capacidade de 500 g ($\pm 0,001$ g). Em seguida foram selecionados três ovos de cada repetição, considerando o peso médio total dos ovos. Esses ovos foram pesados individualmente e devidamente identificados. Desta forma, foram analisados 108 ovos por dia, totalizando 432 ovos por ciclo.

Para obtenção da gravidade específica foram elaboradas sete soluções salinas com densidades de 1,050; 1,060; 1,070; 1,080; 1,090; 1,100 e 1,110 e colocadas em ordem crescente em recipientes identificados. Estes valores foram determinados com o auxílio de um densímetro de massa específica. Os ovos foram colocados primeiramente no recipiente de 1,050 e assim sucessivamente, até que estes flutuassem na solução

(Castelló et al., 1989). Posteriormente, foi calculada a média da densidade dos ovos para cada repetição expressa em mg/cm³.

Após realizadas as análises de gravidade específica, os ovos foram quebrados em uma superfície plana de vidro e, com o auxílio de um paquímetro digital, foi mensurada a altura do albúmen para posterior cálculo de Unidade *Haugh* empregando-se a fórmula proposta por Stadelman e Cotterill (1995).

$$UH = 100 \text{ Log } (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

em que, H é a altura do albúmen (mm); W o peso do ovo (g); 7,57 é o fator de correção para a altura do albúmen; 1,7 é o fator de correção para o peso do ovo.

A cor da gema foi determinada utilizando-se um colorímetro Minolta CR-400, no sistema CIELab, previamente calibrado em superfície branca de acordo com padrões pré-estabelecidos segundo Mutschler et al. (1992) e Bible e Singha (1993). Foram avaliados 3 valores de cor (teores de vermelho e amarelo): a*, b* e L. O valor de a* caracteriza coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*), o valor b* indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*) e o valor L fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0).

O pH do albúmen foi avaliado após a separação manual do albúmen e gema, sendo colocados em béquer devidamente identificados. Foi utilizado pHmetro com sonda modelo pH-metro PHS-3B, e mensurado o pH diretamente no albúmen.

Para determinação do peso do albúmen foram desconsiderados os pesos de gema e casca, restando assim o peso considerado como albúmen e a porcentagem de albúmen foi determinada dividindo-se o peso do albúmen pelo peso do ovo.

O peso da gema foi obtido após separar gema e albúmen. As gemas foram colocadas em béqueres devidamente identificados, os quais foram pesados individualmente em balança analítica modelo Shimadzu (BL3200H), com capacidade

de 500 g ($\pm 0,001$ g). A porcentagem de gema foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo.

As cascas foram devidamente identificadas e secas em estufa à 105°C por aproximadamente 4 horas. Logo após essa secagem, as cascas foram transferidas para um dessecador por 30 minutos para o resfriamento e evitar incorporação de umidade do ambiente (Silva e Santos, 2000). Posteriormente, as cascas foram pesadas em balança analítica modelo Shimadzu (BL3200H), com capacidade de 500 g ($\pm 0,001$ g) para obtenção do peso da casca. A porcentagem de casca foi determinada dividindo-se o peso da casca pelo peso do ovo. Em seguida foi determinada a espessura da casca com o auxílio de um micrômetro digital (Mitutoyo®), por meio de três mensurações na região equatorial do ovo e efetuado a média dessas mensurações.

Foi realizada a análise econômica de produção por meio da receita bruta (RB), lucro operacional (LO) e o índice de lucratividade (IL), adaptado de Martin et al. (1998).

$$RB = Q \times PV$$

em que: RB, representa o valor monetário obtido com a venda da produção, Q é a quantidade de ovos viáveis para comercialização produzida (unidade) e PV é o preço de venda do produto (R\$);

$$LO = RB - CA$$

em que LO é o valor monetário obtido com a venda dos ovos descontando o custo com alimentação, RB = receita bruta (R\$) e CA = custo com alimentação (R\$);

$$IL = (LO/RB) \times 100$$

em que, IL - indica a taxa disponível de receita após o pagamento do custo com alimentação e LO é o lucro operacional.

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do Sistema para Análises Estatísticas - SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2010), segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + LD_i + EM_j + LDEM_{ij} + FA + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = variável medida na unidade experimental k, alimentada com dieta contendo o nível i de lisina digestível e o nível j de energia metabolizável;

μ = constante geral;

LD_i = efeito do i-ésimo nível de lisina digestível: LD1 = 0,90; LD2 = 1,05; LD3 = 1,20 e LD4 = 1,35%;

EM_j = efeito do j-ésimo nível de energia metabolizável: EM1 = 2.600; EM2 = 2.875 e EM3 = 3.150 kcal/kg de ração;

$LDEM_{ij}$ = efeito da interação entre o nível de lisina digestível e energia metabolizável;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância pelo software estatístico SISVAR versão 5.6 (Ferreira, 2010). Os efeitos dos níveis de energia metabolizável foram estimados pelo teste de médias Scott Knott e os efeitos dos níveis de lisina digestível foram estimados pelos modelos de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, a um nível de 5% de significância.

Resultados

Houve interação entre os níveis de energia metabolizável (EM) e lisina digestível (LD) sobre o peso corporal (PC) (P=0,0027), consumo de ração (CR) (P=0,0014), consumo de lisina digestível (CLD) (P=0,0000), consumo de energia metabolizável (CEM) (P=0,0013) e massa de ovos (MO) (P=0,0118) das codornas japonesas após muda forçada (Tabela 2).

