



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
de postura em ambiente termoneutro**

Lidiane Staub

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.

Sinop, Mato Grosso
Março de 2016

Lidiane Staub

Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas de postura em ambiente termoneutro

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.

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

**Sinop, Mato Grosso
Março de 2016**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S798n Staub, Lidianie.
Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas de postura em ambiente termoneutro / Lidianie Staub. -- 2016
51 f. ; 30 cm.

Orientadora: Dr^a Ana Paula Silva Ton.

Co-orientador: Dr Anderson Corassa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Coturnix coturnix japônica. 2. ambiência. 3. desempenho. 4. qualidade de ovos. 5. exigências nutricionais. I. Título.

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

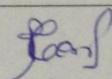
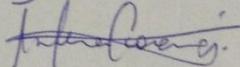
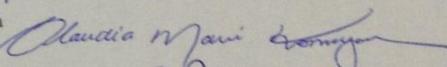
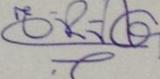
FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO : "Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas de postura em ambiente termoneutro."

AUTOR : Mestranda LIDIANE STAUB

Dissertação defendida e aprovada em 10/03/2016.

Composição da Banca Examinadora:

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Ana Paula Silva Ton	
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		
Examinador Interno	Doutor(a)	Anderson Corassa	
Instituição :	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO		
Examinador Interno	Doutor(a)	Claudia Marie Komiyama	
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		

SINOP, 10/03/2016.

Aos meus pais Ido Staub (in memoriam) e Ereni Caspers Staub com todo amor,

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida;

À minha família que sempre esteve comigo, me apoiando durante toda a minha caminhada;

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

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;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de financiamento para condução do projeto de pesquisa;

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Ana Paula Silva Ton, a qual não tenho palavras suficientes para agradecer pela pessoa que é, sendo ao mesmo tempo orientadora, conselheira, psicóloga, amiga...;

Aos professores e coorientadores Dr^a. Claudia Marie Komiyama e Dr. Anderson Corassa por todo apoio e auxílio durante o curso e na condução do experimento pela cedência de equipamentos e materiais;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos que certamente contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional;

Ao grupo de pesquisa “Construções e Tratamento de Resíduos no Meio Rural”, em nome das professoras Dra. Roselene Maria Schneider e Adriana Garcia do Amaral, pela parceria durante a condução do experimento.

À Nutract Produtos Agropecuários, pela doação de microingredientes utilizados na realização do trabalho;

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

As amigas da Pós-Graduação: Soraia, Marcela, Nariane e Rafaeli pela amizade, parceria durante o curso, e pela ajuda tanto braçal como psicológica dispensadas durante a condução do projeto.

Aos bolsistas Wanessa, Camila, Igor e Jadson pela dedicação durante toda a realização do projeto.

Aos participantes do grupo de pesquisa do “Projeto Codornas”, pelo empenho e esforço dispensados durante todos os manejos e dias de coletas.

As amigas Karine e Guiomar, pela amizade e receptividade quando aqui cheguei.

Ao meu marido Willian, que está comigo todos os dias me apoiando para a realização de mais este sonho.

Enfim, a todos que de uma maneira ou outra contribuíram para a realização deste trabalho;

MUITO OBRIGADA!

Epígrafe

"Tudo o que é seu encontrará uma maneira de chegar até você!"

Chico Xavier

BIOGRAFIA

Lidiane Staub, filha de Ido Staub e Ereni Caspers Staub, nasceu aos 11 dias de julho de 1984 na cidade de Itapiranga – Santa Catarina.

Em março de 2004, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina, campus Oeste em Chapecó, onde recebeu o título de Bacharel em Zootecnia em julho de 2008.

Em julho de 2009 ingressou no curso de Pós-Graduação “lato sensu” – Especialização em Gestão Ambiental da Universidade Estadual do Norte do Paraná, onde recebeu o título de Especialista em abril de 2011.

Em julho de 2011 ingressou no curso de Pós-Graduação “lato sensu” – Especialização em MBA em Avicultura Industrial das Faculdades Spei, onde recebeu o título de Especialista em março de 2013

Em março de 2014 ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso Campus de Sinop, na área de concentração em Zootecnia na linha de pesquisa Nutrição e Alimentação Animal.

Aos 10 dias do mês de março de 2016 submeteu-se a banca de defesa da dissertação de Mestrado em Zootecnia

RESUMO

STAUB, Lidiane. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, março de 2016, 51f. Metabolizable energy levels and digestible lysine for laying quails in thermoneutral environment. Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton, Coorientadores: Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama e Prof. Dr. Anderson Corassa.

Buscando melhorias nos índices de produção de codornas japonesas em fase de postura muitas pesquisas são realizadas levando em consideração fatores nutricionais, dentre eles níveis de inclusão da lisina digestível e energia metabolizável na ração. Desta forma 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 principais funções da lisina digestível e energia metabolizável. No capítulo 2, foi descrito um experimento realizado com o objetivo de avaliar o efeito dos níveis de energia metabolizável (EM) e lisina digestível (LD) na ração, sobre o desempenho, qualidade interna e externa de ovos e análise econômica das rações para codornas japonesas em postura criadas em ambiente termoneutro. Foram utilizadas 780 codornas de postura distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4 (níveis de EM = 2.600, 2.875 e 3.150 kcal e níveis de LD = 0,90; 1,05; 1,20 e 1,35%), totalizando 12 tratamentos, com cinco repetições e 13 aves por unidade experimental. O período experimental teve duração de 112 dias, divididos em 4 ciclos de 28 dias cada. Concluiu-se que a melhor conversão alimentar grama de ração por grama de ovo e maior peso de casca foram obtidos com rações contendo 1,11 e 1,15% de lisina digestível com níveis de energia metabolizável igual ou superior a 3.150 kcal/kg de ração, respectivamente. Os níveis de 2.914 e 2.919 kcal de EM/kg na ração, apresentaram os melhores valores para os padrões de coloração da gema (cor a* e b*), favorecendo a aceitabilidade por parte dos consumidores. Os melhores valores de receita bruta e lucro operacional foram obtidos com rações contendo 3.043 e 3.066 kcal EM/kg na ração.

Palavras chaves: *Coturnix coturnix japonica*, desempenho, qualidade de ovos.

ABSTRACT

STAUB, Lidiane. MS Dissertation (Animal Science), Federal University of Mato Grosso, Campus Sinop, February 2016, 51f. Levels of metabolizable energy and digestible lysine for laying quails in production. Advisor: Profa. Dra. Ana Paula Silva Ton, Co-Advisors: Profa. Dra. Claudia Marie Komiyama e Prof. Dr. Anderson Corassa.

Seeking improvements in the Japanese quail production rates in laying phase many searches aren performed taking into account nutritional factors, including levels of inclusion of digestible lysine and metabolizable energy in the ration. Thus in Chapter 1 was carried out a literature review with the objective of presenting the overview of quails creation in Brazil, to review the main features of quail, and understand the main functions of digestible lysine and metabolizable energy. In Chapter 2, described an experiment conducted in order to evaluate the effect of metabolizable energy (ME) and digestible lysine (LD) in the diet on performance, internal and external quality of eggs and economic analysis of feed for quail Japanese in position created in thermoneutral environment. 780 laying quails were distributed in a completely randomized design in a factorial 3 x 4 (levels of EM = 2,600, 2,875 and 3,150 kcal and levels of LD = 0.90; 1.05; 1.20 and 1.35%), totaling 12 treatments with five replicates and 13 birds per experimental unit. The trial lasted 112 days, divided into 4 cycles of 28 days each. It was concluded that the best feed conversion gram of feed per gram of egg and most shell weight were obtained with diets containing 1.11 and 1.15% of lysine to metabolizable energy levels less than 3,150 kcal / kg diet, respectively. The levels of 2,914 and 2,919 kcal / kg in the diet, showed the best values for yolk color standards (color a * and b *), favoring the acceptability by consumers. The best gross and operating profit revenue figures were obtained with diets containing 3,043 and 3,066 kcal / kg in the diet.

Key words: *Coturnix coturnix japonica*, performance, quality eggs.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composições percentual e nutricional das rações experimentais para codornas japonesas em fase de produção contendo níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração	25
Tabela 2. Desempenho produtivo de codornas japonesas em fase de produção criadas em ambiente termoneutro alimentadas com rações contendo níveis de lisina digestível e energia metabolizável	32
Tabela 3. Qualidade de ovos de codornas japonesas em fase de produção criadas em ambiente termoneutro alimentadas com rações contendo níveis de lisina digestível e energia metabolizável	38
Tabela 4. Cor de gema de ovos de codornas japonesas em fase de produção criadas em ambiente termoneutro alimentadas com rações contendo níveis de lisina digestível e energia metabolizável	43
Tabela 5. Análise econômica da produção de ovos de codornas japonesas em fase de produção criadas em ambiente termoneutro alimentadas com rações contendo níveis de lisina digestível e energia metabolizável	46

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Conversão alimentar grama de ração por grama de ovo (CA g/g) de codornas japonesas em postura alimentadas com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.	34
Figura 2. Peso da casca de ovos de codornas japonesas em postura alimentadas com diferentes níveis de lisina digestível e energia metabolizável.	42

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO I.....	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:	3
NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA.....	3
Introdução	4
Panorama da coturnicultura no Brasil	5
Aspectos gerais da codorna	6
Nutrição de codornas	7
Aminoácido lisina	9
Energia metabolizável	11
Referências bibliográficas	15
CAPÍTULO II.....	19
Introdução	22
Materiais e Métodos	23
Resultados e Discussão	30
Conclusão	47
Referências bibliográficas	48
CONCLUSÕES GERAIS.....	51

INTRODUÇÃO GERAL

A exploração de cerca de 20 milhões de cabeças de codornas no país, assume importância no cenário econômico, pela geração de uma atividade empresarial, garantindo renda, empregos, produção de carne e ovos para o consumo humano.

Existem várias espécies de codorna, porém, a *Coturnix coturnix japonica* ou codorna japonesa, é a mais difundida mundialmente para a produção de ovos devido à sua maior produtividade e melhor conversão alimentar (Moura et al., 2007).

O sucesso de qualquer exploração animal normalmente depende da qualidade dos animais, controle sanitário, manejo e alimentação. A nutrição é um dos fatores mais importantes na manutenção da condição física da codorna para se obter um crescimento normal e otimizar a produção de ovos.

Os avanços no conhecimento das necessidades nutricionais das aves em seus vários estágios têm trazido constantemente melhorias na qualidade da ração, primeiramente no sentido de alcançar a máxima produção, seguido da procura pelo menor custo do alimento e pela melhor conversão destes alimentos em quantidades de ovos (Ceccantini e Yuri, 2008).

Atualmente existem várias fontes sobre o requerimento nutricional das codornas japonesas (Silva e Ribeiro, 2001; Silva e Costa, 2009; Rostagno et al., 2011), mas até pouco tempo atrás ainda eram formuladas rações a partir de tabelas estrangeiras (NRC, 1994; Leeson e Summers, 1997) com dados publicados até a metade da década de oitenta.

Nesse sentido, as pesquisas nacionais são de suma importância, pois os valores de exigências das aves encontrados em clima temperado não possuem às mesmas relações consideradas ideais para a criação de aves nos trópicos (Demuner, 2012).

As exigências nutricionais das aves são amplamente afetadas por fatores como: genética, idade, produção, temperatura ambiental, condições sanitárias, balanço e

disponibilidade de nutrientes, entre outros. Esses fatores podem agir individualmente ou em conjunto, o que pode interferir diretamente no consumo e na eficiência de utilização do nutriente, o que acarretará alteração na estimativa de sua exigência (Pastore, 2014).

Dessa forma, é grande a variabilidade de resultados nos estudos em que são avaliados os efeitos de níveis de lisina digestível e energia metabolizável sobre as variáveis de desempenho e qualidade de ovos de codornas.

Sendo assim, o objetivo com este trabalho foi revisar informações no que diz respeito à nutrição de codornas e avaliar níveis de energia metabolizável e lisina digestível, visando a melhoria do desempenho produtivo e econômico e qualidade de ovos de codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro.

