



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**NÍVEIS DE ARGININA DIGESTÍVEL E ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA
CODORNAS JAPONESAS**

ANA PAULA BERNARDINO DA SILVA

**AREIA-PB
2014**

ANA PAULA BERNARDINO DA SILVA

**NÍVEIS DE ARGININA DIGESTÍVEL E ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA
CODORNAS JAPONESAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Colegiado do Curso de
Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
graduando em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

**AREIA-PB
2014**

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

S586n Silva, Ana Paula Bernardino da.

Níveis de arginina digestível e energia metabolizável para codornas japonesas /
Leonardo Santos Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2014.
32 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

Bibliografia.

Orientador: Fernando Guilherme Perazzo Costa.

1. Avicultura 2. Codornas em postura 3. Codornas – Produção de ovos 4. Coturnix
coturnix japônica I. Costa, Fernando Guilherme Perazzo (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 636.5

ANA PAULA BERNARDINO DA SILVA

**NÍVEIS DE ARGININA DIGESTÍVEL E ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA
CODORNAS JAPONESAS**

Orientador: _____
Professor Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa
Universidade Federal da Paraíba - CCA

Examinador (a): _____
Dr. Roseane Madeira Bezerra
Pós-doutorado, Universidade Federal da Paraíba- CCA

Examinador (a) _____
MSc. Danilo Teixeira Cavalcante
Doutorando em Zootecnia - PDIZ/UEPB

Areia - PB, ___/___/___

DEDICATÓRIA

Á Deus, por seu infinito amor e ajuda nas diferentes etapas de minha vida, me dando forças e, fazendo com que a cada dia eu acreditasse em mim mesmo quando às vezes não acreditava que seria capaz...

Aos meus pais Antônia Trajano da Silva e Clovis Bernardino da Silva que me trouxeram ao mundo e por todo amor incondicional.

Aos meus filhos Pedro Henrique e Lucas que são inspirações na minha vida, e são fonte de amor e esperança.

Aos meus irmãos Eudes, Luciana, Vanderly, Vanuza, Liety, Geniele, Isaac e Itaércia por todo o companheirismo e força nos momentos difíceis da vida.

À Maurício Javier de Leon, meu esposo, amigo e companheiro, por acreditar em mim e por todo incentivo que tem me dado.

AGRADECIMENTOS

À DEUS por estar sempre comigo me guiando em todos os momentos, me dando força e estando sempre presente mesmo na adversidade.

Aos meus pais Clovis Bernardino da Silva e Antônia Trajano da Silva pelo apoio incondicional para a realização do curso de Zootecnia.

A minha irmã Vanuza e o seu marido Isaias pelo incentivo brindado no início do meu curso e sem o qual nada teria sido possível.

Aos Meus irmãos: Eudes, Luciana, Vanderly, Geniele, Isaac e em especial Itaércia por toda ajuda que tem me dado durante a realização do meu curso. Ainda em especial a minha irmã Liety que me deu apoio moral no momento em que tanto precisei.

Ao professor, Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa, orientador e amigo, pela oportunidade oferecida em fazer parte do Grupo de Estudo em Tecnologia Avícola (GETA).

A todo Grupo que compõem o GETA, Matheus Ramalho, Rafael Souza, Sarah Pinheiro, Cleber Franklin, Sérgio, Danilo Cavalcante, Danilo Vargas, Bruno Lobato, Clara, Rafaela Castro, Léo Dantas, Lavosier Cavalcante, Liety Trajano, Giullyann, Guilherme Lima, Ângelo, Felipe, Kelvis, Layse, Sueldo, Cristina, Gabriela, Talita pela supervisão e convívio diário nas várias atividades desenvolvidas no Setor. Em especial Roseane Madeira a qual tem se mostrado uma grande amiga e que merece meu total respeito.

A uma grande amiga que levarei sempre no meu coração por todos os momentos que convivemos juntas e por todo apoio que me deu durante o nosso convívio em alojamentos, Ana Jaqueline Cavalcante muito obrigada.

Aos professores e funcionários do Departamento de Zootecnia os quais contribuíram de forma significativa na minha formação acadêmica.

Aos colegas de graduação em Zootecnia turma 2010.1, os quais fizeram parte da minha vida acadêmica e dividiram muitos momentos que serão lembrados para sempre.

A Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias pelo acolhimento e pela estrutura brindada ao meu trabalho de pesquisa.

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica que contribuiu na minha formação acadêmica, através dos projetos de pesquisa.

BIOGRAFIA

Ana Paula Bernardino da Silva, filha de Clovis Bernardino da Silva e Antônia Trajano da Silva, nasceu na cidade de Alagoa Nova-PB, no dia 12 de Fevereiro de 1979.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual de Ensino Médio e Fundamental Ministro José Américo de Almeida, na cidade de Areia-PB.

Prestou vestibular na Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias ingressando no curso de Zootecnia no ano de 2010.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Exigências Nutricionais para Codornas Japonesas em Postura (g/ave/dia).....	4
TABELA 2.	Composição percentual e valor nutricional das dietas.....	11
TABELA 3.	Níveis de arginina digestível e energia metabolizável sobre o desempenho de codornas japonesas em fase de postura.....	14
TABELA 4.	Desdobramento da relação arginina digestível: energia metabolizável sobre o consumo de ração e produção de ovos das codornas japonesas em fase de postura.....	16
TABELA 5.	Níveis de arginina digestível e energia metabolizável sobre as variáveis de qualidade de ovos de codornas japonesas.....	17

RESUMO

Objetivou-se determinar a melhor relação entre arginina digestível: energia metabolizável para codornas japonesas na fase de postura. Utilizou-se 360 codornas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 90 dias de idade. O design utilizado foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 3 x 3, com 5 repetições por tratamento de 8 aves cada. A dieta foi formulada de acordo com as exigências pré-estabelecidas exceto para os níveis de arginina digestível e energia metabolizável, que foram 1,215, 1,260 e 1,305% de arginina digestível e 2700, 2800 e 2900 kcal/kg de EM. A relação arginina: lisina foi mantida em 1,223% em todos os tratamentos. Houve diferença estatística para conversão por massa de ovo, onde o nível com 1,260% de arginina digestível apresentou melhor conversão por massa de ovo. Para a energia metabolizável verifica-se melhor produção de ovos com 2.800 kcal/kg de ração, os melhores resultados de conversão por massa de ovo foi verificado nos tratamentos com 2.800 e 2.900 kcal/kg, não diferindo estatisticamente. Em relação ao consumo de ração, foi verificado menor consumo no maior nível de energia (2.900 kcal/kg) oferecido na ração. No desdobramento arginina digestível e energia metabolizável observa-se um menor consumo de ração com 1,260 e 1,215% de arginina digestível e 2.900 kcal/kg de energia metabolizável. Para a produção de ovos, verificou-se menor produção com 1,260% de arginina digestível e 2.900 kcal/kg de energia metabolizável. Na qualidade de ovo verifica-se diferença significativa dos níveis de arginina digestível para espessura de casca, onde o nível de 1,215% apresentou maior espessura. Para os níveis de energia metabolizável verifica-se diferença no peso da gema e casca, onde os maiores valores ocorreram com 2.800 kcal/kg de energia metabolizável. Pelos resultados obtidos pode-se concluir que a necessidade de arginina digestível e energia metabolizável para promover melhor desempenho e qualidade de ovo para codornas em postura é de 1,260 de arginina digestível e 2.800 kcal de energia metabolizável/kg de ração.