Para os níveis de energia metabolizável de 2.600 e 2.875 kcal/kg, o aumento dos níveis de lisina digestível na dieta não influenciaram o peso corporal (PC) das aves. Por outro lado, quando as dietas continham 3.150 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de lisina digestível na dieta, aumentaram linearmente o peso corporal das aves.

Em dietas com 3.150 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de LD aumentaram linearmente o consumo de ração e, conseqüentemente, o consumo de lisina digestível e consumo de energia metabolizável. Contrariamente, em dietas com 2.600 kcal/kg de EM, o aumento nos níveis de LD limitaram o CR, o CLD e o CEM, apresentando efeito quadrático com estimativas de 1,07% para o maior CR (28,74 g/dia) e o CEM (74,73 kcal/dia) e de 1,23% para o maior CLD (331,99 mg/dia). Para o nível de 2.875 kcal, o aumento dos níveis de lisina digestível na dieta não influenciaram o CR e o CEM, mas proporcionaram aumento linear no CLD.

Para o nível de energia metabolizável de 2.875 kcal/kg, o aumento dos níveis de lisina digestível na dieta não influenciaram a MO das aves. Por outro lado, quando as dietas continham 2.600 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de lisina digestível na dieta diminuíram linearmente a massa de ovos das aves. Em dietas com 3.150 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de LD apresentou efeito quadrático sobre esta variável, com estimativa de 1,09% de LD para a maior MO (7,98 g/dia) (Tabela 2).

Não houve efeito de interação entre os níveis de EM e LD sobre a conversão alimentar gramas de ração por gramas de ovos produzidos (CAG) ($P=0,0784$), conversão alimentar quilos de ração por dúzias de ovos produzidas (CADZ) ($P=0,0764$), porcentagem de postura (POST) ($P=0,1414$) e sobre a porcentagem de ovos viáveis para comercialização (OV) ($P=0,1371$) (Tabela 3).

O aumento nos níveis de LD na dieta não afetou a CAG, CADZ e a POST. Contrariamente, o aumento dos níveis de EM na dieta apresentou efeito para estas

variáveis. A CAG, CADZ e a POST das aves que receberam dietas com 3.150 kcal/kg de EM foi melhor ($P<0,05$) do que aquelas que receberam 2.600 e 2.875 kcal/kg de EM. A POST das aves que receberam 2.600 kcal/kg de EM foi semelhante ($P>0,05$) àquelas que receberam 2.875 kcal/kg de EM (Tabela 3).

A inclusão dos diferentes níveis de EM e LD nas dietas não apresentaram efeito ($P>0,05$) sobre a porcentagem de ovos viáveis para comercialização (OV) (Tabela 3).

Houve interação entre os níveis de EM e LD sobre o peso do ovo (PO) ($P=0,0114$), porcentagem de gema (PG) ($P=0,0084$), Unidade *Haugh* (UH) ($P=0,0006$), altura de albúmen (AA) ($P=0,0001$), porcentagem de albúmen (PA) ($P=0,0373$) dos ovos e intensidade de amarelo (valores b^*) ($P=0,0012$) das gemas dos ovos de codornas japonesas após muda forçada (Tabela 4).

Para os níveis de energia metabolizável de 2.600 e 2.875 kcal/kg, o aumento dos níveis de lisina digestível na dieta não influenciou o peso dos ovos (PO) das aves. Por outro lado, quando as dietas continham 3.150 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de lisina digestível na dieta aumentou linearmente o PO das aves.

Tabela 2. Desdobramento de interação entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas após muda forçada

Variável	EM ¹ (kcal/kg)	LD ² (%)				Equação de regressão	Est ⁸	R ²	CV ⁹
		0,90	1,05	1,20	1,35				
PC ³ (g)	2.600	163,23	161,31	163,04b	159,76b	PC = 133,54 + 34,64LD		0,80	5,57
	2.875	164,24	162,52	158,24b	163,96b				
	3.150	165,18	166,97	179,57a	178,30a				
CR ⁴ (g/dia)	2.600	27,06	27,88a	28,53a	23,49b	CR = - 46,26 + 139,75LD – 65,10LD ²	1,07%	0,90	13,01
	2.875	25,41	24,07b	23,75b	23,95b				
	3.150	26,41	23,93b	28,87a	28,43a				
CLD ⁵ (mg/dia)	2.600	243,57	292,69a	342,40a	317,05b	CDL = - 927,56 + 2041,68LD – 827,37LD ²	1,23%	0,95	13,07
	2.875	228,67	252,74b	285,00b	323,28b				
	3.150	237,71	251,23b	346,49a	383,86a				
CEM ⁶ (kcal/ dia)	2.600	70,36b	72,48	74,19b	61,06b	CEM = - 120,34 + 363,45LD – 169,29LD ²	1,07%	0,90	13,10
	2.875	73,05b	69,20	68,28b	68,85b				
	3.150	83,20a	75,37	90,96a	89,57a				
MO ⁷ (g/dia)	2.600	7,48	7,45	7,27b	5,49b	MO = 11,53 – 4,10LD		0,68	22,99
	2.875	6,31	7,71	6,26b	7,17a				
	3.150	8,16	8,35	9,91a	8,44a				
						MO = - 8,00 + 29,20LD – 13,33LD ²	1,09%	0,93	

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; ³Peso corporal; ⁴Consumo de ração; ⁵Consumo de lisina digestível; ⁶Consumo de energia metabolizável; ⁷Massa de ovos;