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

CAPÍTULO I
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA:

NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA

Introdução

O agronegócio tem tido papel fundamental para a economia brasileira e representa mais de 23% de todo o PIB brasileiro (CEPEA, 2014). No agronegócio brasileiro, a avicultura destacou-se nas últimas décadas por uma trajetória de incremento tecnológico e capacidade de coordenação entre os diferentes agentes que a compõem.

A passos largos, a coturnicultura vai se inserindo na avicultura industrial, com o desenvolvimento de novas tecnologias de produção, em que a atividade tida outrora como de subsistência, passa a ocupar um cenário de atividade com resultados promissores aos investidores.

A coturnicultura vem se destacando no mercado agropecuário brasileiro como excelente atividade produtiva. A codorna japonesa possui várias vantagens, tais como rápido crescimento, maturidade sexual precoce, alta taxa de produção de ovos e um intervalo curto entre gerações (Abd El-Gawad et al., 2010).

Na criação de codornas, os estudos em nutrição tornaram-se ainda mais relevantes, pois é justamente sobre o fator alimentação que recai a maior parcela do ônus de produção, direcionados, em grande parte, aos alimentos proteicos da ração (Umigi et al., 2007).

As codornas possuem amadurecimento precoce, o que sugere 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).

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 um aumento no nível energético da ração, o consumo voluntário diminui (Silva et al., 2003). No entanto, 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 uma necessidade de correção dos nutrientes à medida que se altera o nível energético da ração.

Assim, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar o panorama geral da criação de codornas no Brasil, revisar as principais características da codorna e compreender as principais funções da lisina digestível e energia metabolizável na nutrição de codornas.

Panorama da coturnicultura no Brasil

No Brasil, de acordo com o IBGE (2014), o efetivo de codornas para o ano de 2014 foi de 20,338 milhões de animais, tanto para produção de carne ou ovos. A região Sudeste do Brasil é a que possui o maior efetivo de animais. Nesta região estão localizadas empresas detentoras de genética, as quais atendem grande parte do país com animais para difusão da produção.

No ano de 2013, o Estado de São Paulo contava com 46,4% do rebanho nacional, seguido distantemente pelos Estados de Espírito Santo (10%) e Minas Gerais com 9,8% (IBGE, 2013). A produção de ovos de codorna em 2014 foi de 392.725 mil dúzias, apresentando um aumento de 13,8% em relação ao produzido no ano anterior, representado por esses mesmos estados (IBGE, 2014).

Este aumento de produtividade pode ser atribuído ao aumento do uso de tecnologias na atividade: utilização de galpões automatizados; técnicas de manejo nutricional adequadas; ampliação de fornecedores de codornas de um dia; evolução das características genéticas das aves (as codornas ficaram mais pesadas, mais produtivas e com ovos maiores) e o

aproveitamento da infra-estrutura e experiência da avicultura de postura, tanto na produção como na comercialização (Oliveira, 2007; Garcia e Molino, 2010).

Nesse cenário positivo para a avicultura, a criação de codornas se destaca entre as demais criações de aves pela sua precocidade e rápida maturidade sexual, longevidade na produção e seu excelente desempenho como poedeira.

Aspectos gerais da codorna

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 Coreia e, em seguida no Japão, por pessoas que apreciavam seu canto. Contudo, em 1910 os japoneses iniciaram estudos e cruzamentos entre as codornas provindas da Europa e espécies selvagens, obtendo-se assim, um tipo domesticado, que nomearam de *Coturnix coturnix japonica*. A partir de então, iniciou-se a sua exploração, visando à produção de carne e ovos (Reis, 1980).

De acordo com Silva e Costa (2009), 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, a qual é aceita universalmente por ser um produto de excelente qualidade, rica em proteínas e aminoácidos essenciais e baixa quantidade de gordura.

As codornas japonesas são muito precoces, iniciando sua postura por volta do 40 dias de idade (Moura et al., 2008), resultado do processo de seleção e melhoramento para alta produção de ovos (Silva et al., 2012).

As codornas são aves extremamente exigentes quanto aos limites das variáveis climáticas, no entanto, a zona de conforto térmico das codornas em fase de produção situa-se em torno de 18 e 24 °C (Ferreira et al., 2005) e a umidade relativa do ar entre 65 e 70% (Oliveira, 2007).

No entanto, de acordo com os relatos de Albino e Barreto (2003), as codornas japonesas em fase de postura ainda conseguem uma boa produção quando submetidas a temperaturas entre 5 e 30°C. Com relação à umidade relativa do ar, a condição ou não da existência de conforto térmico está intimamente relacionada com a temperatura observada. Foi relatado em alguns trabalhos que a temperatura de 32°C e umidade relativa de 50% seriam a linha limítrofe para a condição de conforto térmico e a partir desses valores as aves estariam sob estresse por calor (Ferreira, 2005).

Em condições de temperatura e umidade do ar elevadas, as aves têm dificuldade de dissipar o excedente de calor corporal para o ambiente ocorrendo aumento na temperatura interna e, conseqüentemente, queda na produção, pois apenas uma parte da energia ingerida por meio dos alimentos será convertida em produção de ovos e o restante será utilizado nos mecanismos de homeotermia ou perdido para o ambiente na forma de calor (Baêta e Souza, 2010).

Assim como os fatores ambientais, a linhagem, a idade da matriz e a composição química da dieta poderão influenciar o peso do ovo, a qualidade e sua composição (Prioli et al., 2010; Seibel et al., 2010; Gravena et al., 2011).

Nutrição de codornas

Na avicultura, os gastos com alimentação representam 70% do custo total de produção. O preço da dieta é função dos preços de seus ingredientes e do nível de inclusão destes para atender às exigências das aves (Buteri, 2003).

As exigências nutricionais das aves têm sido tradicionalmente estabelecidas por meio de experimentos, nos quais há a adição de um nutriente limitante na dieta mantendo os demais em níveis adequados. Segundo Buteri (2003), o nível do nutriente que maximiza o ganho de peso e/ou a eficiência alimentar é considerado a exigência para a fase estudada.

As recomendações nutricionais para codornas são bastante controversas quanto aos níveis e às fases de crescimento e de produção. Isso se deve, em grande parte ao material genético definido que praticamente inexistente no mundo e no Brasil. O que se tem são aves obtidas de cruzamentos aleatórios que são disponibilizadas no mercado, e assim os trabalhos de pesquisa, na sua maioria, são desenvolvidos com aves que respondem diferentemente à utilização de nutrientes (Murakami e Garcia, 2014).

Nesse contexto, ainda não existem dados consolidados sobre exigências nutricionais para codornas nas diferentes fases de criação em clima tropical. 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).

A nutrição de codornas tem sido pesquisada visando constantes melhorias nos índices produtivos e, em virtude do progresso genético aplicado a esta espécie, é necessário estabelecer e atualizar constantemente os níveis nutricionais das dietas (Barreto et al., 2007). Durante a fase de produção, uma dieta adequada deve atender a manutenção, a postura, a massa de ovos, a qualidade do albúmem e da gema e resultar na produção de ovos com boa pigmentação e resistência da casca (Ito et al., 2009).

As pesquisas com aminoácidos estão sendo direcionadas para formulação de rações com base em aminoácidos digestíveis, sendo uma tendência na avicultura industrial nos últimos anos, em virtude de proporcionar maior segurança nas substituições de alimentos convencionais e mais eficiência na deposição de proteína a custo baixo (Silva et al., 2000). O conceito de aminoácidos digestíveis se baseia na diferença entre a quantidade de aminoácidos ingeridos e a de excretados (Jardim Filho et al., 2008).

O desempenho produtivo dos animais é diretamente dependente do suprimento dos nutrientes na dieta, entre eles, os aminoácidos, que são obtidos pelos animais por meio da

quebra da proteína dietética ou da ingestão de fontes industriais. Contudo, quando ingerida em excesso ou em desbalanço aminoacídico, a proteína é metabolizada, gerando alto incremento calórico, aumento na excreção de ácido úrico e gasto de energia (Lorençon, 2008).

A densidade energética e a composição aminoacídica da dieta são de extrema importância na produção de ovos de codornas. Além de influenciar o desempenho das aves, a qualidade dos ovos pode ser alterada em função destes níveis (Albino e Barreto, 2003). Portanto, é importante ajustar o perfil de aminoácidos e outros nutrientes à densidade energética, ou seja, a quantidade de ração ingerida deve satisfazer nutricionalmente os animais.

Aminoácido lisina

A lisina é comumente o segundo aminoácido limitante em rações para aves que têm como base o farelo de soja e o milho, e o interesse por estudos com esse aminoácido na alimentação de aves se justifica principalmente pelo fato de que a lisina tem baixo custo de suplementação e pode afetar o desempenho das codornas (Costa et al., 2008).

A lisina é um aminoácido essencial para poedeiras, visto que essas aves não são capazes de sintetizá-la (Rocha et al., 2009). De acordo Haese (2012), por não haver síntese endógena desse aminoácido, deve-se obrigatoriamente atender a exigência do animal por meio do seu fornecimento nas rações.

A lisina tem função específica na composição corporal, seu principal papel está relacionado à síntese proteica. Além disso, a lisina também é precursora da carnitina, um derivado proteico de membrana que participa no transporte de ácidos graxos de cadeia longa para o interior das mitocôndrias, onde são betaoxidados (Ribeiro, 2011).

Outra função da lisina é a formação da matriz óssea. As ligações cruzadas entre os resíduos de lisina e hidroxilisina estabilizam a estrutura fibrilar do colágeno e aumentam a força mecânica do osso, tornando o colágeno ósseo mais denso e menos solúvel que o da pele e dos tendões (Smith et al., 1988).

A lisina é importante também para a composição do ovo. 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.

Os maiores conhecimentos com relação ao metabolismo de proteínas nas aves e a produção de aminoácidos industriais em escala comercial possibilitaram a utilização do conceito de proteína ideal na formulação de rações. Este conceito pode ser definido, teoricamente, como o balanço exato dos aminoácidos na ração capaz de prover sem excesso ou deficiência as necessidades de todos os aminoácidos essenciais para a produção e manutenção das aves, expressando-os como porcentagem em relação ao aminoácido referência (lisina) (Ribeiro, 2011).

Com a disponibilidade no mercado de aminoácidos a preços compatíveis, inclusive a lisina, é possível a produção de rações com baixo teor de proteína bruta e o concomitante ajuste das relações aminoacídicas às necessidades das aves. Essas rações permitem reduzir a excreção de nitrogênio para o ambiente e ainda favorecem o desempenho das poedeiras (Pastore, 2014).

A exigência de lisina digestível para codornas japonesas em postura recomendado por Rostagno et al. (2011), varia conforme a produtividade e o consumo de ração e está entre 1,045 e 1,08%. De acordo com Silva e Costa (2009), a recomendação de lisina digestível para codornas japonesas em postura é de 1,13%.

Determinando a exigência de lisina digestível para codornas japonesas em postura no período de 7 a 16 semanas de idade, Pinto et al. (2003), trabalharam com seis níveis de lisina

digestível (0,80; 0,90; 1,00; 1,10; 1,20 e 1,30%) e sugeriram 1,117% de lisina digestível para dietas contendo 19,56% PB, correspondendo ao consumo diário de 254 mg de lisina, e este nível foi o que proporcionou a melhor produção em massa de ovos, já que este parâmetro constitui-se de grande importância para poedeiras.

Costa et al. (2008), avaliaram as exigências nutricionais de lisina digestível em rações para codornas japonesas em postura (13 a 25 semanas de idade), utilizando 0,88; 0,96; 1,04; 1,12 e 1,20% de lisina digestível, e concluíram que a exigência de lisina digestível foi de 1,03%, correspondendo a um consumo diário de 292 mg de lisina digestível.

