

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
VETERINÁRIAS**

THAMÍRYS VIANELLI MAURÍCIO

**NÍVEIS DE ARGININA E LISINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS PARA CODORNAS
JAPONESAS EM POSTURA**

ALEGRE- ES

2015

THAMIRYS VIANELLI MAURICIO

**NÍVEIS DE ARGININA E LISINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS PARA CODORNAS
JAPONESAS EM POSTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Nutrição e Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Dr.: José Geraldo de Vargas Junior

ALEGRE - ES

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Maurício, Thamírys Vianelli, 1988-
Níveis de arginina e de lisina digestíveis em dietas para codornas japonesas em postura / Thamírys Vianelli Maurício. – 2015.
71f. il.

Orientador: José Geraldo de Vargas Junior
Coorientador: Walter Amaral Barboza
Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Nutrição de aves. 2. Codornas. 3. Aminoácidos. 4. Arginina. 5. Ovos - Qualidade. I. Vargas Junior, José Geraldo de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Níveis nutricionais de arginina e lisina digestíveis em dietas para codornas japonesas em postura.

CDU:

THAMIRYS VIANELLI MAURICIO

**NÍVEIS DE ARGININA E LISINA DIGESTÍVEIS EM DIETAS PARA CODORNAS
JAPONESAS EM POSTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa em Nutrição e Reprodução Animal.

Aprovada em 17/07/2015.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. José Geraldo de Vargas Junior
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dr. Walter Amaral Barboza
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador

Prof^a Dra. Louisiane de Carvalho Nunes
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof^a. Dra. Rita Trindade Ribeiro Nobre Soares
Universidade Estadual Norte Fluminense

A **Deus**, que é a força propulsora de tudo que realizo.

Ao meu **amado Matheus**, pelo amor, apoio e
encorajamento.

Aos amados: **Helena, Rogério e Nathália**,
razão de minha existência.

Aos **amigos e colegas**, pela amizade,
Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias pelo acolhimento e por ter abraçado esse sonho ao meu lado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação (CAPES/MEC), pela concessão da bolsa que garantiu a execução desse trabalho.

À Deus que me dá força, luz, inspiração, coragem e é a fonte de todas as minhas conquistas.

Ao meu amado e querido esposo Matheus Faria de Souza, que é meu norte, meu guia e minha inspiração, pelo amor e amparo incondicional.

À minha família, meus pais Rogério Maurício e Helena Aparecida Vianelli Maurício, em especial a “mama” por sempre me apoiar incondicionalmente independente da distância que nos separa, pelo amor e carinho; à minha irmã Nathália Vianelli Maurício pela amizade sincera, carinho e amor. Aos tios (as), primos (as) pelo amparo, carinho, amizade e aos meus avós (Selmo Vianelli Ribeiro, Walter Maurício, Alice Conceição Fernandes e Derly Maria Ribeiro), *in memoriam*, que de onde quer que estejam me dão inspiração e força diariamente.

Ao meu orientador José Geraldo de Vargas Junior que se tornou um amigo, pelo amparo, compreensão, sabedoria, ensinamentos e amizade.

Ao meu coorientador, Walter Amaral Barboza pelo amparo, ensinamentos e amizade.

Aos meus amigos, em especial à minha parceira e companheira de “ap” em Alegre Rachel Medeiros, pela companhia, por agüentar minhas oscilações de humor durante as adversidades nos experimentos, pelo carinho e pela amizade.

Aos colegas de trabalho com os quais dividi esses dois anos, acertei e errei, ri e chorei, no entanto, o mais importante é a maturidade que adquiri com esse convívio.

Aos membros da banca: professoras Louisiane de Carvalho Nunes e Rita Trindade Ribeiro Nobre Soares pelo tempo e ensinamentos compartilhados.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa história.