Palavras-chaves: produção de ovos, *coturnix coturnix* japônica, exigência nutricional

ABSTRACT

The objective was to determine the best ratio between digestible arginine: metabolizable energy for Japanese quails in posture. We used 360 Japanese quail on subspecies (*Coturnix coturnix japonica*) were 90 days old. The design used was completely randomized in 3 x 3 factorial arrangement with 5 replicates per treatment of 8 birds each. The diet was formulated according to pre-established except for the levels of arginine and metabolizable energy, which were 1.215, 1.260 and 1.305% of digestible arginine and 2.700, 2.800 and 2.900 kcal / kg of ME. The arginine: lysine ratio was maintained at 1.223% in all treatments. Was no statistical difference for conversion by egg mass, where the level with 1.260% digestible arginine showed better conversion by egg mass. For metabolizable energy there is better egg production with 2.800 kcal / kg diet, the best results of conversion by egg mass was observed in the treatments with 2.800 and 2.900 kcal / kg, did not differ statistically among themselves. Regarding feed intake, lower intake was observed in the higher energy level (2.900 kcal / kg) in the diet offered. In the unfolding digestible arginine and metabolizable energy observed a lower feed intake with 1.260 and 1.215% of arginine and 2.900 kcal / kg of metabolizable energy. For egg production, there was lower production with 1.260% of arginine and 2,900 kcal / kg of metabolizable energy. As egg-significant difference in the levels of arginine to shell thickness, where the level of 1.215% was significantly thicker. For levels of energy there is difference in weight of yolk and shell, where the highest values occurred with 2.800 kcal / kg of metabolizable energy. From the results obtained it can be concluded that the need of digestible and metabolizable energy arginine to promote optimum performance and egg quality of quails is 1.215% of arginine and 2.800 kcal metabolizable energy/kg diet.

Keywords: production of eggs, *coturnix coturnix japonica*, nutritional requirement

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	Vi
RESUMO.....	Vii
ABSTRACT.....	Viii
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Exigência nutricional de proteína para codornas em postura.....	3
2.2. Aminoácidos para codornas.....	5
2.3. Arginina em dietas de codornas em postura.....	6
2.4. Energia Metabolizável em dietas de codornas em postura.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1.Local, animais e instalação.....	10
3.2.Dietas experimentais.....	10
3.3.Variáveis avaliadas.....	12
3.4. Análises estatísticas.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÃO.....	19
6. REFERÊNCIAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura tem-se destacado nos últimos anos. Os avanços no conhecimento dos requerimentos nutricionais em diferentes estágios de desenvolvimento, tipos de instalações e clima têm trazido constantes melhoras no desempenho zootécnico das aves.

Essa atividade vem mostrando estabilidade, assim como rentabilidade e boas perspectivas de crescimento para o futuro próximo. Mesmo sem o conhecimento real no consumo de ovos de codornas pela população, o desenvolvimento tecnológico do setor, assim como nas possibilidades de exportação e a expansão demográfica, estima-se que em 2020 estarão alojadas mais de 36 milhões de codornas, com um consumo de 30 ovos de codorna/per capita/ano (Bertechini, 2010).

O crescimento da criação de codornas, especialmente para a produção de ovos, tem evoluído constantemente no Brasil. Segundo Silva et al. (2011), o Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de ovos de codornas da espécie *coturnix coturnix japônica* (codorna japonesa). Mesmo com a produção crescente, há pouca informação sobre a nutrição de codornas japonesas. Para viabilizar a exploração racional é necessária à realização de pesquisas, com vistas a implementação de corretos programas de alimentação, especialmente na fase inicial de criação das codornas, onde o volume de pesquisas é ainda menor, comparativamente à fase de produção.

A nutrição direcionada à produção tem sido peça chave na coturnicultura, atendendo as exigências nutricionais e obtendo bons resultados comerciais, uma vez que a maior parte dos custos de produção está relacionada com a alimentação durante o período de alojamento das aves. A proteína, os aminoácidos industriais adicionados às rações e o nível de energia são responsáveis por uma porção significativa dos custos, sendo necessário o estabelecimento de níveis nutricionais mínimos que promovam o máximo desempenho produtivo animal com menores custos de produção (Marin, 2014).

Na criação dessas aves, os estudos sobre as exigências dos aminoácidos são crescentes, de modo que se faz relevante a busca pelo atendimento desses nutrientes tal como a arginina, tendo em vista que a diminuição no excesso de proteína bruta (PB) da dieta, trará como resultado direto a redução de excreção de nitrogênio no meio ambiente e a redução do custo da alimentação.

As exigências em aminoácidos devem ser cuidadosamente estimadas, pois há possibilidade de ocorrer antagonismos entre aminoácidos, principalmente se o aminoácido antagônico estiver em excesso. Por exemplo, a leucina possui antagonismo com a isoleucina e a valina, pois os três aminoácidos possuem uma cadeia longa, ramificada e similar, competindo pelo mesmo sistema de transporte através das membranas celulares e usando os mesmos complexos enzimáticos para degradação (Peganova & Eder, 2003).

O clássico antagonismo lisina e arginina são induzidos pelo desequilíbrio na relação entre estes dois aminoácidos, de modo que, o excesso de lisina estimula a arginase renal, aumentando o catabolismo de arginina no organismo e causando, portanto, sintomas de deficiência de arginina, devido às aves não possuírem ciclo da ureia funcional (D'Mello, 2003).

Além do aporte aminoacídico adequado, o nível energético é importante, pois é o componente nutricional que regula o consumo e, conseqüentemente, o desempenho das aves (Barreto et al., 2007).

Um dos desafios na produção avícola nos trópicos são as altas temperaturas que influenciam no desempenho produtivo dos animais. Várias estratégias nutricionais foram sugeridas para aliviar os efeitos negativos do estresse por calor, uma delas é o adensamento das rações. Esta prática resume-se no aumento do nível de energia metabolizável, proteína ou aminoácidos da dieta.

Portanto, as exigências nutricionais das aves devem ser expressas em relação ao seu conteúdo energético e quanto as suas exigências protéicas considerando todo o perfil aminoacídico (Chwalibog & Baldwin, 1995; Murakami, 2002).

Assim, objetivou-se determinar a melhor relação entre arginina digestível e energia metabolizável para codornas japonesas na fase de postura.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Exigência nutricional de proteína para codornas em postura

Devido às codornas terem ficado mais pesadas, mais produtivas, com ovos maiores e com maior resistência (Oliveira, 2007), é necessário fornecer dietas que atendam suas exigências nutricionais com relação ao potencial genético, idade, sexo, ambiência e sanidade.