Em dois trabalhos avaliando as necessidades nutricionais de lisina digestível para codornas japonesas em produção, alimentadas com dietas contendo 19,5% de PB (Demuner et al., 2009a) e 21,5% de PB (Demuner et al., 2009b), com níveis de lisina digestível de 0,77; 0,85; 0,93; 1,01 e 1,09%, em ambos experimentos os autores concluíram que a exigência de lisina digestível estimada foi de 1,09 e 0,949%, respectivamente.

Ribeiro et al. (2013), avaliaram a exigência de lisina digestível (0,95; 1,00; 1,05; 1,10; 1,15 e 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 ou essas aves devem consumir cerca de 272,2 mg desse aminoácido.

Energia metabolizável

Compreender o consumo e os padrões de particionamento de energia pela poedeira moderna tornou-se cada vez mais importante para melhorar a eficiência de utilização de energia na dieta e controlar os custos de alimentação. Além da melhoria da produção de ovos, a energia pode ser utilizada para manutenção e crescimento corporal e armazenamento

no tecido adiposo para satisfazer as necessidades de energia no futuro (Murugesan e Persia, 2013).

São variadas as formas em que a energia presente nos alimentos é expressa, dentre estas estão a energia bruta (EB), a digestível (ED), a metabolizável (EM) e a líquida (EL). A energia bruta representa a energia presente nos alimentos. A energia digestível aparente é determinada pela diferença entre a energia ingerida menos a energia excretada nas fezes (Sakomura e Rostagno, 2007). A energia metabolizável aparente refere-se a energia bruta consumida do alimento menos a energia bruta contida nas fezes, urina e produtos gasosos da digestão. Quando são consideradas as perdas endógenas e metabólicas, obtém-se a energia metabolizável verdadeira. O valor de energia metabolizável é o que melhor representa a quantidade de energia disponível no alimento para aves (Silva, 2008).

O uso da 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 podendo determinar a eficiência produtiva e econômica da atividade (Moura et al., 2008).

A energia não é um nutriente, mas resulta da oxidação dos nutrientes contidos nos alimentos, sendo liberada na forma de calor ou sendo armazenada para uso posterior nos processos metabólicos do organismo animal (NRC, 1994). A energia gerada durante os processos químicos de quebra dos alimentos é utilizada pelo organismo dos animais para manutenção de suas atividades vitais e para produção (Berto, 2012).

Como na maioria das espécies, a energia é o principal componente nutricional que determina o desempenho das aves, principalmente porque somente 20% da energia consumida é destinada à produção. Logo, se o aporte for insuficiente, ocorrerá queda de produção.

A energia da ração, juntamente com a temperatura, 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).

Segundo Rostagno et al. (2011), a influência da idade das aves nos valores energéticos dos alimentos permitiram concluir que, galinhas ou aves adultas em geral obtiveram maiores valores de EM de alimentos de origem vegetal em relação aos valores com frangos de corte.

Rostagno et al. (2011) e Silva e Costa (2009), recomendaram como exigências de energia metabolizável para codornas japonesas em postura o valor 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.

Em um experimento realizado com codornas japonesas, Murakami et al. (1993), concluíram que dietas contendo 2.700 kcal de EM/kg e 18% de PB proporcionaram melhor desempenho na fase de postura. Por outro lado, Pinto et al. (2002), verificaram que os níveis de 2.850 kcal de EM/kg e 22,4% de PB foram os mais adequados para o máximo desempenho das aves em postura dos 45 aos 157 dias de idade.

A recomendação de energia metabolizável (EM) segundo Barreto et al. (2007), para codornas em postura na fase inicial de 56 aos 168 dias, é de 2.900 kcal de EM/kg, considerando a melhor conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos.

Moura et al. (2010), trabalhando com redução da densidade energética 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.

Cavalcante et al. (2010), determinando a relação energia metabolizável e proteína bruta sobre o desempenho de codornas japonesas na fase de produção, concluíram que dietas

com nível de energia metabolizável superior a 3.100 kcal de EM/kg e 20% de proteína bruta apresentaram melhor conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos.

Existe grande variação nos resultados sobre as determinações das exigências nutricionais de lisina digestível e energia metabolizável para codornas de postura em fase de produção que alicerçam as rações de mínimo custo e de máximo retorno econômico e produtivo, fazendo-se necessárias novas pesquisas sobre o tema.

Referências bibliográficas

- Abd El-Gawad, A.H.; Hemid, A.E.A.; El-Wardany, I.; El-Daly, E. F.; Abd El-Azeem, N. A. 2010. Alleviating effects of some environmental stress factors on productive performance in Japanese quail laying performance. *World Journal of Agricultural Sciences* 6: 517-524.
- Albino, L. F. T.; Barreto, S. L. T. 2003. Codornas. Criação de codornas para produção de ovos e carne. *Aprenda Fácil*, Viçosa.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. 2010. *Ambiência em edificações rurais: Conforto animal*. 2.ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Barreto, S. L. T.; Quirino, B. J. S.; Brito, C. O.; Umigi, R. T.; Araujo, M. S.; Coimbra, J. S. R.; Rojas, E. E. G.; Freitas, J. F.; Reis, R. S. 2007. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36:79- 85.
- Berto, D. A. 2012. *Temperatura ambiente e nutrição de codornas*. Tese (D. Sc.). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu.
- Buteri, B. C. 2003. *Efeitos de diferentes planos nutricionais sobre a composição e o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte*. Tese (D. Sc.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Cavalcante, L. E.; Costa F. G. P.; Lima, R. C.; Dantas, L. S.; Lobato, G. B. V.; Rodrigues, V. P.; Santos, C. S.; Vidal Júnior, 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: 166-168.
- Ceccantini, M. L.; Yuri, D. 2008. Otimização da formulação de ração para poedeiras com base em aminoácidos digestíveis. In: *Anais do Curso de Atualização em Avicultura de Postura Comercial*, Jaboticabal.
- Cepea, 2014. Centro de estudos avançados em economia aplicada ESALQ/USP. Available at: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>> Accessed on: Nov.12,2015.
- Costa, F. G. P.; Rodrigues, V. P.; Goulart, C. C.; Lima Neto, R. C.; Souza, J. G.; Silva, J. H. V. 2008. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37:2136-2140.
- Demuner, L. F. 2012. Níveis nutricionais de lisina e metionina mais cistina digestível com base no conceito de proteína ideal para codornas em postura. *Dissertação (M. Sc.)*. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo.
- Demuner, L. F.; VargaS, J. G.; Petrucci, F. B. 2009a. Níveis nutricionais de lisina digestível em rações de codornas japonesas. In: *Anais Zootec, Associação Brasileira de Zootecnistas, Águas de Lindóia*. Available at: <<http://www.abz.org.br>> Accessed on: Nov. 8,2015
- Demuner, L. F.; Vargas, J. G.; SCOTTÁ, B. A. 2009b. Níveis nutricionais de lisina digestível para codornas japonesas alimentadas com rações contendo 19,5% de proteína bruta. In: *Anais Zootec, Associação Brasileira de Zootecnistas, Águas de Lindóia*. Available at: <<http://www.abz.org.br>> Accessed on: Nov., 8, 2015.
- Ferreira, R. A. 2005. *Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos*. *Aprenda Fácil*, Viçosa.
- Garcia, E.A.; Molino, A.B. 2010. Otimizando o desempenho na produção de ovos de codornas. In: *Anais VIII Congresso APA 2010, Associação Paulista de Avicultura*, 03, São Pedro.
- Gravena, R. A.; Marques, R. H.; Picarelli, J.; J.D.T. Silva; J. Roccon; F.H. Hada; S.A. Queiroz; V.M. B. Moraes. 2011. Suplementação da dieta de codornas com minerais nas formas orgânicas sobre o desempenho e qualidade dos ovos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 63: 1453-1460.

- Haese, D.; Kill, J. L.; Haddade, I. R.; Saraiva, A., Vitória, E. L.; Del Puppo, D.; Souza, E. O. 2012. Exigência de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos mantendo as relações metionina + cistina e treonina digestível na proteína ideal. *Ciência Rural* 42: 538-544.
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. 2013. Available at: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2013.pdf>. Accessed on: Dec,12,2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. 2014. Available at: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2013/ppm2014.pdf>. Accessed on: Dec,12,2015.
- Ito, N. M. K.; Miyaji, C. I.; Miyaji, S. O. 2009. Redução da Mortalidade na Criação Industrial de Codornas. In: Anais. Congresso de Produção, Comercialização e Consumo de Ovos. Associação Paulista de Avicultura, São Pedro.
- Jardim Filho, R. M.; Stringhini, J. H.; Andrade, M. A.; Nunes, A. B.; Leandro, N. S. M.; Café, M. B. 2008. Qualidade de ovos, parâmetros bioquímicos sanguíneos e desenvolvimento do aparelho reprodutor de poedeiras comerciais Lohmann LSL alimentadas com níveis crescentes de lisina digestível. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 30: 25-31.
- Leeson, S.; Summers, J. D. 1997. *Comercial poultry nutrition*. University Books, 2.ed. Ontario.
- Lorençon, L. 2008. Níveis de metionina+cistina digestível e de proteína bruta para codornas de corte. Dissertação (M. Sc.). Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Pr.
- Moura, G. S.; Barreto, S. L. T.; Donzele, J. L.; Lúcia Reiko 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.
- Moura, G. S.; Barreto, S. L. T.; Lanna, E. A. T. 2010. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39:1266-1271.
- Murakami, A. E.; Garcia E. R. M. 2014. P. 621-641. Nutrição de Codornas Japonesas. In: Sakomura, N.S. Nutrição de não ruminantes. Jaboticabal: Ed. FUNEP.
- Murakami, A. E.; Moraes, V. M. B.; Arika, J. 1993. Níveis de proteína e energia em dietas de codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 22: 541-551.
- Murugesan G. R.; Persia M. E. 2013. Validation of the effects of small differences in dietary metabolizable energy and feed restriction in first-cycle laying hens. *Poultry Science*. 92: 1238-1243.
- NRC - National Research Council. 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9.ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Oliveira, B. L. 2007. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: Anais Simpósio Internacional de Coturnicultura. Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, Lavras.
- Pastore, S. M. 2014. Níveis de lisina digestível em rações para galinhas poedeiras leves períodos de 24 a 40 e de 42 a 58 semanas de idade. Tese (D. Sc.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- Pinto, R.; Ferreira, A. S.; Donzele, J. L. Silva; M. A.; Soares, R. T. R. N.; Custódio, G. S.; Pena, K. S. 2003. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32: 1182-1189.

- Pinto, R.; Ferreira, A. S.; Albino, L. F. T.; Gomes, P. C.; Vargas, J. G. J. 2002. Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1761-1770.
- Prioli, R. A.; Gasparino, E.; Soares, M. A. M.; D.S. MarquesI; D.V. BlanckI; S.M.A. Prioli 2010. Diversidade genética entre três linhagens de codornas selecionadas para produção de ovos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 62: 725-731.
- Reis, L. F. S. D. 1980. *Codornizes, criação e exploração*. Lisboa: Agros.
- Ribeiro, C. L. N. 2011. Níveis de lisina digestível em rações para codornas japonesas em postura. *Dissertação (M. Sc.)*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- 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.; Albino, L. F. T. 2013. Digestible lysine levels in diets for laying Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 42: 489-495.
- Rocha, T. C.; Gomes, P. C.; Donzele, J. L.; Barreto, S. L. T.; Mello, H. H. C; Brumano, G. 2009. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38: 1726-1731.
- Rostagno, H.S; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T.; Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. UFV, Viçosa.
- Sakomura, N.K.; Rostagno, H.S. *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos*. 2007. Jaboticabal: Funep, 283p.
- Seibel, N. F.; Schoffen, D. B.; Queiroz, M. I.; Souza-Soares, L. A. 2010. Caracterização sensorial de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 30: 884-889.
- Silva E.L.; Silva, J.H.V.; Jordão Filho, J. Ribeiro, M. L. G.; Costa, F. G. P. C; Rodrigues, P. B. 2006. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 822-829.
- Silva, C. R. *Uso de probiótico em rações de frangos de corte: Desempenho, digestibilidade e energia metabolizável*. 64 f. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia)* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008.
- Silva, J. H. V. Jordão Filho, J.; Costa, F. G. P.; Lacerda, P. B.; Vargas, D. G. V.; Lima, M. R. 2012. Exigências nutricionais de codornas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 13: 775-790.
- Silva, J.H.V.; Costa, F.G.P. 2009 *Tabela para codornas japonesas e européias*. Jaboticabal: Funep.
- Silva, J.H.V.; Mukami, F.; Albino, L.F.T. 2000. Uso de rações a base de aminoácidos digestíveis para poedeiras. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29:1446- 1451.
- Silva, J.H.V.; Ribeiro, L.G.R. 2001. *Tabela nacional de exigência nutricional de codornas japonesas (Coturnix coturnix japonica)*. DAP/UFPB/Campus IV, Bananeiras, PB.
- Silva, J.H.V.; Silva, M.B.; Silva, E.L.; Jordão Filho, J.; Ribeiro, M. L. G.; Costa, F. G. P.; Dutra Júnior, W. M. 2003. Energia metabolizável de ingredientes determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32: 1912-1918.
- Smith, E.L.; Hill, R.L. Lehman, I.R.1988. *Bioquímica dos mamíferos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Umigi, R.T.; Barreto, S.L.T.; Donzele, J.L.; Reis, R. S.; Sousa, M. F.; Leite, C. D. S. 2007. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 1868-1874.