RESUMO

MAURICIO, THAMIRYS VIANELLI. **Níveis de arginina e lisina digestíveis em dietas para codornas japonesas em postura.** 2015. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

Com o objetivo de avaliar diferentes níveis de arginina e lisina digestível em dietas para codornas japonesas em postura, bem como analisar o efeito antagônico entre esses aminoácidos, foram utilizadas 880 codornas com peso médio inicial de 180g aos 140 dias de idade. Distribuídas nas unidades experimentais em delineamento inteiramente casualizado. O estudo contou com dois ensaios, no primeiro foram utilizados cinco níveis crescentes de arginina digestível (1,148; 1,256; 1,364; 1,472; 1,580%) sob um nível fixo de lisina digestível de 1,083%, correspondendo à relação arginina: lisina digestível de 1,06; 1,16; 1,26; 1,36 e 1,46, o segundo ensaio foi caracterizado por um esquema fatorial (3x2), composto por três níveis de lisina digestível (1,083; 1,183; 1,283%) e dois níveis de arginina digestível (1,472 e 1,580%). Portanto, o primeiro ensaio foi composto por cinco tratamentos e o segundo de seis, ambos com dez repetições cada. No primeiro ensaio não foi verificado efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de arginina e lisina digestível a exceção da variável “ovos comercializáveis” (OC), em que, foi verificado efeito linear decrescente ($P=0,009$) de acordo com a equação: $\hat{Y} = -3,4444X + 103,1342$, $r^2=0,94$, sendo o melhor nível de arginina observado o de 1,148%. No segundo ensaio nenhuma das características em análise foram afetadas ($P>0,05$) pelos níveis de lisina e arginina digestíveis em estudo. Concluiu-se que o nível de arginina digestível que proporciona os melhores índices produtivos é o de 1,148% e que a melhor relação de lisina e arginina digestível para os parâmetros analisados foi 1,36:1,00.

Palavras-chave: aminoácidos. aves. nutrição

ABSTRACT

MAURICIO, THAMIRYS VIANELLI. **Arginine levels and digestible lysine in diets for Japanese quails.** 2015. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

In order to evaluate different levels of arginine and lysine in diets for Japanese quails and analyze the antagonistic effect of these amino acids were used 880 quail with average weight of 180g at 140 days of age. Distributed in the experimental units in a randomized design. The study had two runs in the first were used five increasing levels of digestible arginine (1,148; 1,256; 1,364; 1,472; 1,580%) under a fixed level of digestible lysine 1.083%, corresponding to arginine: lysine 1, 06; 1.16; 1.26; 1.36 and 1.46, the second trial was characterized by a factorial arrangement (3x2), composed of three levels of lysine (1.083; 1.183; 1.283%) and two levels of arginine (1,472 and 1,580%). So the first test was composed of five treatments and the second six, both with ten replicates. In the first trial was not verified significant effect ($P > 0.05$) levels of arginine and lysine the exception of the variable "commercial egg" (OC), where it was found decreasing linear effect ($P = 0.009$) according to the equation: $\hat{Y} = -3,4444X + 103.1342$, $r^2 = 0.94$, with the level of arginine observed the 1,148%. In the second trial none of the features in question were affected ($P > 0.05$) by lysine levels and digestible arginine in the study. It was concluded that the level of digestible arginine which provides the best production rates is 1,148% and better digestible lysine and arginine respect to the parameters analyzed was 1.36: 1.00.