Para as aves, a proteína é um dos nutrientes importantes nas dietas, pois fornece os aminoácidos necessários para o desempenho e produção de ovos. À medida que são utilizados níveis maiores de proteína bruta na dieta as exigências das aves por aminoácidos essenciais (aminoácidos sintetizados em pequenas quantidades pelas aves) e não essenciais (que as aves sintetizam) aumentam, sugerindo menor eficiência da utilização protéica associada ao desequilíbrio dos aminoácidos (Rostagno et al., 2002).

A exigência de proteína é influenciada, principalmente, pela quantidade de energia metabolizável (EM) da dieta e dos ingredientes usados na formulação das rações. Lee *et al.* (1977 a,b) concluíram que o nível de 24% de proteína bruta (PB) é necessário em dietas iniciais de codornas e este nível pode ser reduzido para 20% na terceira semana de idade. Murakami *et al.* (1993ab) concluíram que a necessidade de proteína e energia metabolizável para codornas em crescimento é de 20% de PB e 3.000 kcal EM/kg, respectivamente. Murakami *et al.* (1993b) mostraram que a exigência protéica e energética para codornas em postura é de 18% de PB e 2.700 kcal EM/kg, enquanto que o NRC (1994) recomenda 20% de PB e 2.900 kcal EM/kg. Até um nível mínimo de 16% de PB pode ser utilizada sem prejudicar a taxa de produção de ovos, entretanto, com esse nível protéico, o tamanho dos ovos será diminuído.

Com a produção comercial dos aminoácidos industriais, nos últimos anos, foi proposto o conceito de proteína ideal. Conforme Mitchel (1964), proteína ideal pode ser definida como o balanço exato dos aminoácidos, sem deficiências ou excessos, com o objetivo de satisfazer as exigências absolutas deste nutriente para manutenção e máximo ganho de proteína corporal, reduzindo assim o uso destes como fonte de energia e promovendo menor excreção de nitrogênio.

A base das formulações de rações para a região Nordeste são os ingredientes como o milho e o farelo de soja, que em grande parte suprem as necessidades das aves

em energia e proteína, porém não atendem as necessidades em aminoácidos essenciais (Jordão Filho et al., 2006), sendo necessário a suplementação com aminoácidos industriais.

Duas tabelas sobre exigências de codornas de postura foram publicadas no Brasil, a “Tabela para codornas japonesas e européias” de Silva & Costa (2009) e as “Tabelas brasileiras para aves e suínos” de Rostagno et al. (2011) onde na 3ª edição, foi publicado um capítulo sobre as exigências nutricionais de codornas japonesas. Tais tabelas trazem as reais exigências dessas aves, visto que foram estabelecidas com resultados de pesquisas realizadas no Brasil.

A tabela 1 apresenta as recomendações nutricionais para codornas japonesas em fase de produção (Rostagno et al., 2011).

Tabela 1. Exigências Nutricionais para Codornas Japonesas em Postura (g/ave/dia).

Nutriente	Codornas Japonesas					
Proteína bruta	4,94					
Cálcio	0,768					
Fósforo disponível	0,080					
Fósforo digestível	0,073					
Sódio	0,038					
Ácido linoleico	0,256					
Energia Metabolizável	2900					
Peso corporal, Kg	0,165		0,175		0,189	
Ganho, g/dia	0,11		0,02		0,00	
Massa de ovo, g/dia	10,00		10,85		10,32	
Aminoácido¹	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina	0,268	0,301	0,288	0,324	0,276	0,310
Metionina	0,121	0,133	0,130	0,143	0,124	0,136
Metionina + Cistina	0,220	0,244	0,237	0,262	0,226	0,251
Treonina	0,161	0,190	0,173	0,204	0,166	0,195
Triptofano	0,056	0,063	0,061	0,068	0,058	0,065
Arginina	0,311	0,341	0,335	0,366	0,320	0,350
Glicina + Serina	0,306	0,359	0,328	0,386	0,315	0,369
Valina	0,201	0,229	0,216	0,246	0,207	0,236
Isoleucina	0,174	0,196	0,187	0,211	0,179	0,202
Leucina	0,402	0,446	0,433	0,480	0,414	0,459
Histidina	0,113	0,124	0,121	0,133	0,116	0,127
Fenilalanina	0,199	0,220	0,213	0,104	0,204	0,226
Fenilalanina + Tirosina	0,362	0,401	0,389	0,431	0,373	0,412

FONTE: Adaptado de Rostagno et.al (2011)

As exigências em proteínas são na forma de aminoácidos digestíveis, representando avanço em relação à formulação de rações com base em aminoácidos totais, em virtude da maior segurança dos resultados nos ensaios de substituição de alimentos convencionais por aqueles com deposição de proteína mais eficiente e com um custo mais baixo (Silva et al., 2000).

2.2.Aminoácidos para codornas

Os aminoácidos são estruturas químicas muito similares e, em alguns casos, competem pelo mesmo sítio de absorção, gerando o antagonismo aminoacídico. Esses nutrientes podem apresentar diversas funções metabólicas e ainda agir como precursor de muitos constituintes não protéicos no corpo, tais como, regulação da temperatura corporal, intervenção dos neurotransmissores e neuroreceptores, regulação do apetite, etc (Cardoso, 2012).

Os aminoácidos não são importantes apenas por fazerem parte das proteínas, apresentam funções específicas no metabolismo animal, desta forma, é importante considerar suas funções quando suas exigências são determinadas (MURAKAMI, 2002).

Os aminoácidos são utilizados pelo organismo para síntese de proteína e de outros metabólitos especiais. Se a quantidade desses nutrientes na dieta excederem a quantidade exigida, os excessos são catabolizados servindo às cadeias de carbono como fonte de energia e sendo o nitrogênio e o enxofre excretados (Bercovici, 1988).

Dietas deficientes em um ou vários aminoácidos essenciais impedem o crescimento e produção normal de ovos, além de proporcionar doenças e mortalidade nas aves. Desta forma é necessária a determinação das exigências diárias destes aminoácidos para síntese protéica, garantindo assim níveis ótimos de produção e manutenção (Santos, 2013).

A metionina é o primeiro aminoácido limitante na ração de codornas em dietas a base de milho e farelo de soja (Mandal et al. 2005). Este aminoácido é fisiologicamente essenciais para manutenção, crescimento dos animais e para o desenvolvimento das penas (Pinto et al. 2003).

A lisina é o segundo aminoácido limitante para aves, depois da metionina, sua ingestão em excesso pode desencadear um efeito aminostático que afetaria o consumo

(Macari et al., 1994). Altos níveis de lisina no sangue prejudicam a reabsorção de arginina nos túbulos renais e causariam um aumento na excreção da arginina. A degradação da arginina via arginase renal chega a níveis de 30 a 40% da arginina consumida, quando são fornecidas rações com quantidades limitadas de arginina e com excesso de lisina (Andriquetto et al., 1999).

O triptofano pertence à classe dos aminoácidos essenciais, ou seja, não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo às suas necessidades. Dependendo da dieta, este aminoácido pode ser considerado como terceiro limitante para aves, seguido da metionina e da lisina. Segundo Smith et al. (1983), a via de oxidação do triptofano leva produção de serotonina no cérebro e, em razão deste fato, à alguns trabalhos têm sido realizados visando testar o efeito sedativo do triptofano, via serotonina.