⁸Estimativa de LD ⁹Coeficiente de variação. *Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Tabela 3. Desempenho produtivo de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de energia metabolizável após muda forçada

Variável	EM ¹ (kcal/kg)			LD ² (%)				CV ⁷
	2.600	2.875	3.150	0,90	1,05	1,20	1,35	
CAG ³ (g/g)	4,27c	3,71b	3,15a	3,71	3,66	3,64	3,81	31,92
CADZ ⁴ (kg/dz)	0,59c	0,52b	0,44a	0,52	0,50	0,51	0,53	30,83
POST ⁵ (%)	56,70b	57,06b	74,46a	63,38	65,16	66,27	58,01	31,49
OV ⁶ (%)	97,63	95,68	96,64	96,87	96,55	96,56	96,86	3,68

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; ³Conversão alimentar g/g; ⁴Conversão alimentar kg/dz; ⁵Porcentagem de postura; ⁶Ovos comercialmente viáveis;

⁷Coeficiente de variação. *Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Em dietas com 0,90 e 1,20% de LD, o nível de 2.875 kcal/kg de EM apresentou as melhores porcentagens de gema. Apesar do efeito de interação entre os níveis de EM e LD para PG, o desdobramento mostrou não haver ajuste de modelo para LD dentro dos níveis de EM (Tabela 4).

Em dietas com 2.600 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de lisina digestível diminuíram linearmente a UH e a AA e em dietas com 2.875 kcal/kg aumentaram linearmente estas variáveis. Para o nível de 3.150 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de LD na dieta não influenciaram a UH e a AA.

Na dieta com 1,35% de LD, o nível de 2.875 kcal/kg de EM apresentou a melhor porcentagem de albúmen. Apesar do efeito de interação entre os níveis de EM e LD para PA, o desdobramento mostrou não haver ajuste de modelo para LD dentro dos níveis de EM (Tabela 4).

Em dietas com 3.150 kcal/kg de EM, o aumento nos níveis de lisina digestível na dieta não influenciaram a intensidade de amarelo (os valores de b^*) da cor das gemas dos ovos. Por outro lado, quando as dietas continham 2.600 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de LD aumentaram linearmente a intensidade de amarelo. Quando as dietas continham 2.875 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de LD afetou de forma quadrática os valores de b^* com estimativa de 1,13% de LD para a maior intensidade de amarelo (41,16).

Não houve efeito de interação ($P>0,05$) dos níveis de EM e LD sobre o potencial hidrogeniônico (pH) ($P=0,2323$), a gravidade específica (GE) ($P=0,2717$), a porcentagem de casca (PCA) ($P=0,1466$), a espessura de casca (EC) ($P=0,0596$) dos ovos e sobre a luminosidade (valores de L^*) ($P=0,6924$) e intensidade de vermelho (valores de a^*) ($P=0,0531$) da cor das gemas dos ovos de codornas (Tabela 5).

Tabela 4. Desdobramento de interação entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas após muda forçada

Variável	EM ¹ (kcal/kg)	LD ² (%)				Equação de regressão	Est ⁹	R ²	CV ¹⁰
		0,90	1,05	1,20	1,35				
PO ³ (g)	2.600	11,60	11,54	11,67	11,07b	PO = 9,49 + 1,92LD	0,80		5,38
	2.875	11,51	11,64	11,58	11,61a				
	3.150	11,19	11,40	12,05	11,94a				
PG ⁴ (%)	2.600	29,93b	30,28	30,66b	30,90				4,09
	2.875	31,62a	29,99	31,73a	30,05				
	3.150	30,22b	30,02	30,29b	30,70				
UH ⁵	2.600	91,50a	90,72	91,14	88,97b	UH = 95,97 – 4,79LD	0,68	0,92	2,19
	2.875	88,14b	89,93	90,18	91,24a	UH = 82,71 + 6,36LD			
	3.150	90,54a	90,31	90,27	91,42a				
AA ⁶ (mm)	2.600	4,89a	4,74	4,83	4,36b	AA = 5,83 – 1,00LD	0,67	0,91	7,45
	2.875	4,29b	4,62	4,66	4,85a	AA = 3,31 + 1,15LD			
	3.150	4,66a	4,65	4,73	4,93a				
PA ⁷ (%)	2.600	62,40	61,89	61,57	61,56b				1,85
	2.875	61,47	62,59	61,21	62,63a				
	3.150	62,02	62,05	61,83	61,57b				
Valores b* ⁸	2.600	38,60	39,19	39,70b	40,62a	Valores b* = 34,60 + 4,38LD	1,13%	0,98	4,14
	2.875	39,03	40,74	41,11a	39,03b	Valores b* = - 12,38 + 94,93LD – 42,08LD ²			
	3.150	38,76	39,82	37,99c	38,92b				

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; ³Peso do ovo; ⁴Porcentagem de gema; ⁵Unidade Haugh; ⁶Altura de albúmen; ⁷Porcentagem de albúmen; ⁸Cor da gema;

⁹Estimativa de LD; ¹⁰Coeficiente de variação. *Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Scott Knot

A inclusão de diferentes níveis de EM e LD nas dietas não apresentaram diferenças ($P>0,05$) sobre o pH do albúmen e a luminosidade (valores de L^*) das gemas dos ovos de codornas japonesas após a muda forçada (Tabela 5).