Keywords: amino acids. birds. nutrition

SUMÁRIO

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 AS CODORNAS JAPONESAS.....	11
2.2 O ESTUDO DA NUTRIÇÃO DAS CODORNAS JAPONESAS.....	12
2.3 O USO DO CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL.....	13
2.4 A LISINA COMO AMINOÁCIDO REFERÊNCIA.....	14
2.5 METABOLISMO DA ARGININA.....	15
2.6 NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO DA ARGININA NA DIETA.....	15
2.7 LIMITAÇÃO AO USO DO CONVEITO DE PROTEÍNA IDEAL - ANTAGONISMO ENTRE A LISINA E A ARGININA.....	16
3. CAPÍTULO 1: Níveis de arginina digestível em dietas para codornas japonesas em postura.....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO.....	22
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	41
4. CAPÍTULO 2: Níveis de lisina digestível em dietas para codornas japonesas em postura.....	46
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
INTRODUÇÃO.....	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	50
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
5. REFERÊNCIAS GERAIS.....	66

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura vem se inserindo no cenário agropecuário nacional com o rápido desenvolvimento de tecnologias modernas de produção, a criação que outrora era tida como de subsistência ganhou ares de atividade altamente tecnificada e que gera resultados promissores aos seus investidores.

Os estados que mais se destacam na criação de codornas são: São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais. Entre os municípios Bastos (SP), Iacri (SP) e Santa Maria de Jetibá (ES) foram os que mais produziram ovos de codorna em 2010: 46,6 mil; 38,0 mil e 19,1 mil, respectivamente. Esse incremento se deve a demanda dos consumidores por uma alternativa de fonte protéica, maior uso de tecnologias na atividade e de melhorias na nutrição, no melhoramento genético, no manejo e na sanidade aplicados nas criações. Além desses, outros fatores como o tamanho do ovo, a simpatia gerada nas crianças, adolescentes e adultos e as maneiras inteligentes de apresentação nos supermercados e restaurantes de ovos processados (conserva), tem aumentado a demanda e alavancado a sua produção.

No nosso país, podem ser encontradas duas tabelas sobre exigências de codornas de postura que foram publicadas recentemente, a “Tabela para codornas japonesas e européias” de Silva e Costa (2009) e as “Tabelas brasileiras para aves e suínos” de Rostagno et al., (2011), em que foi publicado um capítulo sobre as exigências nutricionais de codornas japonesas. Na maioria das granjas avícolas, a base da formulação de rações é o milho em conjunto com o farelo de soja, ambos suprem em sua maior parte as necessidades das aves em energia e proteína, entretanto, não atendem as necessidades em aminoácidos essenciais.

Nesse sentido, estudos sobre os aminoácidos são crescentes, de maneira que se faz imprescindível à busca pelo atendimento das necessidades de aminoácidos como a arginina, tendo em vista que a diminuição do excesso na dieta terá resultado direto na redução da excreção de nitrogênio no meio ambiente e na redução dos custos da alimentação, que nessa atividade ultrapassa 70% dos custos totais com a produção.

Com o objetivo de avaliar diferentes níveis de arginina e lisina digestível em dietas para codornas japonesas em postura, bem como analisar o efeito da interação entre esses aminoácidos, determinando a relação que determina os melhores índices produtivos, realizou-se esse trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 As codornas japonesas

As codornas pertencem a ordem dos galináceos, família *Fasianidae* e gênero *Coturnix*, a mais utilizada comercialmente é a *Coturnix coturnix japonica* (codorna doméstica), selecionada e criada para produção de ovos e carne. A criação objetivando a produção de carne e ovos foi iniciada em 1910, pelos japoneses e chineses, que via cruzamentos entre espécies selvagens conseguiram obter a *Coturnix coturnix japonica* (MURAKAMI e ARIKI, 1998)

Ainda de acordo com esse autor, no nosso país essas aves teriam chegado em 1959, por meio de Oscar Molena que na Itália, já manifestava a criação como “hobby”. No início as criou com intuito de animal de caça no interior de São Paulo, posteriormente, em 1961 com o insucesso da atividade, passou a criá-las com intuito comercial (inicialmente para postura e, mais tarde, para abate). Grande impulso na demanda foi observado em 1971, ao ser lançada a música “Ovo de codorna” (de Severino Ramos de Oliveira por Luís Gonzaga).