A valina, normalmente o quarto aminoácido limitante para aves, é indispensável para a deposição de proteína corporal e crescimento. Em dietas com baixo nível de proteína, normalmente a valina se torna limitante pois sua concentração nos grãos, como o milho, é menor que no farelo de soja (Corrent & Primot, 2009) e somado a isso, a proteína do milho é rica em leucina, outro aminoácido de cadeia ramificada que possui efeito antagônico sobre a valina (Waldroup, 2007).

Existem evidências experimentais que aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) estão envolvidos com a imunidade (Tuesta, 2013).

Atualmente, o preço da suplementação de algum destes aminoácidos ainda onera os custos de produção, mas, a exemplo do que ocorreu com outros aminoácidos, como lisina, metionina, treonina, triptofano e valina, as indústrias de nutrição e avícolas tem mostrado grande interesse nas pesquisas sobre utilização destes produtos para a otimização do desempenho das aves. Comprovando os ganhos no desempenho, haverá maior interesse na utilização destes aminoácidos, alavancando sua produção em maior escala, bem como a maior comercialização e redução nos custos (Santos, 2013).

2.3.Arginina em Dieta de Codornas Japonesas em postura

A arginina é um aminoácido essencial, considerado um dos mais limitantes em dietas a base de milho e de farelo de soja para as aves (Edmonds et al., 1985). Por não possuírem o ciclo da uréia funcional, as aves apresentam maior exigência de arginina que os mamíferos (Baker, 1991).

A arginina participa da síntese do óxido nítrico, o qual é considerado um dos mais importantes mediadores de processos intra e extracelulares (Dusse et al., 2003). O óxido nítrico está relacionado com a atividade fagocitária; promove o desenvolvimento dos linfócitos, e desenvolvimento, crescimento e integridade do timo, órgão linfóide primário (Gómez, 2002).

De modo geral, o antagonismo pode causar aumento e/ou redução da atividade de enzimas específicas do metabolismo dos aminoácidos. Além da maior atividade da arginase, o antagonismo lisina: arginina diminui a atividade da enzima glicinaamidinotransferase no fígado e, possivelmente, limita a formação de creatina (Andriquetto et al., 1999), entretanto, o aumento do nível de arginina em dieta rica em lisina alivia o efeito depressivo causado pelo antagonismo (Gadelha et al., 2003).

As aves não conseguem sintetizar ornitina a partir do glutamato pela ausência da enzima ornitina-aminotransferase e não podem converter ornitina para citrulina pela ausência da enzima ornitina-transcarbamoilase e com isso não apresentam o ciclo da uréia. Portanto a única maneira de se formar ornitina nas aves é pela ação da enzima arginase sobre a arginina. Outra função da arginina é que juntamente com a glicina e a metionina fazem parte da síntese da creatina encontrada no músculo esquelético, cardíaco e no tecido nervoso, em especial como fosfocreatina, importante no mecanismo energético da contração muscular (Bacila, 2003).

Reis et al. (2012) trabalharam com relações de arginina digestível com lisina digestível em rações de codornas japonesas com 162 dias de idade, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos e concluíram que para proporcionar os melhores resultados de desempenho das aves e qualidade de ovos, as codornas não exigem ração contendo relação superior a 1,16:1,00 de arginina digestível: lisina digestível, correspondendo ao consumo diário de arginina digestível de 288,84 mg.

Lima et al. (2007) que trabalharam com galinhas poedeiras utilizando um arranjo fatorial constituído de três níveis de arginina (0,64; 0,72 e 0,79%) na relação com a lisina. Quando esses autores consideraram o efeito dos níveis de arginina em cada nível de lisina observaram melhores resultados de produção e conversão alimentar no menor nível de lisina (0,71%) e no maior nível de arginina (0,79%). No mesmo estudo, foi encontrado maior peso dos ovos nos níveis de 0,72% de arginina e 0,78% de lisina, sendo recomendada a utilização de 0,64% de arginina e 0,71% de lisina para galinhas

poedeiras em postura, correspondendo a relação arginina digestível com lisina digestível de 0,91.

As recomendações nutricionais no Brasil de arginina para codornas japonesas em postura podem ser verificadas nas publicações de Silva & Costa (2009) e Rostagno et al. (2011) que sugerem uma relação de arginina digestível com lisina digestível de 1,26 e 1,16, respectivamente.

2.4. Energia Metabolizável em Dietas de Codornas Japonesas em Postura

A energia é o principal componente nutricional que determina o desempenho das aves, sendo destinado à produção apenas 20% da energia consumida via dieta (NETO, 2003). O consumo de alimentos pelos animais é regulado principalmente pela densidade energética, em calorias, das rações (Savoldi, et al. 2012).

Em rações de aves poedeiras o conteúdo energético pode variar de 2800 a 2900 Kcal de EM/Kg de ração, e essa variação pode ser alterada de acordo com a fase de produção da ave (Albino; Barreto, 2003).

À medida que o nível de energia da dieta aumenta, tanto o consumo de alimento como a conversão alimentar melhoram, mas o ganho de peso vivo não é afetado. Alguns estudos (Oliveira et al. 2002; Kaur et al. 2006) apontam que linhagens pesadas consomem mais alimento e tem uma taxa mais alta de ganho de peso corporal do que as linhagens produtoras de ovos. Silva e Costa (2009) descrevem que as codornas modulam estreitamente o consumo da ração em função da temperatura ambiental e da densidade energética da dieta. Os mesmos autores e o NRC recomendam 2800 e 2900 kcal/kg, respectivamente.

Avaliando níveis crescentes de energia metabolizável (2.500, 2.700, 2.900 e 3.100 kcal de EM/kg de ração) para codornas japonesas em fase inicial de postura, Murakami (1993) observou que o aumento do nível energético reduziu o consumo de ração, a porcentagem de postura e o peso dos ovos, recomendando o nível de 2.700 kcal de EM/kg de dieta como nível satisfatório. Cordeiro et al. (2003) recomendaram 2.850 kcal de EM/kg para melhor conversão alimentar por massa de ovo e 2.600 kcal de EM/kg para maior produção e peso de ovo em codornas japonesas.

Moura et al. (2008) avaliaram dietas de diferentes densidades energéticas e relação energia metabolizável: nutrientes constante na alimentação de codornas japonesas em postura e verificaram aumento de 8,9% no consumo de ração quando a densidade energética reduziu de 2900 para 2500 kcal de EM/kg. Freitas et al. (2005), também, verificaram

aumento linear do consumo de ração com a redução do nível de energia para codornas japonesas. Dessa forma, pode-se inferir que o comportamento alimentar de codornas é semelhante ao de galinhas poedeiras, que alteram o consumo de ração de acordo com o nível de energia da dieta influenciando diretamente na qualidade dos ovos produzidos.