O aumento nos níveis de LD na dieta não afetou a GE, a PCA e a EC. Contrariamente, o aumento dos níveis de EM na dieta apresentou efeito para estas variáveis. A GE dos ovos das aves que receberam dietas com 3.150 kcal/kg foi melhor ($P<0,05$) do que daquelas que receberam dietas com os demais níveis de EM e os ovos das aves que receberam dietas com 2.875 kcal/kg de EM apresentaram as piores gravidades específicas. A PCA e a EC dos ovos das aves que receberam 2.600 kcal/kg de EM foram semelhantes ($P>0,05$) àquelas que receberam 3.150 kcal/kg de EM e ambas foram superiores ($P<0,05$) as PCA e EC dos ovos das aves que receberam as dietas com 2.875 kcal/kg de EM (Tabela 5).

As aves que receberam dietas com 2.600 e 2.875 kcal/kg de EM apresentaram intensidade de vermelho (valores de a^*) da cor das gemas dos ovos semelhantes entre si e com intensidade de vermelho mais intenso do que os ovos das aves que receberam dietas com 3.150 kcal/kg de EM. Por outro lado, o aumento dos níveis de lisina digestível nas dietas aumentaram linearmente estes valores das gemas dos ovos das codornas.

Houve efeito de interação entre os níveis de EM e LD sobre a renda bruta (RB) ($P=0,0037$), o lucro operacional (LO) ($P=0,0097$) e índice de lucratividade (IL) ($P=0,0142$) dos ovos de codornas japonesas após muda forçada (Tabela 6).

Tabela 5. Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo níveis de energia metabolizável e lisina digestível após muda forçada

Variável	EM ¹ (kcal/kg)				LD ² (%)			CV ⁸
	2.600	2.875	3.150	0,90	1,05	1,20	1,35	
pH ³	8,91	8,88	8,91	8,90	8,92	8,89	8,90	1,01
GE ⁴ (g/cm3)	1,075b	1,072c	1,078a	1,075	1,077	1,076	1,074	0,50
PCA ⁵ (%)	7,702a	6,671b	7,830a	7,153	7,560	7,414	7,533	16,76
EC ⁶ (mm)	0,232a	0,203b	0,238a	0,215	0,230	0,228	0,228	17,42
Valores L* ⁷	54,50	54,70	54,48	54,60	55,18	54,23	54,22	2,77
Valores a* ⁷	-0,860a	-0,668a	-1,163b	-1,176	-1,067	-0,854	-0,548	7,19
Equações de regressão								
Valores a* = -2,48 + 1,40LD							R ² = 0,96	7,19

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; ³Potencial hidrogeniônico; ⁴gravidade específica; ⁵Porcentagem de casca; ⁶Espessura de casca; ⁷Cor da gema; ⁸Coeficiente de variação. *Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Tabela 6. Desdobramento de interação entre os níveis de energia metabolizável e lisina digestível sobre a análise econômica da produção de ovos de codornas após muda forçada

Variável	EM ¹ (kcal/kg)	LD ² (%)				Equação de regressão	R ²	CV ⁶
		0,90	1,05	1,20	1,35			
RB ³ (R\$/dia)	2.600	0,45a	0,43b	0,43b	0,38		1,00	26,98
	2.875	0,36b	0,55a	0,35b	0,51			
	3.150	0,54a	0,55a	0,54a	0,46			
LO ⁴ (R\$/dia)	2.600	0,24a	0,21b	0,19b	0,15	LO = 0,50 – 0,20LD	1,00	42,34
	2.875	0,15b	0,30a	0,15b	0,25			
	3.150	0,30a	0,31a	0,29a	0,20			
IL ⁵ (%)	2.600	51,36	38,54b	43,96a	35,03		1,00	36,99
	2.875	36,53	52,70a	27,94b	46,96			
	3.150	53,84	57,68a	52,10a	43,00			

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; ³Receita Bruta; ⁴Lucro Operacional; ⁵Índice de Lucratividade; ⁶Estimativa média de LD; ⁷Coeficiente de variação;

⁸Interação entre EM e LD. *Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Em dietas com 1,05 e 1,20% de LD, o nível de 3.150 kcal/kg de EM apresentou as melhores RB e LO. Já em dietas com 0,90% de LD, os níveis de 2.600 e 3.150 kcal/kg apresentaram a RB e LO semelhantes entre si e superiores as dietas com 2.875 kcal/kg de EM. Apesar de ter havido interação entre os níveis de EM e LD para RB, o desdobramento da interação mostrou não haver ajuste de modelo para LD dentro dos níveis de EM (Tabela 6).

Para os níveis de 2.600 e 2.875 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de lisina digestível na dieta não influenciaram o lucro operacional. Por outro lado, quando as dietas continham 3.150 kcal/kg de EM, o aumento dos níveis de LD na dieta diminuiu o LO.

Em dietas com 1,05% de LD, os níveis de 2.875 e 3.150 kcal/kg de EM foram semelhantes, porém apresentaram maior IL do que aquelas com níveis de 2.600 kcal/kg de EM. Já em dietas com 1,20% de LD, o IL das dietas foi semelhante quando continham 2.600 e 3.150 kcal/kg de EM e maior do que as dietas que continham 2.875 kcal/kg de EM. Apesar de ter havido interação entre os níveis de EM e LD para IL, o desdobramento da interação mostrou não haver ajuste de modelo para LD dentro dos níveis de EM (Tabela 6).