Como características as codornas japonesas fêmeas apresentam:

- Peso médio superior a 100g (115-180g);
- Rápido desenvolvimento e precocidade (iniciam a postura em torno dos 40-42 dias de idade);
- Postura regular e rusticidade;
- Seus ovos são grandes quando comparados ao peso de seus corpos (correspondem a 8,1% do peso corporal, já a galinha e perua apresentam o peso de seus ovos respectivamente, de 3,0 e 1,9% dos pesos corpóreos);
- Longevidade de produção;
- Alta produtividade (300 ovos/ano);
- As fêmeas pesam de 10 a 20% a mais que os machos (em virtude do oviduto funcional),
- No aspecto morfológico apresentam peito largo e abdômen amplo (MURAKAMI e ARIKI, 1998).

Entre os anos de 1986 a 1988 houve uma superprodução de ovos no Brasil. O que ocasionou prejuízos aos criadores, com perdas na produção e exploração dos animais nesse período (COSTA et al., 2007).

Nos últimos anos encontra-se em amplo crescimento com conseqüente aumento do plantel. Esse crescimento é atribuído às suas características como atividade que demanda de baixo investimento inicial, uso de pequenas áreas e baixa necessidade de mão de obra, tudo isso aliado às suas próprias características peculiares torna a atividade altamente promissora (OLIVEIRA et al., 2002).

2.2 O estudo da nutrição das codornas japonesas

Podem-se encontrar facilmente diversos estudos a respeito de minerais e aminoácidos entre os relatos que envolvam a nutrição de codornas. Principalmente no que diz respeito aos aminoácidos lisina, metionina e treonina e triptofano, em menor escala. Sabe-se que as codornas apresentam 10% do peso vivo de galinhas poedeiras e seus ovos pesam 16% do peso dos ovos de galinhas. Portanto, esses animais são mais exigentes em proteína e seu consumo de ração corresponde a 14% do seu peso vivo, enquanto o de galinhas é de apenas 7% do peso vivo (SILVA; RIBEIRO, 2001).

Há ainda uma carência de informações a respeito da exigência de alguns aminoácidos como a arginina. Por não possuírem o ciclo da uréia, para esses animais a arginina é um aminoácido de essencialidade ímpar. Além disso, pode-se observar um desequilíbrio relacionado a esse aminoácido e a lisina, o antagonismo. Sabe-se que esse antagonismo é mais comprometedor na fase inicial de desenvolvimento desses animais e que quando ocorre pode desencadear um maior catabolismo da arginina, resultando em deficiência desse aminoácido para desenvolvimento de suas funções no organismo. Sintomas dessa deficiência são as reduzidas respostas de desempenho, além de alterações na estrutura primária das penas, resultando em algo conhecido por “ave helicóptero” (COOK et al., 1984).

Pelo que se pode observar, há ainda discrepâncias acerca das recomendações para codornas quanto aos níveis, às fases de crescimento e à aptidão produtiva das aves, essas discrepâncias em parte foram solucionadas diante das atuais publicações (Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos de Rostagno et al., publicada em 2011 e as publicações de Silva e Costa de 2009), no entanto, novos estudos devem ser realizados.

2.3 O uso do conceito de proteína ideal

O conceito de proteína ideal primeiramente foi colocado em prática com suínos (ARC, 1981). Posteriormente, um padrão ideal de aminoácidos, com relações entre aminoácidos e a lisina foi proposto e testado em frangos de corte (BAKER; HAN, 1994).

Algumas proporções ideais foram, posteriormente, testadas e revisadas. Outros trabalhos também propuseram índices de aminoácidos ideais para frangos de corte e poedeiras. O conhecimento das necessidades de aminoácidos digestíveis, bem como da digestibilidade de aminoácidos em ingredientes de rações comumente fornecidos às aves são vistos como ferramentas importantes para o avanço do conhecimento na nutrição e metabolismo de aminoácidos das aves domésticas (BAKER et al., 2008).