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. [2012]. Available at:
<<http://www.healingnaturallybybee.com/articles/foods21.php>> Accessed on:
Nov.12,2015.

CAPÍTULO II

NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL E LISINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS DE POSTURA EM AMBIENTE TERMONEUTRO

Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para codornas de postura em ambiente termoneutro

RESUMO: Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito dos níveis de energia metabolizável (EM) e lisina digestível (LD) na ração sobre o desempenho, qualidade interna e externa de ovos e análise econômica das rações para codornas japonesas em postura criadas em ambiente termoneutro. Foram utilizadas 780 codornas de postura distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4, (níveis de EM = 2.600; 2.875 e 3.150 kcal e níveis de LD = 0,90; 1,05; 1,20 e 1,35%), totalizando 12 tratamentos, com cinco repetições e 13 aves por unidade experimental. O período experimental teve duração de 112 dias (60 a 172 dias de idade), divididos em 4 ciclos de 28 dias cada. Foi verificado efeito quadrático para as variáveis: conversão alimentar g/g, peso da casca, cor de gema (valores de a* e cor b*, receita bruta e lucro operacional. Efeito linear foi verificado para peso coporal, conversão alimentar g/dz, porcentagem de postura, massa de ovos, porcentagem de ovos viáveis, consumo de lisina digestível, porcentagem de gema, peso do albúmen, gravidade específica, porcentagem de casca, espessura de casca e para índice de lucratividade. Observou-se interação significativa dos tratamentos para consumo de ração, consumo de energia metabolizável, peso do ovo, peso da gema e unidade Haugh. Concluiu-se que a melhor conversão alimentar grama de ração por grama de ovo e maior peso de casca foram obtidos com rações contendo 1,11 e 1,15% de lisina digestível com níveis de energia metabolizável igual ou maior que 3.150 kcal/kg de ração, respectivamente. Os níveis de 2.914 e 2.919 kcal de EM/kg na ração apresentaram os melhores valores para os padrões de coloração da gema cor a* e b*, favorecendo a aceitabilidade dos ovos por parte dos consumidores. Os melhores valores de receita bruta e lucro operacional foram obtidos com rações contendo 3.043 e 3.066 kcal EM/kg na ração.

Palavras-chave: exigências nutricionais, ambiência, análise econômica, *Coturnix coturnix japonica*, qualidade de ovos

Metabolizable energy levels and digestible lysine for laying quails in thermoneutral environment

ABSTRACT: This work was to evaluate the effect of metabolizable energy levels (ME) and lysine (LD) in the diet on performance, internal and external quality of eggs and economic analysis of feed to Japanese quails reared in thermoneutral environment. 780 laying quails were distributed in a completely randomized design in a factorial 3 x 4, (levels of ME = 2,600; 2,875 and 3,150 kcal and levels of LD = 0.90; 1.05; 1.20 and 1.35 %), totaling 12 treatments with five replicates and 13 birds per experimental unit. The experiment lasted 112 days (60-172 days old) were divided into 4 cycles of 28 days each. quadratic effect was found for the variables. feed / g, shell weight, yolk color (values of a * and b * color, revenue and operating profit linear effect was observed for coporal weight, feed g / dz , egg production, egg mass, percentage of viable eggs, consumption of lysine, yolk percentage, weight albumen, specific gravity, eggshell percentage, shell thickness and profitability index. There was a significant interaction of treatment on feed intake, metabolizable energy intake, egg weight, yolk weight and Haugh unit. We concluded that the best feed conversion gram of feed per gram of egg and most shell weight were obtained with diets containing 1.11, and 1.15% of digestible lysine to metabolizable energy levels equal to or greater than 3,150 kcal/kg diet, respectively. The levels of 2,914 and 2,919 kcal/kg in the diet showed the best values for yolk color staining patterns a * and b *, favoring the acceptability of eggs by consumers. The best gross and operating profit revenue figures were obtained with diets containing 3,043 and 3,066 kcal/kg in the diet.

Key words: nutritional requirements, ambience, economic analysis, *Coturnix coturnix japonica*, egg quality

Introdução

A coturnicultura vem se destacando no mercado agropecuário brasileiro, como excelente atividade produtiva, graças aos aspectos positivos de criação, principalmente por requerer baixos custos com investimentos iniciais e de mão de obra, utilizando pequenas áreas, fácil manejo e proporcionando rápido retorno do capital (Silva, 2011).

Dentro dos custos totais da produção os gastos com ração representam cerca de 70%, e a proteína é responsável por aproximadamente 25% deste custo. Logo, avanços no conhecimento das exigências nutricionais das codornas em seus vários estágios têm trazido constantemente melhorias na qualidade da ração, primeiramente no sentido de alcançar a máxima produção, seguido da procura pelo menor custo do alimento e pela melhor conversão destes alimentos em quantidades de ovos (Ceccantini e Yuri, 2008).

As codornas possuem amadurecimento precoce, o que sugere 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).

A determinação da exigência de energia metabolizável é de grande importância, pois, é o componente nutricional que regula o consumo e, conseqüentemente, determina o desempenho das aves, uma vez que tanto o excesso quanto a deficiência no consumo de ração acarreta em perda de produtividade (Barreto et al., 2007).

Em dietas para aves à base de milho e farelo de soja, a lisina é considerada o segundo aminoácido limitante e o interesse por estudos com esse aminoácido se justifica, principalmente, pelo fato de que a lisina tem baixo custo de suplementação e pode afetar o desempenho das codornas. 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).

Apesar da existência de estudos que investigam níveis de energia (Barreto et al., 2007; Cavalcante et al., 2010 e Moura et al., 2010) e de lisina (Demuner et al., 2009^a e b; Ribeiro et al., 2013) se faz necessário avaliar a resposta animal e a viabilidade econômica de ambos fatores de forma conjunta bem como atualizar a determinação dos melhores níveis em função do ambiente de criação.

Desta forma, objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar o efeito dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração sobre o desempenho, a qualidade interna e externa de ovos e a análise econômica das rações para codornas japonesas criadas em ambiente termoneutro.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição de Monogástricos da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Sinop, no período de 18 de julho à 7 de novembro de 2015. O protocolo experimental está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) – UFMT sob número do protocolo 23108.711669/2015-12.

Foram utilizadas 780 codornas de postura (*Coturnix coturnix japonica*) com 60 dias de idade. As codornas foram pesadas no início do período experimental e distribuídas uniformemente nas unidades experimentais, as quais apresentaram peso médio corporal de 0,149kg \pm 0,010. O período experimental teve duração de 112 dias (60 a 172 dias de idade), divididos em 4 ciclos de 28 dias cada.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (25 cm de largura x 35 cm de profundidade x 18 cm de altura) dispostas de bebedouro tipo taça, comedouro tipo calha e bandeja coletora de excretas.

As baterias com gaiolas foram alojadas em uma câmara bioclimática, sendo esta mantida em temperatura termoneutra ($23^{\circ}\text{C}\pm 2,15$). A câmara era equipada com dois aparelhos de ar condicionado do tipo Split de 17.000 BTUs e outro de 7.000 BTUs para manter a refrigeração e a temperatura termoneutra da sala em 23°C .

As temperaturas (máxima e mínima) e a umidade relativa do ar foram monitoradas durante todo o período experimental, sendo seus valores registrados por meio de um *datta logger* digital com mensurações diárias de 15 em 15 minutos. As médias de temperatura e umidade relativa do ar observadas durante o período experimental foram de $23,27^{\circ}\text{C}$ e 68,46%, respectivamente.

As unidades experimentais foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4 (níveis de energia metabolizável = 2.600, 2.875 e 3.150 kcal e níveis de lisina digestível = 0,90; 1,05; 1,20 e 1,35%), totalizando 12 tratamentos, com cinco repetições e 13 aves por unidade experimental

As rações 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 isoproteicas, isocálcicas e isofosfóricas (Tabela 1).

Tabela 1. Composições percentual e nutricional das rações experimentais para codornas japonesas em fase de produção contendo níveis de energia metabolizável e lisina digestível na ração

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	55,610	55,490	55,410	55,360	58,860	59,530	60,210	60,900	52,420	53,070	53,680	54,400
Farelo de soja (45%)	28,710	27,900	26,980	26,000	30,350	29,570	28,690	27,760	31,490	30,740	29,910	28,950
Casca de soja	7,100	7,650	8,2000	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
DI-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	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição da exigência nutricional												
Energia metabolizável	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	2,73	2,73	2,72	2,72	4,80	4,56	4,33	4,09	9,86	9,64	9,41	9,18
Met+cist digestível	0,74	0,86	0,98	1,11	0,74	0,86	0,98	1,11	0,74	0,86	0,98	1,11
Treonina digestível	0,54	0,63	0,72	0,81	0,54	0,63	0,72	0,81	0,54	0,63	0,72	0,81
Ácido Linoleico	1,43	1,43	1,43	1,43	2,52	2,40	2,27	2,15	5,20	5,07	4,95	4,83

¹Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto); Vit. A – 2.700.000 UI; Vit. D3 – 1.000.000 UI; Vit. E – 2.000 mg/kg; Vit. B1 – 350 mg/kg; Vit. B2 – 1.000 mg/kg; Vit. B6 – 600 mg/kg; Vit. B12 – 3.000 mcg/kg; Vit. K3 – 400 mg/kg; Ácido fólico 100 mg/kg; Biotina 10 mg/kg; Pantotenato de Cálcio – 2.200 mg/kg; Niacina – 6.000 mg/kg; Cloreto de Colina – 26 g/kg; Óxido de Zinco – 30 g/kg; Sulfato de Ferro – 18 g/kg; Óxido de Manganês – 35 g/kg; Sulfato de Cobre – 2.700 mg/kg; Sulfato de Cobalto – 70 mg/kg; Iodato de cálcio – 260 mg/kg; Selenito de sódio – 100 mg/kg; BHT2 1.200 mg/kg; Etoxiquin 500 mg/kg; Caulim ²Antioxidante (Butil hidroxi toluene)

Os teores de metionina + cistina e treonina digestíveis das rações foram calculados de acordo com o conceito de proteína ideal proposto por Rostagno et al. (2011), para codornas japonesa na fase de postura, correspondendo à relação de lisina digestível:metionina+cistina e treonina digestíveis de 82 e 60, respectivamente. Todas as rações foram suplementadas com aminoácidos sintéticos (L-lisina, DL-metionina e L-treonina) em quantidades suficientes para se obter a relação de aminoácidos desejada.

As rações foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. O programa de iluminação utilizado foi de 17 horas por dia (iluminação natural + artificial).

Durante o período experimental foram realizadas as avaliações de desempenho produtivo das aves durante quatro ciclos consecutivos de 28 dias cada. 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 mortas e as sobras das rações para realizar o controle do consumo de ração, da produção de ovos e da conversão alimentar (g/g e g/dz) ao término de cada período.