Portanto, pode-se observar que tanto o excesso quanto a deficiência no consumo de energia podem ocasionar perda de produtividade. Segundo Neto (1999), o excesso de energia pode promover super ovulação, aumento da produção de ovos de duas gemas e da absorção de óvulos na cavidade abdominal, conduzindo a aumento do intervalo de postura e, conseqüentemente, dos prejuízos na produção. Ao mesmo tempo, os efeitos da desnutrição sobre o atraso da maturidade sexual, redução do peso corporal, do nível das reservas corporais, do pico e da persistência de postura podem levar o plantel de codornas ao descarte mais cedo (Silva e Costa, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, animais e instalação

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), no período de dezembro de 2012 a abril de 2013. As variáveis ambientais temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa do ar no interior do galpão foram medidas diariamente, sendo estas de 23,85°C e 78% respectivamente.

Foram utilizadas 360 codornas japonesas (*coturnix coturnix japonica*) com 90 dias idade e taxa média de postura de 95,5%. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 3 x 3 (nível de arginina digestível vs níveis de energia metabolizável) estabelecendo nove tratamentos e cinco repetições de 8 aves cada.

As aves foram alojadas durante todo período experimental em gaiolas de 33 x 33 x 14 cm, onde receberam rações experimentais em comedouros tipo calha e bebedouros tipo *nipple*. O programa de luz adotado foi o contínuo com 17 horas de luz (natural + artificial), durante todo o período experimental. A coleta de ovos foi feita diariamente às 7 horas da manhã.

3.2. Dietas experimentais

As rações foram compostas por milho e farelo de soja e formuladas segundo as recomendações nutricionais de Silva & Costa (2009), exceto para os níveis de arginina digestível e energia metabolizável, que foram 1,215, 1,260 e 1,305%, bem como 2.700, 2.800 e 2.900 kcal/kg respectivamente. A relação arginina digestível: lisina digestível foi constante, 1,223 em todos os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Composição percentual e valor nutricional das dietas

INGREDIENTES	TRATAMENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Milho 7,88%	58,241	57,721	57,413	58,416	57,590	57,306	56,096	55,330	55,007
F. Soja 45, 22%	31,150	31,663	31,764	31,120	31,706	31,800	31,520	32,051	32,179
Calcário	7,086	7,086	7,086	7,086	7,086	7,086	7,086	7,086	7,086
Fosfato bicálcico	0,954	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950	0,950
Sal comum	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534	0,534
Óleo de soja	0,100	0,100	0,100	1,179	1,279	1,271	3,112	3,200	3,200
DL-Metionina	0,157	0,178	0,204	0,157	0,178	0,204	0,160	0,181	0,206
L-Lisina HCl	0,105	0,136	0,181	0,106	0,135	0,180	0,098	0,129	0,173
L-Treonina	0,000	0,017	0,041	0,000	0,017	0,041	0,000	0,018	0,041
L-Valina	0,034	0,056	0,087	0,034	0,056	0,087	0,034	0,057	0,087
L-Isoleucina	0,102	0,125	0,155	0,103	0,124	0,155	0,100	0,123	0,153
L-Arginina	0,030	0,061	0,104	0,030	0,060	0,103	0,025	0,056	0,099
Premix mineral	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075	0,075
Premix vitamínico	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
C. de colina 60%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ¹	1,221	1,087	1,096	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL									
Proteína Bruta %	19,011	19,346	19,565	19,013	19,351	19,570	18,995	19,320	19,547
Energia Metabolizável, kcal/kg	2700	2700	2700	2800	2800	2800	2900	2900	2900
Calcio, %	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
Pd, %	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280
Sódio, %	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Cloro, %	0,389	0,395	0,404	0,390	0,395	0,404	0,388	0,393	0,402
Met + cistina dig., %	0,675	0,700	0,725	0,675	0,700	0,725	0,675	0,700	0,725
Met digestível, %	0,413	0,436	0,461	0,413	0,436	0,460	0,414	0,437	0,462
Lisina digestível, %	0,994	1,030	1,067	0,994	1,030	1,067	0,994	1,030	1,067
Treonina digestível, %	0,646	0,670	0,694	0,646	0,670	0,694	0,646	0,670	0,694
Triptofano digestível, %	0,210	0,213	0,213	0,210	0,213	0,213	0,211	0,214	0,214
Valina digestível, %	0,839	0,870	0,901	0,839	0,870	0,901	0,839	0,870	0,901
Isoleucina digestível, %	0,839	0,870	0,901	0,839	0,870	0,901	0,839	0,870	0,901
Arginina digestível, %	1,215	1,260	1,305	1,215	1,260	1,305	1,215	1,260	1,305
Leucina digestível, %	1,518	1,530	1,530	1,518	1,530	1,530	1,510	1,520	1,522
Histidina digestível, %	0,471	0,476	0,476	0,471	0,476	0,477	0,471	0,475	0,476
Glicina + serina digestível, %	1,586	1,603	1,606	1,586	1,604	1,606	1,588	1,604	1,608
Fenil digestível, %	0,877	0,887	0,888	0,877	0,887	0,888	0,878	0,887	0,889
Fenil + tiros digestível%	1,500	1,516	1,518	1,500	1,517	1,519	1,501	1,516	1,519

¹ areia lavada

3.3. Variáveis avaliadas

O experimento teve uma duração de 105 dias, dividido em cinco períodos de 21 dias cada. As variáveis avaliadas foram consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), massa de ovo (g), conversão por massa (g/g) e por dúzia de ovo (kg/dz), gravidade específica (g/cm³), porcentagem de casca, gema e albúmen (%), peso de casca, albúmen e gema (g), e espessura de casca.

O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras experimentais, pesadas no início e final de cada período de 21 dias. A produção dos ovos foi anotada por período, em planilhas de postura, diariamente às 7h da manhã, dividindo a quantidade de ovos totalizados por parcela pelo número de aves.

Nos últimos três dias de cada período, os ovos de cada parcela foram pesados individualmente para a obtenção do peso médio dos ovos. O cálculo da massa de ovo foi realizado pelo produto da produção de ovos e do peso médio dos ovos por parcela. A conversão alimentar por massa de ovo foi calculada através da relação entre o consumo de ração e massa de ovo produzida, e a conversão por dúzia de ovos foi calculada pela relação entre o consumo de ração dividido pela produção, sendo esse resultado multiplicado por doze.

Nos três últimos dias finais de cada período foram selecionados quatro ovos por parcela, sendo que, 2 foram utilizados para a gravidade específica e 2 foram utilizados para determinação do peso e porcentagem de gema, de albúmen e de casca. A porcentagem foi realizada após separação manual destes componentes. A porcentagem de cada um dos componentes do ovo foi obtida dividindo-se o peso do componente pelo peso do ovo, em seguida multiplicando o resultado por 100. As cascas foram pesadas após secas em estufa a 105 °C durante 4 horas, em seguida foi medida a espessura na linha média do ovo, com o auxílio de um micrometro digital, com uma precisão de 0,1 mm.

A gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação salina, conforme metodologia descrita por Hamilton (1982). A cada final de período experimental foram selecionados dois ovos por parcela; em seguida, foram feitas imersões dos ovos em diferentes soluções salinas com os devidos ajustes para um

volume de 25 litros de água com densidades que variavam de 1,070 a 1,100 g/cm³ com intervalo de 0,0025 g/cm³. Os ovos foram colocados nos baldes com as soluções, da menor para a maior densidade e foram retirados ao flutuarem, sendo anotados os valores respectivos das densidades correspondentes às soluções dos recipientes.