De acordo com Penz Júnior (1996), para ser ideal, a proteína ou a combinação não deve possuir aminoácidos em excesso. Portanto, a presença de aminoácidos deverá atender as necessidades de manutenção para o máximo desempenho do animal. Outro conceito é que a proteína ideal é a relação que forneça o balanço exato de aminoácidos requeridos para um desempenho ótimo e crescimento máximo (MILES; CHAPMAN, 2007).

O uso do conceito de proteína ideal permite ainda compensar os fatores que podem influenciar as necessidades em aminoácidos, entre eles o nível energético e protéico da dieta e ainda o potencial genético do animal para o ganho de tecido muscular. O maior benefício da aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de rações é a simplificação do processo, visto que uma vez estabelecida a exigência de lisina (aminoácido referência), aquelas para os demais aminoácidos são então facilmente calculadas (BERTECHINI, 2006).

Ainda de acordo com esse autor, a aplicação prática desse conceito vai depender da qualidade da fonte protéica e da possibilidade de se ajustar os possíveis desbalanços pela suplementação com aminoácidos sintéticos. O uso do conceito de proteína ideal promove uma otimização do uso da proteína, minimiza o uso ineficiente de excessos aminoacídicos como fonte de energia, reduz os custos com a alimentação, reduz os níveis de amônia nas instalações e a poluição ambiental.

2.4. A Lisina como aminoácido referência

A lisina é um aminoácido essencial sintetizado naturalmente por plantas e microrganismos a partir do aspartato (Lehninger et al., 2011). A produção de lisina industrial é realizada utilizando mutantes selecionadas de bactérias superprodutoras de lisina a partir de glicose. Sua função, entre outras, é participar na síntese de proteína e na biossíntese de carnitina, essa favorece a passagem e o ingresso dos ácidos graxos de cadeia longa pelas membranas das mitocôndrias para sua posterior oxidação e produção de energia (NUNES et al., 1998).

A exigência de lisina é influenciada por vários fatores como: a idade, o status sanitário, existência de fatores de estresse, além da disponibilidade e qualidade da matéria-prima para formular as rações. Além disso, esse aminoácido vem sendo utilizado como aminoácido referencial nas formulações com base no conceito de proteína ideal devido a sua fácil análise nos alimentos, ter exigência conhecida em diferentes condições ambientais, sua função no metabolismo ser, quase que exclusivamente, a deposição de proteína corporal e por sua suplementação ser economicamente viável (FARIA FILHO; TORRES, 2007).

Fora esses fatores, é normalmente limitante nas dietas de aves e suínos e não sofre transaminação, o que evitaria uma transformação metabólica que interferiria nas determinações de suas exigências e é considerada o aminoácido menos tóxico ((BERTECHINI, 2006).

Trata-se do segundo aminoácido limitante para aves, depois da metionina, sua ingestão em excesso pode desencadear um efeito aminostático que afetaria o consumo. Altos níveis de lisina no sangue prejudicam a reabsorção de arginina nos túbulos renais e causam 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 (ANDRIGUETTO et al., 1999).

Bregendahl et al., (2008) em amplo estudo com exigências de aminoácidos digestíveis de poedeiras, concluíram que com uma exigência de lisina (para máxima massa de ovos) de 538 mg/dia, os níveis ideais (% de lisina) seriam de 94% para aminoácidos sulfurosos (SAA), 79% para isoleucina, 93% para valina, 77% para treonina e 22% para o triptofano. Essas relações são maiores quando se trata de crescimento de frangos de corte.

2.5. Metabolismo da arginina

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. Além disso, por não possuírem o ciclo da uréia funcional, as aves apresentam exigência de arginina bem maior que os mamíferos (EDMONDS et al., 1985).

Segundo esse mesmo autor, como 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 ornitinatranscarbamoilase e, com isso, não apresentam o ciclo da uréia, a forma de sintetizar ornitina nas aves é via enzima arginase que age sobre a arginina. Uma 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 na forma de fosfocreatina, importante no mecanismo energético da contração muscular.