As codornas foram pesadas no início e ao final de cada período de 28 dias e simultaneamente foram realizadas as pesagens das rações experimentais fornecidas, para a determinação do consumo de ração (g/ave) e peso corporal (g).

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 lisina digestível da dieta, sendo expresso em mg/ave/dia.

A conversão alimentar em g/g e g/dz foi calculada dividindo-se a ração consumida (g) 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, multiplicado por vinte oito e o resultado multiplicado por 100.

Para a determinação da massa de ovos foi multiplicado o peso médio dos ovos de cada parcela pela porcentagem de postura da mesma e o resultado dividido por 100 e expresso em gramas de ovos.

A quantidade de ovos viáveis para comercialização foi obtido dividindo-se o número total de ovos viáveis para venda (total de ovos produzidos descontados os com defeitos ou quebrados) postos por gaiola por período pelo número de aves, multiplicado por vinte oito e o resultado multiplicado por 100.

As análises de qualidade dos ovos foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da UFMT, *Campus* de Sinop. Nos últimos quatro dias de cada ciclo foi avaliada a qualidade interna e externa dos ovos.

O peso médio dos ovos foi obtido após coleta diária de todos os ovos de cada gaiola, os quais foram contados e pesados. Em seguida foram selecionados três ovos de cada repetição, considerando o peso médio total dos ovos ($\pm 20\%$). Posteriormente esses ovos foram pesados individualmente e devidamente identificados para as análises subsequentes. Desta forma, foram analisados 180 ovos por dia, totalizando 720 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.

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 sugerida 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 Bible & Singha (1993) e Mutschler et al. (1992). Foram avaliados 3 valores de cor: 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*). O valor L fornece a luminosidade, variando do branco (L=100) ao preto (L=0).

O pH do albúmen foi avaliado após a separação do albúmen e gema, sendo colocados em béquer. Foi utilizado peagâmetro 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 e o resultado multiplicado por 100.

O peso da gema foi obtido após separar gema e albúmen, a gema foi colocada em béquer e pesada individualmente em balança semi analítica. Enquanto que a porcentagem de gema foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

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. Posteriormente, as cascas foram pesadas em balança analítica modelo Shimadzu (BL3200H), com capacidade de 500 ($\pm 0,001$ g) para obtenção do peso da casca. A porcentagem de casca foi determinada dividindo-se o peso da casca pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100. 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 produzida de ovos (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 que fica disponível após descontar 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, LO é o lucro operacional (R\$) e RB é a receita bruta (R\$).

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do Sistema para Análises Estatísticas – SAEG (UFV, 1997), segundo o modelo.

$$Y_{ijk} = b_0 + b_1L_i + b_2E_j + b_3L_i^2 + b_4E_j^2 + b_5LE_{ij} + FA + e_{ijk}$$

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

b_0 = constante geral;

b_1 = coeficiente de regressão linear em função do nível de lisina digestível;

L_i = nível de lisina digestível; $L_1 = 0,90$; $L_2 = 1,05$; $L_3 = 1,20$ e $L_4 = 1,35\%$;

b_2 = coeficiente de regressão linear em função do nível de energia metabolizável;

E_j = nível de energia metabolizável, $E_1 = 2.600$; $E_2 = 2.875$ e $E_3 = 3.150$ kcal/kg de ração;

b_3 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de lisina digestível;

b_4 = coeficiente de regressão quadrático em função do nível de energia metabolizável;

b_5 = coeficiente de regressão linear em função da interação entre o nível de lisina digestível e nível de energia metabolizável;

FA = falta de ajustamento do modelo de regressão;

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

Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância pelo Programa SAEG (UFV, 1997). Os efeitos dos níveis de energia metabolizável e lisina digestível foram estimados pelos modelos de regressão linear e quadrática, conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, considerando o comportamento biológico das aves.

Resultados e Discussão

O peso corporal (PC) das codornas aumentou linearmente ($P < 0,05$) com o incremento dos níveis de energia metabolizável (EM). De acordo com a equação de regressão, para cada 1 kcal de aumento de EM na ração houve um aumento de 0,014g no peso corporal das codornas (Tabela 2).

Cavalcante et al. (2010), avaliando os efeitos de diferentes níveis de energia metabolizável sobre o desempenho de codorna de postura com 16 semanas de idade, não

observaram efeito significativo dos níveis de energia metabolizável (2.500 a e 3.100 kcal/kg) sobre o peso corporal.

A energia metabolizável pode ter influenciado na variação de peso corporal observada, pois, segundo Freitas et al. (2005), a ingestão de energia é uma variável que influencia o ganho de peso.

Observou-se interação ($P < 0,05$) para o consumo de ração (CR) e consumo de EM (CEM), em função dos níveis de lisina digestível (LD) e EM. O CR e CEM reduziu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de LD e EM. Para cada 1% de aumento de LD na ração e para cada 1 kcal de EM adicionado na ração houve redução de 0,012 g no CR e 0,035 Kcal/dia no CEM.

Os resultados de CR e CEM sugerem que as codornas que consumiram menor teor aminoácido e energético tenderam a compensar o consumo insuficiente ingerindo maior quantidade de alimento, a fim de estabelecer o mecanismo regulador do consumo o que também foi observado por Ton et al., (2011). O excesso de aminoácidos circulante no sangue pode provocar ainda a diminuição do consumo de ração pelos animais (Goulart, 1997).

Os resultados de CR encontrados neste trabalho, corroboram os obtidos por Costa et al. (2008), que ao trabalharem com codornas japonesas com 94 a 178 dias de idade, em fase de postura também observaram redução linear no consumo de ração em função do aumento dos níveis de lisina digestível na ração. Moura et al. (2010) observaram que o consumo de ração foi influenciado pela densidade energética das dietas, apresentando aumento linear do consumo de ração quando o nível energético de dietas para codornas japonesas estava reduzido.

Tabela 2. Desempenho produtivo de codornas japonesas em fase de produção criadas em ambiente termoneutro alimentadas com rações contendo níveis de lisina digestível e energia metabolizável

EM ¹ (kcal/kg) LD ² (%)	2.600				2.875				3.150				CV ¹²	Efeito ¹³	Valor de P
	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35			
PC ³ (g)	144,86	150,15	153,03	144,91	149,53	150,83	153,11	152,99	160,86	154,35	152,99	157,09	5,53	Linear ¹⁴	0,00124
CR ⁴ (g/dia)	21,17	22,96	23,84	22,14	22,96	22,37	22,83	22,39	23,56	22,19	21,45	21,84	9,74	Interação ¹⁶	0,00155
CLD ⁵ (mg/dia)	190,55	241,13	287,08	298,50	206,61	234,91	273,91	302,26	212,04	232,96	257,34	294,82	9,69	Linear ¹⁵	0,00000
CEM ⁶ (kcal/dia)	55,05	59,71	61,79	57,49	66,00	64,32	65,62	64,37	74,21	69,89	67,55	68,79	9,69	Interação ¹⁶	0,00211
CA ⁷ (g/g)	3,22	2,99	3,03	3,37	2,70	2,72	2,63	2,75	2,48	2,54	2,41	2,51	13,41	Quadrático ¹⁷	0,01828
CA ⁸ (g/dz)	0,42	0,42	0,42	0,44	0,36	0,36	0,35	0,36	0,33	0,34	0,32	0,34	13,63	Linear ¹⁴	0,00000
Post ⁹ (%)	62,25	70,08	69,05	62,80	77,49	74,65	78,92	74,18	83,94	79,10	80,62	79,05	13,67	Linear ¹⁴	0,00000
MO ¹⁰ (g/dia)	6,73	7,83	7,97	6,82	8,62	8,34	8,77	8,18	9,52	8,85	8,94	8,82	15,20	Linear ¹⁴	0,00000
OV ¹¹ (%)	61,40	68,97	67,72	61,90	76,53	73,02	77,48	73,25	82,68	77,31	79,32	78,10	14,05	Linear ¹⁴	0,00000
Equações de regressão									R ²				Estimativas		
													LD	EM	
PC (g) = 110,792 + 0,0143830EM									0,99				----	----	
CR (g) = - 13,9655 + 34,0649LD + 0,0129536EM - 0,0120872LD*EM									0,50				----	----	
CLD (g/dia) = 13,0956 + 213,112LD									1,00				----	----	
CEM (kcal/dia) = -107,908 + 100,927LD + 0,0609982EM - 0,0359657LD*EM									0,99				----	----	
CA g/g = 8,96538 - 5,18718LD + 2,34570LD ² - 0,00117949EM									0,83				1,11%	----	
CA g/dz = 0,798792 - 0,000149251EM									0,95				----	----	
Post = 0,525215 + 0,0257345EM									0,94				----	----	
MO = - 0,219461 + 0,00296461EM									0,96				----	----	
OV = 0,648880 + 0,0252708EM									0,94				----	----	

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; ³Peso corporal; ⁴Consumo de ração; ⁵Consumo de lisina digestível; ⁶Consumo de energia metabolizável; ⁷Conversão alimentar g/g; ⁸Conversão alimentar g/dz; ⁹Porcentagem de postura; ¹⁰Massa de ovos; ¹¹Ovos comercialmente viáveis; ¹²Coefficiente de variação; ¹³Análise de regressão; ¹⁴Efeito Linear da EM; ¹⁵Efeito Linear da LD; ¹⁶Interação entre os níveis de LD e EM; ¹⁷Efeito quadrático da LD

Verificou-se aumento linear ($P < 0,05$) no consumo de lisina digestível (CLD) a medida que se elevou a sua concentração na ração.

Estes resultados são similares aos encontrados por Pinto et al. (2003) e Costa et al. (2008) que trabalharam com codornas japonesas na fase de postura (nas idades de 76 a 160 dias de idade e 94 a 178 dias respectivamente), em que os autores relataram aumento linear de 25,8 e 21,7 mg no consumo de lisina para cada incremento de 0,1% de lisina digestível, respectivamente. Ribeiro et al., (2013) observou que cada 0,05% de lisina digestível na dieta promoveu um incremento de 12,98 mg no consumo de lisina para codornas japonesas em postura com idade de 207 à 291 dias de idade.

Na pesquisa realizada por Pinto et al. (2003), o consumo de lisina digestível variou de 177 a 304 mg, enquanto que para o estudo de Costa et al., (2008) a variação foi de 253 a 320 mg. Pode-se observar que os valores obtidos para o presente estudo apresentaram-se muito próximos aos encontrados nos referidos trabalhos.

Ribeiro et al. (2013) em um trabalho com codornas japonesas em postura, verificaram que o nível estimado de lisina digestível é 11,20 g de lisina digestível/kg de ração, correspondendo a um consumo médio diário de 272,23 mg de lisina na fase de produção, ou 26,61 mg de lisina digestível/g de massa de ovo.

A conversão alimentar grama de ração por grama de ovo (CA g/g) melhorou linearmente ($P < 0,005$) com o aumento dos níveis de EM e foi influenciado de forma quadrática ($P < 0,05$) pelos níveis de LD (Figura 1). De acordo com a equação de regressão ajustada, a melhor estimativa de CA (2,38) para codornas de postura foi obtido com rações contendo 1,11% de LD e com níveis de EM igual ou superior a 3.150 kcal EM/kg.