Discussão

O aumento linear do peso corporal das aves com o acréscimo de LD na dieta pode ser atribuído ao papel importante da LD na deposição de proteína corporal (Costa et al., 2008). A EM adicionada a dieta também contribuiu para o aumento no PC e pode ser explicado pelo fato de maiores aportes de energia proporcionar maior disponibilidade desta para ganho em peso e em produção de ovos (Ferreira, 2011).

Outro fator que pode ter contribuído para o aumento no PC é o fato das aves terem sido criadas em ambiente termoneutro. Quando em conforto térmico, as aves apresentam taxa metabólica mínima com menor gasto de energia para manutenção da homeotermia, restando maior quantidade de energia para o ganho em peso (Ferreira, 2011).

Pinto et al. (2003), ao trabalharem com dieta contendo 2.900 kcal/kg de energia metabolizável, também não observaram efeito do nível crescente de lisina digestível na dieta (0,8 a 1,30%) sobre o peso corporal de codornas com 49 dias de idade.

Normalmente, admite-se que as aves tendem a ajustar o consumo de ração em função das necessidades de energia (Moura et al., 2008). Entretanto, neste estudo ficou evidente que a concentração de energia da dieta não exerce efeito sobre o consumo de ração de forma independente, sendo que os níveis de lisina digestível afetaram o consumo de ração em decorrência da concentração de energia da dieta.

O aumento do CR à medida que se aumentou os níveis de LD na ração pode ter ocorrido pelo excesso de aminoácidos que pode gerar antagonismo quando o excesso de um aminoácido afeta o consumo de outro, devido a competição por sítio de absorção, ocasionando imbalance de aminoácidos. A lisina em excesso afeta a absorção de arginina, um dos aminoácidos chave no processo de formação da glutamina sintetase mitocondrial que atua na produção do ácido úrico. A digestão e o metabolismo dos aminoácidos consumidos em excesso, geram incremento calórico desnecessário, provocando a excreção do volume excessivo de ácido úrico, com maior gasto de energia (Murakami e Garcia, 2014). Rações com níveis proteicos e aminoacídicos elevados sobrecarregam a digestão, absorção e eliminação do nitrogênio não aproveitável, havendo sobrecarga do fígado e rins da ave (Bertechini, 2006). A associação de todos

esses efeitos reduz a eficiência das rações, o que pode ter contribuído para o aumento no consumo.

O consumo de lisina digestível (CLD) e de consumo de energia metabolizável (CEM) foram favorecidos pelo aumento no CR (Tabela 2), pois com os incrementos de LD e EM na ração, mais concentrada se torna a dieta, promovendo maior consumo do aminoácido e de energia.

Os resultados de CEM deste trabalho (Tabela 2) ficaram acima dos 62,5 kcal EM/dia relatados por Murakami e Garcia (2014) para ótima produção de ovos de codornas, o que pode ter ocorrido pela idade das aves e ou pela muda forçada realizada que podem ter aumentado as exigências das aves para o retorno ao peso e produção, porém essa diferença no CEM não prejudicou a produção pelas aves.

A massa de ovos (MO) produzida variou conforme o consumo de energia metabolizável e lisina digestível da dieta. O maior CR também pode ter contribuído para maior consumo dos demais nutrientes, aumentando a MO produzida pelas aves.

De acordo com Murakami e Garcia (2014), o nível energético da dieta é capaz de influenciar o peso dos ovos, a porcentagem de postura e a massa de ovos de codornas japonesas, confirmando a premissa de que esta, além de modular o consumo de ração, tem a capacidade de melhorar a qualidade em termos quantitativos do produto, neste caso o ovo.

A recomendação de fornecimento diário de EM para ótima produção de ovos de codornas é de 64,76 à 72,37 kcal de EM/ave/dia, com massa de ovos entre 9,00 e 11,00 g/dia e um CR de 23,13 à 25,85 g/dia para codornas com até 55 semanas de idade (Rostagno et al., 2017). Observa-se que neste estudo o CEM e CR apresentaram-se com a maioria dos valores superiores (61,06 à 90,96 kcal/dia e 23,75 à 28,53 g/dia, respectivamente) e com MO (5,49 à 9,91 g/dia) inferior aos recomendados por

Rostagno et al. (2017). Essas diferenças podem ter ocorrido pela maior idade das aves avaliadas (42 a 61 semanas de idade) e à condição de muda (três dias de restrição e 20 dias de alimentação restrita) e pós muda forçada (retorno ao peso corporal e a produção de ovos) neste estudo.

O aumento dos níveis de EM, por meio da inclusão crescente de óleo nas dietas e retirada de fibra, melhorou linearmente a CA em g de ração/g de ovos e kg de ração/dúzia de ovos. O emprego do óleo é um meio prático para se elevar o nível de energia de uma ração e, normalmente, tem como vantagem, a melhoria da CA (Baião e Lara, 2005), além de favorecer os processos fisiológicos de digestão, melhorando a absorção de nutrientes e reduzindo da perda de nutrientes (NRC, 1994). A adição de gordura ou óleo na ração aumenta a absorção de vitaminas lipossolúveis e a eficiência de consumo de energia em função de apresentar baixo incremento calórico e maior saldo de energia líquida (Noblet, 2007). Adicionalmente, reduz a taxa de passagem da digesta no trato gastrintestinal, o que permite a melhor absorção de todos os nutrientes presentes na dieta (Baião e Lara, 2005).