2.6 Níveis de suplementação da arginina na dieta

Pode-se verificar a partir dos trabalhos de Santos et al., (2006) com relações arginina e lisina (0,9:1,0; 1,0:1,0 e 1,1:1,0) para poedeiras semi-pesadas com 25 semanas de idade criadas na estação de verão, que o melhor desempenho foi observado quando as aves receberam dietas que continham a relação de 1,1:1,0.

Carvalho et al., (2006) avaliaram dois níveis de lisina digestível (0,7 e 0,9) associados a quatro níveis de arginina (0,7; 0,8; 0,9 e 1,0) para poedeiras de 24 a 44 semanas de idade e encontraram exigência de 860 mg de arginina digestível/kg de ração, considerando consumo médio de 95 g de ração e peso corporal médio de 1500 g para poedeiras leves obtendo menor consumo de ração e melhor balanço de nitrogênio.

A partir dos estudos de Lima e Silva (2007) sobre o efeito da relação arginina e lisina digestível (0,82 a 1,11) para linhagens semi-pesadas e leves de 40 a 56 semanas de idade, utilizando três níveis de arginina (0,64, 0,72 e 0,79%) e dois de lisina (0,71 e 0,78%), não foram observadas diferenças significativas nas características de desempenho avaliadas. Porém, a linhagem semi-pesada apresentou melhores valores para conversão alimentar por massa e gravidade específica dos ovos, quando a elas foram fornecidas rações contendo 0,64% de

arginina e 0,71% de lisina, correspondendo a relação 0,91 de arginina com lisina digestível.

Nos relatos de Reis et al., (2012) em estudo com codornas japonesas de 162 dias de idade, utilizando as relações de arginina e lisina digestível: 1,16; 1,21; 1,26; 1,31 e 1,36%, não foram constatadas diferenças significativas entre os tratamentos e concluíram que para proporcionar melhor desempenho das aves e qualidade de ovos, as codornas não necessitam de uma dieta contendo relação superior a 1,16: 1,00 de arginina e lisina, ou seja, correspondendo a um consumo diário de 288,84 mg de arginina digestível.

Nas Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (Rostagno et al., 2011) e nas publicações de Silva e Costa (2009), são indicadas para codornas em fase de postura as relações de arginina:lisina digestíveis de 1,16 e 1,26:1,00, respectivamente.

2.7. Limitação ao uso do conceito de proteína ideal – Antagonismo entre a lisina e a arginina

Dentre os entraves à determinação do requerimento das proporções ideais de aminoácidos com a finalidade de se atingir o conceito de proteína ideal, está o desbalanço e o antagonismo aminoacídicos (SILVA et al., 2006).

O consumo de rações com conteúdo de aminoácidos desproporcionais aos requerimentos dos não-ruminantes acarreta em alterações fisiológicas com conseqüências metabólicas que influem no consumo alimentar de tais animais. A ingestão de dieta imbalanceada altera a concentração aminoacídica do plasma e dos tecidos levando a uma relevante redução do aminoácido limitante na dieta (BERTECHINI et al., 2006).

Há três formas de desbalanços: na primeira observa-se ingestão desequilibrada em aminoácidos (mais comum), a segunda faz referência ao antagonismo que pode ocorrer entre os aminoácidos. Nessa forma, um aminoácido em excesso afeta a digestibilidade do outro por uma competição pelo mesmo sítio absorptivo, esse tipo também é definido como uma interação entre aminoácidos de estruturas semelhantes que resultam em efeitos adversos (D'Mello, 2003). Existe ainda uma terceira forma de desbalanço que é caracterizada pela toxidez em

aminoácidos, os seus efeitos sobre o consumo irão depender de qual aminoácido se trata (BERTECHINI et al., 2006).