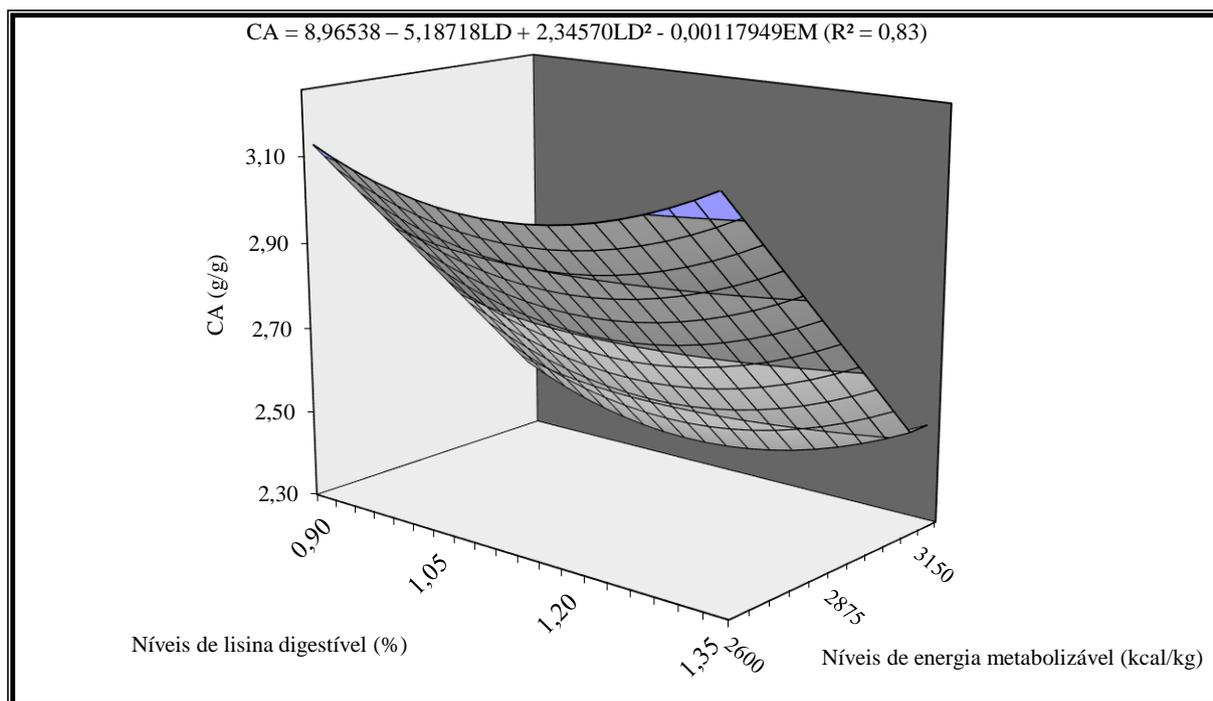


Figura 1. Conversão alimentar grama de ração por grama de ovo (CA g/g) de codornas japonesas em postura alimentadas com níveis de lisina digestível e energia metabolizável

Assim como neste trabalho Ribeiro et al. (2013), também observaram melhora na CA (g/g) até o nível de 1,12% de LD. Ribeiro et al. (2003), observaram melhores valores para CA (g/g) quando trabalhando com codornas resultado do cruzamento entre codornas japonesas e européias com 60 a 144 dias de idade, em fase de produção, quando utilizados 1,10% de LD e 3.000 kcal de EM.

O consumo de aminoácidos em excesso é dispendioso, porque estes não são armazenados pelos animais, como os carboidratos e lipídeos (Corrêa et al., 2008), e a digestão e o metabolismo desses aminoácidos consumidos em excesso aumentam o gasto calórico corporal provocando a excreção de volume excessivo de ácido úrico, além de maior gasto de energia. Sendo assim o nível encontrado para este trabalho gerou melhor conversão por grama de ovos, e níveis acima tendem a não ser mais utilizados para a conversão em produção do animal e somente gerando gasto de energia para sua excreção.

A conversão alimentar grama de ração por dúzia de ovos (CA g/dz), melhorou linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de EM utilizados. De acordo com a equação de regressão, houve melhora de 0,00015 g/dz, para cada 1 kcal de EM/kg a mais na ração, e isso indica que a exigência de energia metabolizável para melhor CA g/dz deve ser superior ou igual ao maior nível avaliado neste estudo.

Barreto et al. (2007) trabalhando com níveis de EM (2.650, 2.750, 2.850, 2.950 e 3.050 kcal de EM/kg), também observaram melhores valores de CA g/dz para as dietas com maiores valores de EM para codornas japonesas com na fase inicial de postura (56 a 112 dias de idade). Pinto et al. (2002), verificaram que os níveis entre 2.950 e 3.050 kcal de EM/kg permitiram os melhores valores para a conversão alimentar g/dz de ovos de codornas japonesas (45 aos 157 dias de idade).

Para composição de dietas com alto teor de energia usualmente utiliza-se alguma fonte lipídica em sua composição. Para o presente estudo, observa-se que foi empregado maiores quantidades de óleo de soja para as dietas com maiores níveis de EM, para assim se chegar nos níveis desejados. Desta forma, o emprego do óleo é um meio prático quando se quer elevar o nível de energia de uma ração e, normalmente, tem como vantagem, a melhoria da conversão alimentar (Baião e Lara, 2005). Além de facilitar o balanceamento energético da dieta, a utilização de óleos melhora a palatabilidade e favorece os processos fisiológicos de digestão, melhorando a absorção de nutrientes. Conseqüentemente há uma melhora na conversão alimentar e redução da perda de nutrientes (NRC, 1994).

A adição de gordura ou óleo na dieta de animais, além de fornecer energia, 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). Além disso, reduz a taxa de passagem da digesta no trato gastrointestinal, o que permite uma melhor absorção de todos os nutrientes presentes na dieta (Baião e Lara, 2005).

Os níveis de EM das rações promoveram um aumento linear ($P < 0,05$) na porcentagem de postura (POST), massa de ovos (MO) e ovos viáveis (OV). De acordo com as equações de regressão, para cada 1 kcal de EM/kg a mais na ração houve um acréscimo de 0,026% na porcentagem de postura, 0,003 g/ave na massa de ovos e 0,025% na produção de ovos comercialmente viáveis.

Observa-se que os maiores valores de POST, MO e OV foram encontrados no nível de maior consumo de energia metabolizável, onde ocorreram as maiores inclusões de óleo de soja. A energia é o fator de maior importância para que sejam obtidos ótimos índices de postura (Leeson et al., 1996). A utilização de óleo de soja na dieta de codornas tem se mostrado eficiente na melhoria da produção de ovos. Esta fonte energética é rica em ácidos graxos insaturados como o ácido linoleico, que é responsável por aumentar o tamanho dos ovos, assim como melhorar a eclodibilidade de ovos provenientes de reprodutoras (Albino e Barreto, 2003), pelo fato que, níveis mais elevados de ácido linoléico, resultam em concentrações plasmáticas de estrógeno mais altas (Whitehead et al., 1993). Como a síntese de proteína no oviduto está sob o controle do estrógeno e a inclusão de ácidos graxos na dieta estimula a síntese de proteínas no oviduto, desta forma, o aumento das concentrações de ácidos graxos na dieta resultam na melhoria da produção.

Considerando que a massa de ovo é uma variável calculada através do peso médio e do número de ovos produzidos, pode-se inferir que o aumento da massa de ovos está correlacionada com o aumento na produção de ovos.

A menor quantidade de óleo de soja na dieta com 2.600 kcal de EM provavelmente aumentou o incremento calórico. Com isso, houve redução na energia líquida, o que afetou negativamente a produção de ovos. Isso indica que aportes muito baixos de energia na ração muitas vezes não é suficiente para atender à manutenção e à produção das aves, confirmado pela inferior porcentagem de postura e massa de ovos observados nos níveis de menor energia

metabolizável das rações do presente estudo. Provavelmente, a presença do óleo de soja em maiores quantidades utilizado nas dietas mais energéticas, pode ter favorecido os processos fisiológicos da digestão, o que deu suporte para a produção de ovos e maior massa de ovos.

A recomendação de exigência diária de energia diária para ótima produção de ovos de codornas é de, aproximadamente, 63,98 à 73,93 kcal de EM/ave/dia, com MO entre 10,00 e 10,32 g/dia (Rostagno et al., 2011). Observa-se que os menores valores de CEM, não estão relacionados aos menores CR observados no trabalho, porém apresentaram menores valores de MO, e com isso concluir que os menores valores de EM não foram suficientes para promover valores de MO recomendados.

Diferentemente dos resultados encontrados no presente estudo, Barreto et al. (2007) trabalhando com codornas japonesas na fase de postura, avaliaram cinco níveis de energia metabolizável nas rações (2.650 a 3.050 kcal EM/kg) e não verificaram efeito dos tratamentos sobre a produção de ovos.

Observou-se interação significativa ($P < 0,05$) para o peso do ovo (PO) e peso da gema (PG), em função dos níveis de LD e EM na ração. De acordo com as equações de regressão ($PO = 4,61727 + 5,03099LD + 0,00227733EM - 0,00176765LD*EM$, $R^2 = 1,00$ e $PG = 1,22342 + 1,85398LD + 0,000751334EM - 0,000647768LD*EM$, $R^2 = 0,59$), houve uma redução linear de 0,0018g no peso do ovo e 0,0006g no peso da gema, para cada 1% de LD e 1 kcal de EM/kg a mais na ração (Tabela 3).

Em um estudo com níveis de EM (2.850, 2.950 e 3.050 kcal de EM/kg) para codornas japonesas em postura, no período de 45 à 157 dias de idade, Pinto et al., (2002) observaram que o peso dos ovos reduziu linearmente com o aumento dos níveis de energia na ração.

Neste trabalho ao mesmo tempo, observou-se que, com o aumento do nível de EM, e de LD houve uma redução no consumo de ração, causando, conseqüentemente, menor consumo energético e aminoacídico para aquelas aves alimentadas com os níveis mais baixos

Tabela 3. Qualidade de ovos de codornas japonesas em fase de produção criadas em ambiente termoneutro alimentadas com rações contendo níveis de lisina digestível e energia metabolizável

EM ¹ (kcal/kg)	2.600				2.875				3.150				CV ¹³	Efeito ¹⁴	Valor de P
LD ² (%)	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35			
PO (g) ³	10,73	11,07	11,40	10,90	11,16	11,17	11,11	11,02	11,33	11,17	11,08	11,15	4,633	Interação ¹⁵	0,00822
PG (g) ⁴	3,30	3,38	3,45	3,36	3,35	3,38	3,39	3,36	3,45	3,38	3,35	3,36	5,916	Interação ¹⁵	0,00000
% G ⁵	30,37	30,05	30,44	30,73	29,67	29,94	29,87	30,76	30,06	30,02	29,75	29,70	5,420	Linear ¹⁷	0,04755
UH ⁶	92,24	92,50	91,74	91,95	91,84	91,78	92,33	92,22	91,00	91,44	91,34	92,25	1,605	Interação ¹⁵	0,01081
PA (g) ⁷	6,60	6,81	7,07	6,71	6,95	6,91	6,82	6,78	6,96	6,91	6,84	6,90	5,70	Linear ¹⁷	0,04770
% A ⁸	62,16	62,09	61,82	62,94	62,69	62,78	62,29	62,09	62,22	62,63	62,31	62,41	3,505	NS ¹⁸	0,13220
PH	8,86	8,86	8,82	8,87	8,84	8,86	8,83	8,83	8,86	8,85	8,86	8,84	0,740	NS ¹⁸	0,27607
GE ⁹	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	0,249	Linear ¹⁷	0,00005
PC (g) ¹⁰	0,83	0,88	0,88	0,84	0,86	0,88	0,90	0,89	0,92	0,89	0,89	0,89	6,156	Quadrático ¹⁶	0,02326
% C ¹¹	7,59	7,86	7,74	7,71	7,64	7,75	7,96	8,08	7,96	7,90	7,94	7,89	5,467	Linear ¹⁷	0,00360
EC ¹²	0,24	0,25	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	6,079	Linear ¹⁷	0,02487
	Equações de regressão								R ²		Estimativas				
											LD		EM		
PO = 4,61727 + 5,03099LD + 0,00227733EM - 0,00176765LD*EM									1,00		----		----		
PG = 1,22342 + 1,85398LD + 0,000751334EM - 0,000647768LD*EM									0,59		----		----		
% G = 32,8010 - 0,000934710EM									0,97		----		----		
UH = 114,797 - 17,5811LD - 0,00829125EM + 0,00640151LD*EM									0,83		----		----		
PA = 6,30559 + 0,000191112EM									0,98		----		----		
GE = -1,06544 + 25,1850LD + 0,00000320076EM									0,90		----		----		
PC = 0,205161 + 0,814138LD - 0,354532LD ² + 0,0000750190EM									1,00		1,15%		----		
% C = 6,38832 + 0,362049LD + 0,000362354EM									0,96		----		----		
EC = 0,220866 + 0,00000983201EM									1,00		----		----		

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; ³Peso do ovo; ⁴Peso da gema; ⁵Porcentagem de gema; ⁶Unidade Haugh; ⁷Peso do albúmen; ⁸Porcentagem de albúmen; ⁹Gravidade Específica; ¹⁰Peso da casca; ¹¹Porcentagem de casca; ¹²Espessura da casca; ¹³Coefficiente de variação; ¹⁴Análise de regressão; ¹⁵Interação entre os níveis de LD e EM; ¹⁶Efeito quadrático da LD; ¹⁷Efeito Linear; ¹⁸Efeito não significativo;

de EM e LD, refletindo, assim, na produção de ovos mais leves.