A contribuição da EM no aumento linear da POST pode ser atribuída ao fato da EM ser caracterizada como fator de grande importância para que sejam obtidos ótimos índices de postura (Leeson et al., 1996), o que reflete na quantidade de ovos produzida, uma vez que o nível energético da dieta influencia a porcentagem de postura de codornas japonesas. Se a codorna não tiver o aporte de energia suficiente, a produção diminuirá (Murakami e Garcia, 2014).

Os níveis de EM e LD não influenciaram a porcentagem de ovos viáveis para comercialização. Desta forma, os níveis nutricionais da dieta utilizada após a muda forçada não possuem influência sobre o percentual de ovos íntegros para comercialização. Comparado com codornas previamente à muda forçada, observa-se

que este manejo promove melhoras no escore de casca, mantendo a integridade da casca e por consequência a viabilidade dos ovos.

O resultado de porcentagem de ovos viáveis para comercialização pode ser considerado importante indicativo que as aves mantiveram constante a viabilidade destes durante o período de produção, não modificando a quantidade de ovos inviáveis para comercialização (bicados, trincados ou moles). Tal comportamento também pode estar diretamente relacionado com as condições ambientais em que as aves foram submetidas (ambiente termoneutro), uma vez que este proporciona melhores condições para a produção de ovos, não estimulando alterações metabólicas que interferem na viabilidade final dos ovos (Ferreira, 2011).

A alta densidade de alojamento também pode levar as aves a expressar estereotipias como o hábito de bicar o ovo, o que promove uma redução na viabilidade dos mesmos. Porém, neste trabalho as aves foram alojadas em baixa densidade o que pode ter contribuído para que não houvesse efeito sobre a viabilidade dos ovos. Outro fator que pode ter contribuído para que não houvesse perda da viabilidade dos ovos foi o processo de muda forçada realizado, o qual proporciona descanso e rejuvenescimento do aparelho reprodutor, proporcionando além do aumento dos ovos produzidos, melhoria do aspecto qualitativo (Teixeira et al., 2009).

O PO aumentou linearmente com o aumento de LD em dietas contendo 3.150 kcal de energia, enquanto que em dietas contendo 2.600 e 2.875 kcal de EM não houve efeito dos níveis de lisina digestível sobre o PO. Isso já era esperado, devido ao fato de as maiores densidades energéticas terem sido obtidas com o emprego de óleo de soja. O óleo é rico em ácidos graxos insaturados e, dentre estes, o ácido linoleico, responsável em aumentar o tamanho dos ovos (Albino e Barreto, 2003). O aumento da LD na ração também é responsável pelo aumento no tamanho e peso dos ovos, visto que esta

variável é altamente dependente da ingestão diária de proteína, pois as poedeiras dependem desta ingestão para suprir suas exigências nutricionais (0,3 g/dia para manutenção e 1,31 g/dia para a produção de ovos) (Murakami e Garcia, 2014). Desta forma, o aumento nos níveis de LD pode ter favorecido o maior aporte proteico para as aves, por consequência maior peso dos ovos em dietas em que a energia não era limitante (3.150 kcal/kg).

Resultados diferentes foram relatados por Costa et al. (2008), que avaliando codornas japonesas em fase de postura (94 a 178 dias de idade) suplementadas com níveis de LD na dieta (0,88 a 1,20%), não observaram efeitos significativos no peso dos ovos de codornas em função da suplementação de LD em dietas com 2.830 kcal de EM.

A maior porcentagem de gema obtida com rações contendo 2.875 kcal EM/kg de ração pode ser atribuída a composição química típica da gema ser constituída em sua maior parte por lipídeos (Sousa-Soares e Siewerdt, 2005). Níveis de EM fornecidos acima deste nível proporcionou maior porcentagem de postura e esta maior produção pode ter limitado a quantidade de energia e outros nutrientes para a deposição em gema. Os valores percentuais médios de gema obtido no presente estudo são semelhantes aos 31,14% citados por Murakami e Ariki (1998).

As variáveis de UH, AA e PA apresentaram respostas semelhantes entre si, já que estas respostas são correlacionadas uma com a outra, em que a UH é o resultado da altura do albúmen e peso dos ovos.

O decréscimo na AA e por consequência na UH verificada com o aumento nos níveis de LD associados ao menor nível de EM pode ter ocorrido pelo menor aporte energético para deposição das proteínas no albúmen. Ao se elevar o nível de EM para 2.875 kcal/kg de EM na ração, o aporte energético foi suficiente para proporcionar

aumento na AA, UH e PA com o aumento nos níveis de LD. Isso pode ser explicado pelo fato de o albúmen ser uma solução aquosa de proteínas e minerais (Cotta, 2002).

Os valores de UH do estudo apresentaram valores acima de 88 Unidades *Haugh*, mostrando excelente qualidade. Essa excelência em qualidade da UH pode ser atribuída ao fato dos ovos terem sido analisados muito próximos ao período de postura e pelas aves terem sido criadas em ambiente termoneutro ($23,00 \pm 2,32^{\circ}\text{C}$), o que provavelmente favoreceu a conservação da densidade do albúmen e por consequência sua altura. A deterioração do albúmen em função do tempo torna-o mais espesso, o que reduz a sua altura.

O acréscimo na porcentagem de albúmen é dependente da relação entre proteína:aminoácidos e proteína:energia. Essa relação com a energia, segundo Morris (2004), é justificada pelo fato de que quando a dieta é formulada com EM, as mudanças em sua concentração dietética são acompanhadas por mudanças nas especificações de aminoácidos.