O antagonismo nutricional entre arginina e lisina foi relatado inicialmente na década de 1950 e 1960. Nesheim et al., (1968) investigaram a resposta de duas estirpes de pintos que diferiam nos seus requisitos para arginina e mostrou que pintos com alta exigência em arginina foram menos capazes de tolerar excessos dietéticos de lisina do que pintinhos com uma baixa exigência de arginina.

Dessa forma, há evidências de que ocorra antagonismo entre a arginina e lisina, induzida pelo desequilíbrio na relação entre esses dois aminoácidos, de modo que, o excesso de lisina diminui a atividade da enzima glicina – aminotransferase no fígado e possivelmente, limita a formação de creatina. A lisina tem um efeito particular na atividade da arginase dos rins, ela eleva a atividade desta enzima aumentando conseqüentemente, a quantidade de arginina degradada a ornitina e uréia (ANDRIGUETTO et al., 1999).

A explicação para o antagonismo foi baseada no fato de que a arginina e a lisina são aminoácidos básicos que podem competir para reabsorção renal (Boorman et al., 1968). Excesso de lisina provoca um aumento da perda urinária de arginina e também aumenta a degradação da arginina por meio do estímulo da atividade da arginase renal (AUSTIC; CALVERT, 1981).

Efeitos adversos do antagonismo lisina – arginina também são, em parte, mediados através de sua ingestão reduzida na dieta. A adição de excesso de lisina para uma dieta basal marginalmente deficiente em arginina e lisina nas concentrações de 13, 5; 16,0 e 18,5 g / kg progressivamente reduziu o ganho de peso e aumentou a quantidade de arginina necessária para reverter esses efeitos adversos (D' MELLO; LEWIS, 1970).

Essas afirmações são constatadas pelos resultados encontrados por Atencio et al., (2004), em que, em estudo com diferentes níveis de arginina (1,100; 1,218; 1,276; 1,334 e 1,392%, correspondendo às relações arginina e lisina digestível 100; 105; 110 e 115%) em dietas para frangos de corte, linhagem *Avian Farm* em diferentes fases, concluíram que os níveis em estudo não influenciaram significativamente as características de desempenho e de carcaça dos animais nas fases de 24-34 dias e 44-56 dias.

CAPÍTULO 1

Níveis de arginina digestível em dietas para codornas japonesas em postura.

(Esse capítulo foi encaminhado na forma de artigo para Revista Brasileira de Saúde Pública e Produção Animal)

3. Cap. 1 – Níveis de arginina digestível em dietas para codornas japonesas em postura

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de arginina digestível e determinar aquele que proporciona os melhores índices produtivos em dietas para codornas japonesas em postura. Foram utilizadas 400 aves com peso médio inicial de 180g aos 140 dias de idade, distribuídas nas unidades experimentais em delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizados cinco níveis crescentes de arginina digestível (1,148; 1,256; 1,364; 1,472; 1,580%) sob um nível fixo de lisina digestível de 1,083%, correspondendo à relação arginina: lisina digestível de (1,06; 1,16; 1,26; 1,36; 1,46), portanto, foram cinco tratamentos com dez repetições cada, num total de 50 unidades experimentais. Cada unidade experimental continha oito codornas. As rações, as sobras e os animais mortos eram pesados a fim de se calcular e ajustar os parâmetros de desempenho. As variáveis analisadas foram: consumo de ração diário (CRD), taxa de postura (TP), peso médio dos ovos (PO), massa dos ovos (MO), conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos (CAMO e CADO), pesos da gema, casca e albúmen (PG, PC e PA), pesos relativos da gema, da casca e do albúmen (PRG, PRC e PRA), além da unidade Haugh (UH) e percentual de ovos comercializáveis (OC). As variáveis de desempenho e de qualidade interna e externa de ovos em análise não foram afetadas ($P>0,05$) pelos diferentes níveis de arginina, a exceção do parâmetro ovos comercializáveis que decresceu linearmente ($P=0,009$) à medida que se aumentou o nível de arginina segundo a equação: $\hat{Y} = -3,4444X + 103,1342$, $r^2=0,94$. Conclui-se que o melhor nível de arginina para codornas em postura é de 1,148, cuja relação correspondente é a de 1,06 arginina:lisina.