Moura et al. (2009), estudando níveis de lisina total sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas, observaram efeito quadrático para o peso dos ovos, apresentando estimativa de maior peso dos ovos (10,92 g/ovo) com o nível de 1,06% de lisina total. Reis et al. (2006), trabalhando com a exigência nutricional de lisina total para codornas europeias em postura, avaliando os níveis de 0,85 a 1,25% de lisina total na ração, verificaram aumento linear para o peso de gema, em função do aumento dos níveis de lisina total na ração.

A porcentagem de gema (%G) reduziu linearmente ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de EM na ração. Conforme a equação de regressão, para cada 1 kcal de EM adicionado à ração houve uma redução de 0,0009% na porcentagem de gema dos ovos. Embora os resultados tenham apresentado redução na porcentagem de gema, os valores percentuais médios de gema obtido no presente experimento são semelhantes àqueles citados por Murakami e Arika (1998) de 31,14%.

Os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com os de Liu et al. (2005) e Jardim Filho et al. (2004), que também não observaram efeitos da suplementação de lisina digestível sobre a porcentagem de gema de ovos de poedeiras.

Como os componentes sólidos do albúmen do ovo 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 e, de forma similar, afetaria a quantidade de gema (Schmidt et al., 2011).

A Unidade Haugh (UH) apresentou interação significativa ($P < 0,05$) em função dos níveis de LD e EM na ração, de acordo com a equação de regressão, houve um aumento linear na UH com o aumento dos níveis de LD e EM na ração.

A Unidade *Haugh* é utilizada para avaliação da qualidade do albúmen. Sabe-se que quanto maior a altura do albúmen, melhor a qualidade do ovo (Oliveira e Oliveira, 2013). A

altura de albúmen denso é uma estrutura em gel composta por glicoproteínas (ovomucina) a qual possui lisina na sua composição. Desta forma, deduz-se que para se obter os maiores índices de UH, maiores níveis de LD foram necessários, porém, em combinação com níveis de EM da dieta.

Para peso do albúmen (PA) observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) em função do aumento dos níveis de EM na ração. O acréscimo no peso e porcentagem de albúmen vai depender da relação entre proteína e aminoácidos e proteína e energia. Essa relação com a energia, segundo a hipótese de Gous-Morris (Morris, 2004), é justificada pelo fato de que quando a dieta é formulada com energia metabolizável, as mudanças em sua concentração dietética são acompanhadas por mudanças nas especificações de aminoácidos.

Dietas com inclusão de algum óleo ou gordura tendem a diminuir a velocidade do trânsito digestivo e melhorar a utilização dos nutrientes para a formação das proteínas do albúmen, o que justifica os valores de efeito linear para a EM encontrados nesta pesquisa.

Como não houve efeito dos níveis de LD sobre o PA, resultados contrários ao encontrado neste trabalho foi verificado por Ribeiro et al., (2013), que ao estudar níveis de LD em rações para codornas de postura, observou que o maior peso do albúmen foi estimado com 1,12% de LD na ração.

A porcentagem e o pH do albúmen não apresentaram efeito ($P > 0,05$) em função dos níveis de LD e EM nas rações.

O pH do albúmen pode ser utilizado como medida de qualidade, refletindo as variações resultantes do tempo e temperatura de armazenagem dos ovos. Em ovos frescos, o pH varia em torno de 7,7 podendo chegar à 9,0 – 9,5 quando estocado (Oliveira e Oliveira, 2013).

Quando o ovo é posto, a parte aquosa tem certa quantidade de CO_2 em excesso, resultando em um pH ácido. À medida que o tempo passa, o CO_2 vai saindo do ovo por meio dos poros da casca, em consequência, menores quantidades de hidroxônio (H_3O^+) serão

produzidos e o pH vai subindo causando fluidificação do albúmen, que é acelerada com o aumento da temperatura, resultando na alteração do sabor e palatabilidade do ovo (Sarcinelli et al. 2007). Pelo fato dos ovos terem sido analisados muito próximos ao período de postura e pelas aves terem sido criadas em ambiente de temperatura controlada (23,27°C), os valores de pH do albúmen foram muito semelhantes, independente do tratamento estudado.

O aumento dos níveis de EM e LD na ração proporcionaram aumento linear ($P < 0,05$) dos valores de gravidade específica (GE) dos ovos de codornas.

A gravidade específica é considerada uma avaliação indireta da qualidade da casca, sendo uma estimativa da quantidade de casca depositada e está relacionada à porcentagem de casca. De acordo com Oliveira e Oliveira (2013), comprovou-se que variações no peso específico do ovo são devidas principalmente a alterações da densidade da casca. São consideradas como gravidades específicas normais quando expressam valores entre 1,080 e 1,085 e valores inferiores a este são indicativos de tendência de piora na qualidade da casca. Desta forma, os valores encontrados na pesquisa realizada estão de acordo com os valores normais citados pelos autores acima.

O peso da casca aumentou linearmente ($P < 0,005$) com o incremento de EM nas dietas e foi influenciado de forma quadrática ($P < 0,05$) pelos níveis de LD. De acordo com a equação de regressão ajustada, o maior peso da casca (0,90 g) para ovos de codornas foi estimado com rações contendo 1,15% de LD e com níveis de EM igual ou maior que 3.150 kcal EM/kg (Figura 2).

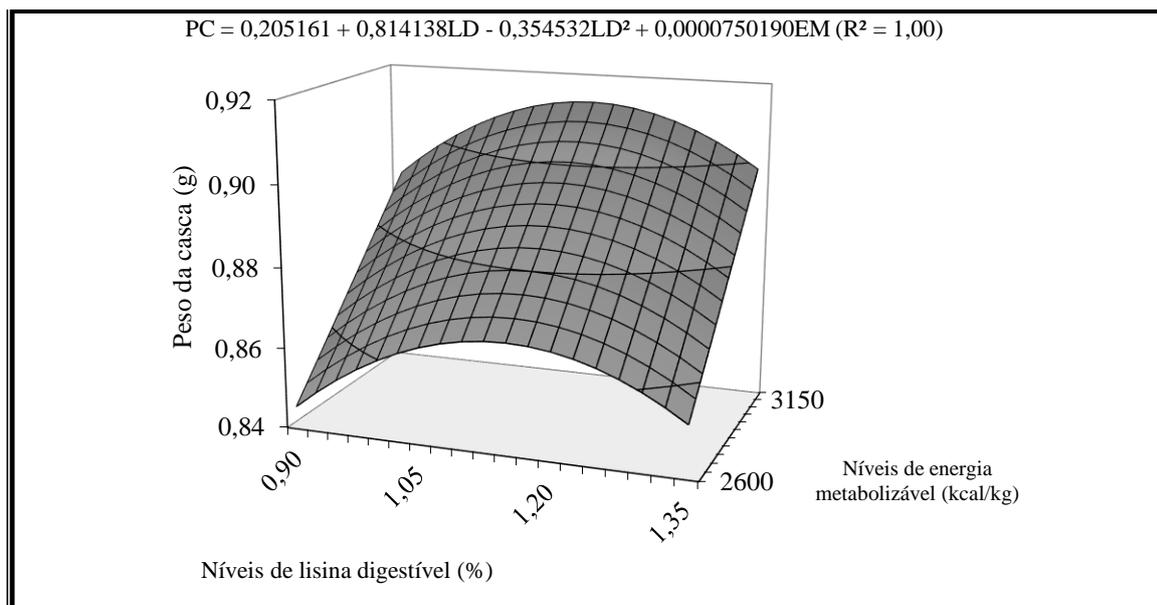


Figura 2. Peso da casca de ovos de codornas japonesas em postura alimentadas com níveis de lisina digestível e energia metabolizável

A porcentagem de casca (%C) apontou aumento linear ($P < 0,05$) em função da LD e EM em que, para cada 1% de LD na ração, observou-se aumento de 0,36% na porcentagem de casca e para cada 1 kcal de EM a mais na ração houve um aumento 0,0003% na porcentagem de casca.

Verificou-se aumento linear ($P < 0,05$) para a espessura de casca (EC) com o aumento de EM na ração, de acordo com a equação.

A espessura da casca está relacionada com a idade e peso da poedeira e com o tamanho do ovo (Oliveira e Oliveira, 2013). Observando os dados de desempenho do presente estudo, os maiores pesos das codornas foram observados para os tratamentos com maiores níveis de EM, e da mesma forma maiores espessuras de casca para os ovos destas mesmas aves.

Com relação ao valor de L^* não verificou-se efeito significativo em função dos níveis de LD e EM nas rações (Tabela 4). Por outro lado, observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para as variáveis valores de a^* e b^* da gema de ovos de codornas em função do aumento dos níveis de EM.

Tabela 4. Cor de gema de ovos de codornas japonesas em fase de produção criadas em ambiente termoneutro alimentadas com rações contendo níveis de lisina digestível e energia metabolizável

EM ¹ (kcal/kg)	2.600				2.875				3.150				CV ³	Efeito ⁴	Valor de P
	LD ² (%)	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20			
Valores L	54,28	54,34	54,46	54,40	54,69	53,94	53,83	54,47	54,64	54,23	54,57	53,95	1,727	NS ⁵	0,17070
Valores a*	-1,10	-1,82	-1,87	-1,67	-1,32	-1,03	-1,07	-1,16	-1,65	-1,20	-1,49	-1,28	37,258	Quadrática ⁶	0,00000
Valores b*	40,86	39,18	38,98	39,27	41,37	41,61	41,18	41,68	40,62	41,17	40,06	40,14	4,120	Quadrática ⁶	0,00000
Equações de regressão									R ²		Estimativas				
											LD		EM		
Valores a* = -41,8975 + 0,027969EM – 0,00000479847EM ²									1,00		----		2.914 Kcal		
Valores b* = -117,317 – 1,56765LD + 0,109992EM – 0,0000188354EM ²									1,00		----		2.919 Kcal		

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; ³Coefficiente de variação; ⁴Análise de regressão; ⁵Efeito Não significativo; ⁶Efeito quadrático da EM

De acordo com as equações de regressão ajustada, os melhores valores de a^* (-1,14) e b^* (41,15) foram estimados com rações contendo 2.914 e 2.919 kcal EM/kg, respectivamente.

Os valores de a^* apresentaram-se com valores negativos, o que é caracterizado por uma intensidade de cor mais próxima ao verde. Os valores de b^* mostraram valores positivos, com tendência ao amarelo.

A cor da gema não é indicativa 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 dos animais.

A pigmentação da gema pode variar de amarelo levemente claro à laranja escuro, conforme a alimentação, devido a pigmentos naturais e características individuais da ave. As rações formuladas para codornas contêm o milho amarelo como principal fonte de energia e de pigmentos naturais, como xantofilas, que contribuem para produção de gema de coloração alaranjada.

A pigmentação da gema do ovo é decorrente da incorporação de xantofilas (grupo de pigmentos carotenoides), sendo a luteína e a zeaxantina, as principais xantofilas presentes no milho, componente basal da maioria das rações para aves. Nesta pesquisa, como a quantidade de milho adicionado às rações experimentais foi diferente para todos os tratamentos, 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.