3.4. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa Statistical Analysis System (SAS, 2000), sendo os dados submetidos a comparações de médias realizadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ($p=0,0221$) para conversão por massa de ovo, onde o nível com 1,260% de arginina digestível proporcionou melhor conversão por massa de ovo. Para a energia metabolizável verifica-se maior produção de ovos com 2.800 kcal/kg de ração, os melhores resultados de conversão por massa de ovo foi verificado nos tratamentos com 2.800 e 2.900 kcal/kg, não diferindo estatisticamente entre ambos. Em relação ao consumo de ração, foi verificado menor consumo no maior nível de energia (2.900 kcal/kg) oferecido na ração (Tabela 3).

Tabela 3. Níveis de arginina digestível e energia metabolizável sobre o desempenho de codornas japonesas em fase de postura

	Variáveis					
	CR (g/ave/dia)	PR (%)	PO (g)	MO (g)	CMO (kg/kg)	CDZ (kg/dz)
<i>Arginina digestível, %</i>						
1,215	25,95	90,87	11,65	10,53	2,448 ab	0,346
1,260	25,11	89,49	11,67	10,62	2,379 b	0,339
1,305	25,89	89,70	11,66	10,47	2,497 a	0,349
Média	25,65 ± 0,15	90,02 ± 0,41	11,66 ± 0,05	10,54 ± 0,07	2,441 ± 0,01	0,345 ± 0,00
<i>Energia metabolizável, kcal/kg</i>						
2700	26,35 a	90,40 ab	11,61	10,43	2,535 a	0,350
2800	25,74 ab	91,49 a	11,74	10,69	2,410 b	0,338
2900	24,86 b	88,08 b	11,63	10,49	2,383 b	0,348
Média	25,65 ± 0,15	89,99 ± 0,41	11,66 ± 0,05	10,54 ± 0,07	2,443 ± 0,01	0,345 ± 0,00
<i>Probabilidade</i>						
ARG	0,0548	0,2017	0,9861	0,6680	0,0221	0,2114
EM	0,0012	0,0025	0,5949	0,2810	0,0020	0,0798
ARG*EM	0,0128	0,0004	0,7641	0,3052	0,3799	0,0500
CV (%)	3,97	3,05	3,04	4,56	4,59	4,35

Letras diferentes nas colunas diferem ($p=0,05$), pelo teste de Tukey
Coeficiente de variação, CV; Consumo de ração, CR; Produção de ovos, PR; Peso do ovo, PO; Massa de ovo, MO; Conversão por massa de ovos, CMO e Conversão por dúzia de ovos, CDZ.

Reis et al. 2009 estudaram a relação arginina digestível e lisina digestível para codornas em postura de 1,16; 1,21; 1,26; 1,31 e 1,36. Os autores não verificaram efeito significativo, inferindo que para proporcionar os melhores resultados de desempenho e qualidade de ovos para codornas japonesas não exige uma relação arginina digestível com lisina digestível maior que 1,16 correspondendo a um consumo diário de arginina digestível de 288,84 mg.

Tuesta, 2013 avaliou relações arginina com lisina digestível (1,01; 1,06; 1,11; 1,16; 1,21) para codornas japonesas em postura também não verificou efeito significativo sobre os parâmetros de desempenho e qualidade de ovos, portanto segundo a autora a relação de 1,01%, correspondendo a um consumo diário de 259,1 mg de arginina digestível atende as exigências para produção de ovos de codorna japonesa em postura.

Souza et al. (2006), Lobato & Costa (2009), Souza (2009), Reis et al (2012), trabalhando com níveis de arginina também não encontraram diferença significativa para conversão por massa de ovos.

Contudo, trabalhando com duas linhagens de galinhas poedeiras, Lima et al. (2007) verificaram que os melhores valores de conversão por massa de ovos foram observados no menor nível de lisina (0,71%) e no maior nível de arginina digestível (0,79%), utilizados, ou seja, com a relação 1,11.

Ribeiro et al. 2013 estudaram o efeito dos níveis de energia (2700; 2775; 2850; 2925 e 3000 kcal/kg) para poedeiras comerciais com 64 semanas de idade. Os autores verificaram que o aumento da energia não exerceu efeito sobre a produção, a massa e o peso de ovos. Contudo, o consumo de ração diminuiu e a conversão alimentar melhorou com o aumento dos níveis de energia na ração.

Normalmente, as exigências de energia de aves velhas são menores do que a de aves jovens, sobretudo por não haver mais crescimento corporal, e a massa de ovos produzida é também menor do que a das aves jovens. Dessa forma, como neste estudo as codornas iniciaram com 90 dias de idade, o nível de energia que proporcionou melhor parâmetro de desempenho foi com 2.800 kcal/kg de energia metabolizável.

O mecanismo de regulação de consumo de energia por poedeiras não é perfeito. Quando alimentadas com rações contendo níveis de energia, muito altos ou muito baixos, as aves tendem a consumir mais energia do que necessitam (Leeson e Summers, 2005), alterando o consumo dos outros nutrientes na ração.

Houve diferença significativa ($p=0,0129$) para a relação arginina digestível e energia metabolizável na ração sobre o consumo e produção de ovos. Observa-se no desdobramento um menor consumo de ração com 1,260 e 1,215% de arginina digestível e 2.900 kcal/kg de energia metabolizável. Para a produção de ovos, verificou-se menor produção com 1,260% de arginina digestível e 2.900 kcal/kg de energia metabolizável, as demais interações não diferenciaram entre si, e obtiveram boa produção de ovos, acima de 89% (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento dos níveis de arginina digestível: energia metabolizável sobre o consumo de ração e produção de ovos das codornas japonesas em fase de postura.

Variáveis	Níveis de arginina %	Níveis de energia metabolizável, kcal/kg			Média	CV (%)	Probabilidade
		2700	2800	2900			
CR (g/ave/dia)	1,215	26,91 Aa	26,22 ABa	24,71 Ba	25,95 ± 0,15	3,97	0,0129
	1,260	26,58 Aa	24,87 ABa	23,88 Ba	25,11 ± 0,14		
	1,305	25,56 Aa	26,14 Aa	25,98 Aa	25,90 ± 0,15		
	Média	26,25 ± 0,15	25,75 ± 0,15	24,85 ± 0,14			
PR (%)	1,215	89,24 Aa	92,42 Aa	90,96 Aa	90,88 ± 0,41	3,05	0,0004
	1,260	92,03 Aa	92,48 Aa	82,57 Bb	89,00 ± 0,40		
	1,305	89,93 Aa	89,56 Aa	89,61 Aa	89,70 ± 0,41		
	Média	90,40 ± 0,41	91,50 ± 0,42	87,70 ± 0,40			

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha e minúsculas na mesma coluna diferem ($p=0,05$), pelo teste de Tukey.

Coefficiente de variação, CV; Consumo de ração, CR; Produção de ovos, PR.