Os valores percentuais médios de albúmen observados apresentaram-se próximos aos 60% do peso total do ovo citados na literatura (Souza-Soares e Siewerdt, 2005). Como os componentes sólidos do albúmen são quase inteiramente proteicos, a demanda de proteína e aminoácidos é grande, ou seja, carências de proteína ocasionariam queda na quantidade de albúmen e no tamanho do ovo (Schmidt et al., 2011). Isso indica que os níveis de LD estudados foram suficientes para atender os requerimentos nutricionais das codornas para estas variáveis.

Apesar dos níveis de EM e LD terem apresentado efeito sobre o pH do albúmen, não foi observado diferenças entre os níveis para esta variável. Pelo fato dos ovos terem sido analisados muito próximos ao período de postura e pelas aves terem sido criadas em ambiente de temperatura controlada ($23,00 \pm 2,32^{\circ}\text{C}$), os valores de pH do albúmen

foram muito semelhantes entre os níveis de EM e LD estudados, porém apresentaram valores médios de pH maior que 8,8, sendo superior aos 7,7 relatados por Oliveira e Oliveira (2013). Essa diferença de pH do albúmen em relação a literatura pode estar associada ao fato das aves serem mais velhas (42 a 61 semanas de idade), o que pode ter levado a postura de ovos com qualidade de casca inferior, facilitando assim a perda de CO₂ com maior rapidez, o que provoca aumento no pH do ovo.

Ao observar as respostas de GE, PCA e EC, nota-se que foram semelhantes entre si em relação as dietas fornecidas as aves. Este fato era esperado uma vez que estas variáveis apresentam relação entre si. As menores médias para GE, PCA e EC obtidas com 2.875 kcal/kg de EM nas rações pode ser explicado pelo menor CR pelas aves que receberam estas rações. O menor CR pode ter afetado de forma negativa o consumo de nutrientes necessários para a formação e qualidade de casca, resultando nos menores valores de GE, PCA e EC.

Os valores de GE observados nesta pesquisa (1,070 a 1,080) apresentaram-se semelhantes aos valores de GE considerados normais entre 1,080 e 1,085. Valores inferiores a este são indicativos de tendência de piora na qualidade da casca (Oliveira e Oliveira, 2013).

A cor da gema não é indicativo de qualidade nutricional, mas sim do aspecto visual do ovo, fator determinante para aceitabilidade do produto pelo consumidor. De acordo com Barbosa Filho (2004), a cor da gema está relacionada com a presença de agentes pigmentantes presentes no alimento e sua intensidade é decorrente da incorporação de xantofilas, principalmente luteína e zeaxantina presentes no milho, sendo dependente dos níveis de inclusão deste alimento nas rações de codornas poedeiras (Oliveira et al., 2007).

Nesta pesquisa, como a quantidade de milho adicionado às rações experimentais foi diferente para os níveis de EM e LD, pode-se atribuir a melhor intensidade da cor amarela da gema dos ovos das codornas à inclusão de maiores quantidades de milho às dietas dessas aves. Ao aumentar os níveis de LD nas dietas, aumentou-se a quantidade de milho adicionado as mesmas e ao aumentar os níveis de EM, diminuiu-se a proporção de milho nas dietas (Tabela 1), respaldando os resultados observados para a coloração das gemas dos ovos das codornas, onde as maiores inclusões de milho adicionado às dietas apresentaram maior coloração de gema.

Os resultados observados com efeitos cúbicos para RB, LO e IL mostraram oscilações nos custos das rações e no desempenho das aves que receberam as dietas. Isso pode ter ocorrido pelo fato de cada ração conter níveis de ingredientes diferentes para atender os níveis de EM e LD de cada dieta. Outro fator que pode ter influenciado os resultados de RB, LO e IL foram as diferenças entre os CR e as MO apresentadas pelas aves durante o experimento para as rações com diferentes níveis de EM e LD.

Conclusões

A exigência nutricional de energia metabolizável para melhor conversão alimentar, maior massa de ovos, porcentagem de postura, gravidade específica e porcentagem e espessura de casca de ovos de codornas japonesas após muda forçada é de 3.150 kcal/kg de EM. O nível de 1,09% de lisina digestível na dieta é suficiente para proporcionar maior massa de ovos, contudo, para maior peso dos ovos, devem ser utilizados 1,35% ou mais de lisina digestível.