Gunawandara et al. (2008), encontraram melhoria na coloração das gemas à medida que se aumentavam os níveis de EMAn. Os autores atribuíram essa diferença à facilitação da absorção das xantofilas (pigmentos da gema) por aves que se alimentam com rações ricas em óleos e/ou gorduras, devido à lipossolubilidade desse pigmento.

À análise econômica realizada sobre a produção de ovos (Tabela 9), apontou efeito quadrático ($P < 0,05$) da receita bruta (RB) e do lucro operacional (LO) em função do aumento dos níveis de EM na ração. As estimativas de melhor RB e LO foram obtidos com rações contendo 3.043 e 3.066 kcal EM/kg na ração.

O índice de lucratividade (IL) apresentou efeito linear ($P < 0,05$) em função da EM e LD, sendo que para cada 1% de aumento de LD na ração houve redução de 15,32% e para cada 1 kcal de EM adicionado na ração houve um acréscimo de 0,009% sobre o IL. O aumento dos níveis de lisina digestível nas rações proporcionou maior inclusão de aminoácidos sintéticos, onerando os custos das rações e conseqüentemente reduzindo os lucros.

Tabela 5. Análise econômica da produção de ovos de codornas japonesas em fase de produção criadas em ambiente termoneutro alimentadas com rações contendo níveis de lisina digestível e energia metabolizável

EM ¹ (kcal/kg) LD ² (%)	2.600				2.875				3.150				CV ⁷	Efeito ⁸	Valor de P
	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35	0,90	1,05	1,20	1,35			
PR (R\$/Kg) ³	0,81	0,89	1,00	1,11	0,82	0,88	0,99	1,10	0,83	0,89	1,00	1,11	-	-	-
RB (R\$) ⁴	0,96	0,97	0,90	0,93	1,14	1,13	1,15	1,11	1,08	1,16	1,20	1,17	16,98	Quadrático ⁹	0,00109
LO (R\$) ⁵	0,76	0,75	0,66	0,66	0,93	0,90	0,89	0,83	0,89	0,94	0,95	0,89	19,70	Quadrático ⁹	0,00141
IL (%) ⁶	78,28	77,34	72,02	70,29	81,01	79,35	77,72	74,25	82,05	80,56	79,41	76,01	4,21	Linear ¹⁰	0,00000
Equações de regressão									R ²		Estimativas				
											LD		EM		
RB = -9,42463 + 0,00695830EM - 0,00000114317EM ²									1,00		----		3.043Kcal		
LO = -8,47356 + 0,00613016EM - 0,000000999673EM ²									1,00		----		3.066 Kcal		
IL = 68,9186 - 15,3196LD + 0,00894306EM									0,98		----		----		

¹Energia metabolizável; ²Lisina digestível; Preço da ração; ⁴Receita Bruta; ⁵Lucro Operacional; ⁶Índice de Lucratividade; ⁷Coefficiente de variação; ⁸Análise de regressão; ⁹Efeito quadrático da EM; ¹⁰Efeito Linear LD e EM;

Conclusão

A melhor conversão alimentar grama de ração por grama de ovo é obtido com rações contendo 1,11% de lisina digestível com níveis de energia metabolizável igual ou maior que 3.150 kcal/kg de ração.

A melhor qualidade de casca de ovos de codornas japonesas é obtido com rações contendo 1,15% de lisina digestível com níveis de energia metabolizável igual ou maior que 3.150 kcal/kg de ração, obtendo assim ovos com cascas mais resistentes a quebra e melhorando a viabilidade da produção.

Os níveis de 2.914 e 2.919 kcal de EM/kg na ração, proporcionam os melhores valores para os padrões de coloração da gema cor a* e b*, favorecendo a aceitabilidade por parte dos consumidores.

Os melhores valores de receita bruta e lucro operacional são obtidos com rações contendo 3.043 e 3.066 kcal EM/kg na ração, evidenciando que níveis maiores de energia metabolizável na ração promovem melhora na produção de ovos de codornas.

Referências bibliográficas

- Albino, L. F. T.; Barreto, S. L. T. 2003. Codornas. Criação de codornas para produção de ovos e carne. Aprenda Fácil, Viçosa.
- Baião, N.C.; Lara, L.J.C. 2005. Oil and fat in broiler nutrition. Revista Brasileira de Ciência Avícola, 7:129-141.
- 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 (D. Sc.) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Barreto, S. L. T.; Quirino, B. J. S.; Brito, C. O.; Umigi, R. T.; Araujo, M. S.; Coimbra, J. S. R.; Rojas, E. E. G.; Freitas, J. F.; Reis, R. S. 2007. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas na fase inicial de postura. Revista Brasileira de Zootecnia 36:79- 85.
- Bible, B. B.; Singha, S. 1993. Canopy position influences cielab coordinates of peach color. Hortscience, Alexandria 28: 992-993.
- Castelló, J.A.L.; Pontes, M.; Gonzalez, F.F. 1989 Producción de huevos. Escuela de Avicultura, Barcelona:Real.
- Cavalcante, L. E.; Costa F. G. P; Lima, R. C.; Dantas, L. S.; Lobato, G. B. V.; Rodrigues, V. P.; Santos, C. S.; Vidal Júnior, 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: 166-168.
- Ceccantini, M. L.; Yuri, D. 2008. Otimização da formulação de ração para poedeiras com base em aminoácidos digestíveis. In: Anais do Curso de Atualização em Avicultura de Postura Comercial, Jaboticabal.
- Corrêa, G.S.S.; Silva, M.A.; Corrêa, A.B. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. 2008. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.60, p.209-217.
- Costa, F. G. P.; Rodrigues, V. P.; Goulart, C. C.; Lima Neto, R. C.; Souza, J. G.; Silva, J. H. V. 2008. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. Revista Brasileira de Zootecnia 37:2136-2140.
- Demuner, L. F.; Vargas, J. G.; Petrucci, F. B. 2009a. Níveis nutricionais de lisina digestível em rações de codornas japonesas. In: Anais Zootec, Associação Brasileira de Zootecistas, Águas de Lindóia. Available at: <<http://www.abz.org.br>> Accessed on: Nov. 8, 2015
- Demuner, L. F.; Vargas, J. G.; SCOTTÁ, B. A. 2009b. Níveis nutricionais de lisina digestível para codornas japonesas alimentadas com rações contendo 19,5% de proteína bruta. In: Anais Zootec, Associação Brasileira de Zootecistas, Águas de Lindóia. Available at: <<http://www.abz.org.br>> Accessed on: Nov., 8, 2015.
- Freitas, A.C.; Fuentes, M.F.F.; Freitas, E.R. 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.
- Goulart, C.C. Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- Gunawardana, P.; Roland, SR., D.A.; Bryant, M.M. Effect of energy and protein on performance, egg components, egg solids, egg quality, and profits in molted Hy-Line W-36 hens. 2008. J. Appl. Poult. Res., v.17, p.432-439.

- Jardim Filho, R.M.; Stringhini, J.H.; Nascimento, A.H.; Leandro, N. S. M.; Silva, T.; Santos, P. M. 2004. Influência dos níveis de lisina sobre o desempenho de poedeiras comerciais - Hy-Line W 36. *Revista Brasileira Ciencia Avícola* 6: 104.
- Leeson, S., Caston, L., Summers J. D. 1996. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. *Poultry Science*, v.75, p.522-528.
- Liu, Z.; Wu, G.; Bryant, M. M.; Roland, D. A. 2005. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0,75. *Journal of Applied Poultry Research* 14:174-182.
- Martin, N. B.; Serra, R.; Oliveira, M. D. M., Ângelo J. A.; Okawa, H. 1998. Sistema "CUSTAGRI": sistema integrado de custos agropecuários *Informações Econômicas*, Piracicaba 28: 4-7.
- Morris, T. R. 2004. Nutrition of chicks and layers. *World's Poultry Science Association* 60:5-12.
- Moura, A.M.A; Soares, R.T.R.N; Fonseca, J.B., Mendonça Vieira, R. A.; Hurtado Nery V. L..2009. Efecto de diferentes niveles dietéticos de lisina total sobre la calidad del huevo de codornices japonesas (*Coturnix japónica*). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 17: 67-75.
- Moura, G. S.; Barreto, S. L. T.; Lanna, E. A. T. 2010. Efeito da redução da densidade energética de dietas sobre as características do ovo de codorna japonesa. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39:1266-1271.
- Murakami, A.E.; Ariki, J. 1998. Produção de codornas japonesas. *JFunep-Unesp, Jaboticabal*.
- Murakami, A.E. Nutrição e alimentação de codornas japonesas em postura. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 39., 2002, Recife. *Anais...Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 2002. p.283-309.
- Mutschler, M. A.; Wolfe, D. W.; Cobb, E. D.; Yourstone, K. S. 1992. Tomato fruit-quality and shelf-life in hybrids heterozygous for the alc ripening mutant. *Hortscience*, Alexandria, 27: 352-355.
- Noblet, Jean. Net energy evaluation of feeds and determination of net energy requirements for pigs. 2007. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(Suppl.), 277-284.
- NRC - National Research Council. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. National Academy Press, Washington, D.C.
- Oliveira, B. L; Oliveira, D. D. 2013. Qualidade e tecnologia de ovos – Ed. UFLA, Lavras.
- Pinto, R.; Ferreira, A. S.; Albino, L. F. T.;Gomes, P. C.; Vargas Júnior, J. G.. 2002 Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32: 1761-1770.
- Pinto, R.; Ferreira, A. S.; Donzele, J. L. Silva; M. A.; Rita da Trindade Ribeiro Nobre Soares, R. T. R. N.; Custódio, G. S.; Pena, K. S.. 2003. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32: 1182-1189.
- Reis, R. S.; Umigi, R.T.; Pinheiro, S.R. 2006. Exigência nutricional de lisina para codornas européias em postura. In: *Anais Congresso Internacional de Zootecnia (ZOOTEC)*, Associação Brasileira de Zootecnia.
- 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.; Albino, L. F. T. 2013. Digestible lysine levels in diets for laying Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 42: 489-495.
- Ribeiro, M.L.G., Silva, J.H. V., DANTAS, M. O.. 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.

- Rostagno, H.S; Albino, L. F. T.; Donzele, J. L.; Gomes, P. C.; Oliveira, R. F.; Lopes, D. C.; Ferreira, A. S.; Barreto, S. L. T.; Euclides, R. F. 2011. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. UFV, Viçosa.
- SAEG (1997) Sistema para Análises Estatísticas. Viçosa, Fundação Arthur Bernardes. CD-ROM.
- Sarcinelli, M. F; Venturine, K. S; Silva, L.C. 2007. Características dos ovos. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Boletim Técnico - PIE-UFES:00707.
- Schmidt, M.; Gomes, P. C.; Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Nunes, R. V.; 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, A. P. 2011. Níveis de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em diferentes fases do ciclo de produção e seus efeitos sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,
- Stadelman, W.J e Cotterill, O.J. 1995. *Egg science and technology*. Food Products Press, New York.
- Ton, A.P.S; Furlan, A.C.; Martins, E.N.; Toledo, J. B.; Scherer, C.; Conti, A. C. M. 2011. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40:593-601.
- Whitehead, C.C.; Bowman, A.S.; Griffin, H.D. 1993. Regulation of plasma estrogen by dietary fats in the laying hen: relationships with egg weight. *Br. Poult. Sci.*, v.34, p.999-1010.

CONCLUSÕES GERAIS

A criação de codornas antes vista como atividade alternativa para pequenos produtores, 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 através 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, é de suma importância, principalmente para servir de alicerce para as tabelas de exigências nutricionais, com a finalidade de formular rações de mínimo custo e máximo retorno econômico,

consequentemente reduzindo a excreção de nitrogênio para o meio ambiente.

O Brasil têm também grande potencial para crescimento na coturnicultura, visto que o grande entrave sempre deste tipo de produção é a alimentação e a disponibilidade deste aqui no país torna-se economicamente viável em função de ser um grande produtor de grãos.