Na literatura não há dados de interação entre níveis de energia metabolizável e arginina digestível para codornas japonesas na fase de postura. Sabe-se que a energia metabolizável é uma propriedade nutricional estratégica em sistemas de criações em que se utiliza alimentação à vontade, pois o consumo alimentar é regulado principalmente pela densidade calórica da ração e que pode determinar a eficiência produtiva e econômica da atividade. Normalmente as exigências de proteína bruta, aminoácidos e de outros nutrientes são expressas em função dos níveis de energia metabolizável da ração (Silva et al., 2003).

Dessa forma, quando se verifica alto teor de energia na ração é provável ocorrer a redução do consumo, como observado na Tabela 4. Verifica-se que as aves alcançaram o menor consumo de ração e também a melhor produção de ovos com 1,215% de arginina digestível e 2.900 kcal/kg de energia metabolizável, ou seja, a energia fornecida nessa ração promoveu o consumo necessário para obter um aporte de arginina e aminoácidos ideais, sem antagonismo, para expressar sua melhor produção de ovos.

Houve diferença significativa ($p=0,002$) dos níveis de arginina digestível para espessura de casca, onde o nível de 1,215% apresentou maior espessura. Para os níveis de energia metabolizável verifica-se diferença no peso da gema e casca, onde os

maiores valores ocorreram com 2.800 kcal/kg de energia metabolizável na ração das codornas na fase de postura (Tabela 5).

Tabela 5. Níveis de arginina digestível e energia metabolizável sobre as variáveis de qualidade de ovos de codornas japonesas.

Níveis	PA (g)	Perc.A (%)	PG (g)	Perc.G (%)	PC (g)	Perc.C (%)	EC (mm)	GE (g/cm ³)
<i>Arginina digestível, %</i>								
1,215	6,81	58,46	3,83	32,90	1,01	8,64	204 a	1,075
1,260	6,88	58,93	3,80	32,57	0,99	8,50	200 ab	1,087
1,305	6,84	58,66	3,83	32,84	0,99	8,50	198 b	1,080
Média	6,85	58,68	3,82	32,77	1,00	8,54	200	1,080
<i>Energia metabolizável, kcal/kg</i>								
2700	6,86	59,07	3,77 b	32,48	0,98 b	8,45	200	1,085
2800	6,83	58,20	3,89 a	33,18	1,01 a	8,62	201	1,074
2900	6,84	58,79	3,79 ab	32,65	0,99 ab	8,56	199	1,082
Média	6,85	58,68	3,82	32,77	1,00	8,54	200	1,080
<i>Probabilidade</i>								
ARG	0,871	0,720	0,710	0,778	0,108	0,321	0,002	0,223
EM	0,978	0,330	0,024	0,359	0,005	0,272	0,649	0,246
ARG*EM	0,737	0,603	0,471	0,618	0,450	0,469	0,195	0,131
CV (%)	2,76	2,73	3,14	4,17	2,43	3,43	2,13	1,67

ARG – arginina; EM – Energia metabolizável; CV – Coeficiente de variação; PA - Peso do albúmen; Perc.A - Percentagem de albúmen; PG - Peso de gema; Perc.G - Percentagem de gema; PC - Peso de casca; Perc. C - Percentagem de casca; PC - Espessura de casca; GE - Gravidade específica.

Recomendações nutricionais no Brasil de arginina para codornas japonesas em postura podem ser verificadas nas publicações de Silva & Costa (2009) e Rostagno et al. (2011) que sugerem um nível de 2,51 e 1,273% de arginina digestível, e a relação de arginina digestível com lisina digestível de 1,26 e 1,16, respectivamente.

De acordo com este experimento 1,215% de arginina digestível promove melhores resultados de espessura de casca. Os ovos são expostos a danos na casca durante a postura, coleta e transporte, dando origem à uma perda elevada na produção devido à cascas quebradas e/ ou trincadas. O uso de nutrientes que forneçam melhor qualidade de casca possibilita maior aceitação ao mercado consumidor e menor probabilidade de perdas ao produtor.

Ribeiro et al. 2013 avaliaram o efeito dos níveis de energia metabolizável (2700kcal/kg; 2775kcal/kg; 2850kcal/kg; 2925kcal/kg e 3000kcal/kg) para poedeiras comerciais de 64 semanas de idade. Os autores verificaram aumento da percentagem de casca com o aumento do nível de energia.

Costa *et al.* (2004) e Junqueira *et al.* (2006) encontraram menores pesos e porcentagens de casca com o aumento dos níveis de EMAn. Estes autores atribuíram o

menor peso e porcentagem de casca à menor ingestão de cálcio por poedeiras que consomem rações com altos valores energéticos.

Carioca et al. 2010 estudaram níveis de proteína e energia (2700, 2800 e 2900 kcal de EM/kg) na ração de poedeiras e verificaram efeito significativo para o peso da casca e gema, que foi influenciado pelos níveis de energia, onde 2.900 kcal de EM/kg apresentou melhor peso de casca e gema.

Para energia metabolizável as publicações de Silva & Costa (2009) e Rostagno et al. (2011) recomendam para codornas japonesas em postura 2.800 kcal/kg de ração. Dessa forma, para energia metabolizável este estudo está de acordo com as publicações nutricionais de 2009 e 2011, pois os melhores resultados de qualidade de ovo foram observados neste nível.

5. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que a necessidade de arginina digestível e energia metabolizável para promover melhor desempenho e qualidade de ovos para codornas em postura é de 1,260 de arginina digestível e 2.800 kcal de energia metabolizável/kg de ração.

6. REFERENCIAS

- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de Codornas para Produção de Ovos e Carnes**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 289p.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 1999. v.1, 395 p.
- ARIN, J.F.V. **Níveis Nutricionais de Triptofano Digestível e Energia Metabolizável para Codornas Japonesas em Postura**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) -Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias. 2014.
- BACILA, M. **Bioquímica Veterinária**. 2. ed. São Paulo: Robe Editorial, 2003. 583p.
- BAKER, D.H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions. **Poultry Science**, v.70, p, 1797-1805, 1991.
- BERTECHINI, A.G. Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil. In: IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura. 2010. Lavras: **Anais...** Lavras - MG, 2010.
- BERCOVICI, D. Más información nutricional = flexibilidade em La formulación de alimentos pra broilers = optimización de La producción. **Avicultura Profesional**, v.16, p.27-28, 1988.
- CARDOSO, A.S. **Exigências nutricionais de Treonina e Triptofano Digestível para Poedeiras Leves de 60 a 76 Semanas de Idade**. Areia PB, 2012, 67f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, 2012.
- CARIOCA, S.T.; GUIMARÃES CRUZ, F.G.; MATOS, P.G.J. et al. 2010. Influência dos níveis energéticos e protéicos em rações de poedeiras leves em Manaus. *Arch. Zootec.* 59 (227): 455-458.
- COSTA, F.G.P.; SOUZA, H.C.; GOMES, C.A.V. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na produção e qualidade dos ovos de poedeiras da linhagem Lohmann Brown. *Cienc. Agrotec.* v.28, p.1421-1427, 2004.
- CORDEIRO, M. D. et al. Níveis de energia metabolizável para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase inicial de postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. (CD-ROM).