Referências

- Albino, L.F.T. e Barreto, S.L.T. 2003. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 268 p.
- Baião, N. e Lara, L.J. 2005. Oil and fat in broiler nutrition. **Brazilian Journal of Poultry Science Revista Brasileira** 73: 129–141.
- Barbosa Filho, J.A.D. 2004. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Dissertação (M.Sc.). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, SP.
- Bertechini, A.G. 2006. **Nutrição de monogástricos**. Lavras, MG: Editora UFLA, 301 p.
- Bible, B.B. e Singha, S. 1993. **Canopy position influences cielab coordinates of peach color**. 28. ed. Alexandria: Hortscience.
- Castelló, J.A.L.; Pontes, M. e Gonzalez, F.F. 1989. **Producción de huevos**. Real: Escuela de Avicultura, Barcelona.
- Costa, F.G.P.; Rodrigues, V.P.; Goulart, C.C.; Lima Neto, R.C.; Souza, J.G. e Silva, J.H.V. 2008. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 2136-2140.
- Cotta, T. 2002. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 280 p.
- Faitarone, A.B.G. 2007. **Métodos de muda forçada para codornas japonesas (Coturnix japonica)**. Dissertação (M.Sc.). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. Brasil.
- Ferreira, D.F. **Sisvar: versão 5.6**. 2010. Lavras, MG: UFLA.
- Ferreira, R.A. **Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos**. 2011. 2ª. ed. Aprenda Fácil, Viçosa, MG.
- Jordão Filho, J. 2008. **Exigências de energia para manutenção e ganho de peso para codornas japonesas**. Dissertação (M.Sc.) UFPB –Areia, PB.
- Leeson, S.; Caston, L. e Summers, J. 1996. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. **Poultry Science**, 75: 1996.
- Martin, N.B.R.; Serra, M.D.M.; Oliveira, J.A. e Okawa, Â.H. 1998. Sistema “CUSTAGRI”: sistema integrado de custos agropecuários **Informações Econômicas**, Piracicaba, SP, 28: 4-7.
- Morris, T. R. 2004. Nutrition of chicks and layers. **World's Poultry Science Association** 60:5-12.
- Moura, G. S.; Barreto, S. L. T.; Donzele, J. L.; Hosoda, L. R.; Pena, G.M.; Angelini, M. S. 2008. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável:nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 1628-1633.
- Murakami, A.E. e Garcia, E.R.M. 2014. Nutrição de codornas japonesas. p. 621-641. Em: **Nutrição de não ruminantes**. ed. Funep, Jaboticabal, SP.
- Murakami, A.E.; Ariki, J. 1998. **Produção de codornas japonesas**. FUNEP, Jaboticabal, SP.
- Mutschler, M.A.; Wolfe, D.W.; Cobb, E.D. e Yourstone, K.S. 1992. **Tomato fruit-quality and shelf-life in hybrids heterozygous for the alc ripening mutant**. v. 27. ed. Alexandria: Hortscience.
- Noblet, J. 2007. Net energy evaluation of feeds and determination of net energy requirements for pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 277–284.
- NRC - National Research Council. 1994. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Oliveira, B. 2007. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial.

- Em: **Anais** do Simpósio Internacional de Coturnicultura. Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, Lavras, MG, Brasil.
- Oliveira, N.T.E.; Fonseca, J.B.; Soares, R.T.R.N.; Ferreira, K.S. e Thiébaud, J.T.L. 2007. Pigmentação de gemas de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações contendo colorífico. **Ciênc. Agrotec.** 31(5): 1525-1531.
- Oliveira, B. e Oliveira, D.D. 2013. **Qualidade e tecnologia de ovos**. UFLA, Lavras, MG, Brasil.
- Pinto, R.; Ferreira, A.S.; Donzele, J.L.; Silva, M.A.; Soares, R.T.R.N.; Custódio, G.S. e Pena, K.S. 2003. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia** 32: 1182–1189.
- 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. e Brito, C.O. 2011. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. UFV, Viçosa, MG, Brasil.
- 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. e Brito, C.O. 2017. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. UFV, Viçosa, MG, Brasil.
- Santos, I.C.L.; Maciel, W.C.; Gomes, V.S.; Sampaio, F.P.; Machado, D.N.; Lima, S.V.G.; Lopes, E.S.; Rocha-e-Silva, R.C.; Bezerra, W.G.A. e Teixeira, R.S.C. 2014. Regressão do aparelho reprodutivo de codornas europeias (*Coturnix coturnix*) submetidas a muda forçada por meio de dieta a base de farelo de trigo. **Acta Veterinaria Brasilica** 8: 101–106.
- Schmidt, M.; Gomes, P.C.; Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Nunes, R.V. e Mello, H.H.C. 2011. Níveis nutricionais de metionina+cistina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40:142-147.
- Silva, J.H.V. e Santos, V.J. 2000. Efeito do carbonato de cálcio na qualidade da casca de ovos durante a muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia** 29 (5): 1440-1445.
- Silva, J.H.V.; Silva, M.B.; Silva, E.L.; Jordão Filho, J.; Ribeiro, M.L.G.; Costa, F.G.P. e Dutra Júnior, W.M. 2003. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia** 32: 1912–1918.
- Souza-Soares, L.A. e Siewerdt, F. 2005. **Aves e Ovos**. Editora da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.
- Stadelman, W. e Cotterill, O.J. 1995. **Egg science and technology**. Food Products Press, New York.
- Teixeira, R.S.C.; Cardoso, W.M.; Siqueira, A.A.; Nogueira, G.C.; Campello, C.C. e Buxadé, C.C. 2009. Aspectos produtivos e qualidade de ovos de codornas japonesas submetidas a diferentes métodos de muda forçada. **Ciência Animal Brasileira** 10: 679–688

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação de codornas tem crescido nos últimos anos dada a alta produção e longevidade apresentada por essas aves. Assim, é crescente a importância de geração de informações na área de coturnicultura por meio de pesquisas científicas voltadas à nutrição com o objetivo de melhorar os índices produtivos das aves.

A determinação dos níveis adequados de energia metabolizável e lisina digestível para máxima produção de ovos de codornas japonesas após muda forçada é de suma importância, para alicerçar as tabelas de recomendações nutricionais, com a finalidade de formular rações de mínimo custo e ou máximo retorno econômico, consequentemente reduzindo a excreção de nitrogênio para o meio ambiente. No entanto, as pesquisas sobre muda forçada em codornas japonesas são escassas e controversas e sobre exigências nutricionais nesta fase são inexistentes, sendo necessárias mais pesquisas para sustentar os resultados encontrados neste estudo.