- CORRENT, E.; PRIMOT, Y. L-valine: release the potential of your feed!. Ajinomoto Eurolysine S.A.S., 2009. 32p. (Circular técnica, 33).
- CHWALIBOG A.; BALDWIN R.L. Systems to predict the energy and protein requirements of laying fowl. **World's Poultry Science Journal**; v.51, p. 187-196, 1995.
- DUSSE, L. M. S., VIEIRA, L. M., CARVALHO, M. G. Revisão sobre óxido nítrico. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v.39, n.4, p.343-350, 2003.
- EDMONDS, M. S.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Limiting amino acids in lowprotein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, v.64, n.8, p.1519- 1526, 1985.
- GÓMEZ, V. G. La inmunidad sustentada en la utilización de algunos aminoácidos. In: CONFERÊNCIAS SOBRE AMINOÁCIDOS SINTÉTICOS, 14, 2002, México, D. F. **Resúmenes...** México, D. F.: FERMEX, 2002. p.1-10.
- JORDÃO FILHO, J.; VILAR, J. H. S.; SIVA, E. L. et al. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1728-1734, 2006.
- JUNQUEIRA, O.M.; LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S. et al. Effects of energy and protein levels on egg quality and performance of laying hens at early second production cycle. *J. App. Poul. Res.*, v.15, p.110-115, 2006.
- KAUR , S. et al. Responses of growing japanese quails (heavy body weight line) to graded levels of essential amino acid concentrations in diets with or without fishmeal. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n.2, p. 320-327, 2006.
- LEE, T.K.; SHIM, K.F.; TAN, E.L. Protein requirement of growing Japanese quails in the tropics. **Sing. J. Pri. Ind.**, v.5, p.70-81, 1977a.
- LEE, T.K.; SHIM, K.F.; TAN, E.L. Protein requirement of laying Japanese quails in the tropics. **Sing. J. Pri. Ind.**, v.5, p.82-90, 1977 b.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Commercial poultry nutrition*. Guelph, CA: University Books, 2005. 398p.
- LIMA, M. R.; SILVA, J. H. V. Efeito da relação lisina: arginina digestível sobre o desempenho de poedeiras comerciais no período de postura. **Revista Acta Veterinária Brasileira**, v. 1, n. 4, p. 118-124, 2007.

- LOBATO, G.B.V.; COSTA, F.G.P. Exigência de arginina digestível para codornas aponesas nas fases de crescimento e postura. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, 17., 2009, Areias. Anais... Areias: UFPB, p.373, 2009.
- MURAKAMI, A.E., MORAES, V.M.B., ARIKI, J., JUNQUEIRA, O.M., KRONKA, S.N. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.22, p.541-551,1993a.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 375p.
- MITCHELL, H.F. 1964. Comparative nutrition of man and domestic animals. New York: Academic Press.
- MURAKAMI, A.E., MORAES, V.M.B., ARIKI, J., JUNQUEIRA, O.M., KRONKA, S.N. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em crescimento. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.22, p.534-540, 1993b.
- MURAKAMI, A.E. Nutricao e alimentacao de codornas japonesas em postura. In: REUNIAO ANUL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECCIA, 39, recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, p. 283-309, 2002.
- MURAKAMI, A. E. et al. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 4, p. 534-540, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC Nutrient requeriment of poultry. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- NETO, G.J. Aspectos nutricionais que afetam as características específicas do ovo de incubação. In: CONFERÊNCIA APINCODE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA. **Anais...** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. P. 145-164, 2003.
- OLIVEIRA, B.L. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. p.11-16.
- OLIVEIRA, E. G. et al. Desempenho produtivo de codornas de ambos os sexos para corte alimentadas com dietas com quatro níveis protéicos. **Archives of Veterinary Science**, v. 7, p. 75-80, 2002.

- PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, v.82, p.100-105, 2003.
- REIS R.S.; BARRETO, S.L.T.; PAULA, E. et al. 2009. Relação arginina digestível com lisina digestível para codornas japonesas na fase postura. *Zootec*, Águas de Lindóia/SP.
- REIS, R. S.; BARRETO, S. L. T.; ABJAUDE, W. S. et al. Relationship of arginine with lysine in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.106-110, 2012.
- RIBEIRO, P.A.P.; MATOS JÚNIOR, J.B.; QUEIROZ, A.C.A. et al. 2013. Efeito dos níveis de energia para poedeiras comerciais no período final de produção sobre o desempenho, a conversão alimentar e energética e a qualidade de ovos. *Archivos de zootecnia* vol. 58, núm. 223, p. 410.
- ROSTAGNO, H. A.; VARGAS JR, J. G.; ALBINO, L. F. T; BERNAL, L. E. P. et al. Níveis de proteína e de aminoácidos em rações de pinto de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Suplemento 4, p.49; 2002.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 259 p.
- SANTOS, G.C. **Níveis de valina, isoleucina e arginina em dietas com baixo nível protéico para codornas japonesas em postura**. 2013. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2013.
- SANTOS, G. C.; GARCIA, E.A.; VIEIRA, J. A. et al. Níveis de valina em dietas de baixo nível proteico para codornas japonesas em postura. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...**Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012. (CD-ROM).
- SAVOLDI, T.L.; NUNES, R.V.; SCHEFER, C.; at al. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para o desempenho de pintos de corte de 1 a 10 dias de idade. **Scientia Agraria Paranaensis**. V.11, suplemento, p. 49-58, 2012.
- SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; GOULART, C. C. Formulação e fórmulas de rações para codornas. In: SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. (Eds.) **Tabelas para codornas japonesas e européias**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2009.

- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L. et al. Energia metabolizável de alimentos determinada com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). Rev. Bras. Zootec., v.32, supl.2, p.1912-1918, 2003.
- SILVA, J.H.V.; MUKAMI, F.; ALBINO, L.F.T. Uso de rações à base de aminoácidos digestíveis para poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1446-1451, 2000.
- SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J.; COSTA, F.G.P. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA - Zootec 2011. Maceió: **Anais...** Maceió – Al, 2011.
- SMITH, E.L.; HILL, R.L.; LEHMAN, I.R. et al. **Principles of biochemistry**. 7.ed. New York: McGraw-Hill Book, 1983. p.639-641.
- SOUZA, E.S.; STRINGHINI, J.H., CARVALHO, F.B. Desempenho de Poedeiras alimentadas com diferentes níveis de Lisina e Arginina Digestíveis durante o 1º Pico de Produção. In: CONGRESSO DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO DA UFG - CONPEEX, 3., 2006, Goiânia. Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação Científica [CD-ROM], Goiânia: UFG, 2006.
- SOUZA, H.R.B. Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais (Dissertação:Zootecnia) Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.
- TUESTA, G.M.R. 2013. Relações valina e arginina com lisina em rações para codornas japonesas em postura. Dissertação (mestrado em zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. **Viçosa**, MG, 72f.
- PINTO, C. R. et al. Exigência de Metionina mais Cistina para Codornas Japonesas em Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n.5, p. 1174-1181, 2003.
- WALDROUP, P.W. Do crude protein levels really matter?. In: 15th Annual ASAIM Southeast Asian Feed Technology and Nutrition Workshop. Anais... Indonesia: American Soybean Association International Marketing, 2007.