Palavras-chave: antagonismo. aves. desbalanço aminoacídico

3. Cap. 1 – Digestible arginine levels in diets for Japanese quails.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of different levels of arginine and determine which one provides the best production indices in diets for Japanese quails. 400 birds were used with initial average weight of 180g at 140 days of age, distributed in experimental units in a randomized design. Five increasing levels of digestible arginine were used (1,148; 1,256; 1,364; 1,472; 1,580%) under a fixed level of digestible lysine 1.083%, corresponding to arginine: lysine (1.06, 1.16, 1, 26; 1.36; 1.46), so were five treatments with ten repetitions each, a total of 50 experimental units. Each experimental unit contained eight quail. Rations, leftovers and dead animals were weighed in order to calculate and adjust the performance parameters. The variables analyzed were: daily feed intake (CRD), laying rate (TP), average egg weight (PO), egg mass (MO), feed conversion per egg mass and per dozen eggs (CAMO and CADO), yolk weight, skin and albumen (PG, PC and PA), relative weights of yolk, albumen and the shell (PRG, PRC and PRA), and the Haugh unit (HU) and percentage of commercial egg production (OC) . The performance variables and internal and external quality review in eggs were not affected ($P > 0.05$) by different levels of arginine, except for the commercial egg parameter that decreased linearly ($P = 0.009$) as it increased level of arginine according to the equation: $\hat{Y} = -3,4444X + 103.1342$, $r^2 = 0.94$. We conclude that the best level of arginine to quails is 1,148, which is the corresponding ratio of 1.06 arginine: lysine.

Keywords: antagonism. poultry. unbalance aminoacidic

INTRODUÇÃO

A arginina possui sua essencialidade reconhecida para as aves uma vez que, diferentemente dos mamíferos, esses animais não são capazes de sintetizá-la a níveis que supram sua demanda fisiológica, além disso, as aves também não utilizam o ácido glutâmico como fonte de ornitina. Sendo assim, a arginina deve ser adquirida via dieta por esses animais. Esse fornecimento de arginina dietética deve ser suficiente para suportar a síntese protéica, o crescimento da ave, da pena, dentre outras funções biológicas que esse aminoácido possui como servir de substrato para produção de NO (óxido nítrico), que tem várias funções relacionadas à imunidade e também a síntese de poliaminas (EDMONDS et al., 1985).

Existem basicamente duas tabelas sobre necessidades nutricionais de codornas em postura. A “Tabela para codornas japonesas e européias” de Silva e Costa (2009) e as “Tabelas brasileiras para aves e suínos” de Rostagno et al., (2011). Na maioria das granjas avícolas os alimentos base para a formulação de rações são o milho e o farelo de soja, que atendem a maior parte as necessidades das aves em energia e proteína, sem, no entanto, atender as necessidades de aminoácidos essenciais. Diante dessa situação, torna-se desafio para os nutricionistas formularem dietas sem que sejam observadas a deficiência ou excesso de aminoácidos (JORDÃO FILHO et al., 2006).

O conceito de proteína ideal tem sido utilizado com a finalidade de reduzir os níveis de proteína bruta nas rações e atender as necessidades nutricionais em aminoácidos essenciais a partir da suplementação dos mesmos. Tal conceito usa como aminoácido referência a lisina, esse aminoácido tem grande importância na nutrição das aves por ser utilizado na síntese protéica e na biossíntese de carnitina, a qual é um imunoregulador da resposta humoral por incrementar a quantidade de IgG a nível sanguíneo. Entretanto, sua ingestão em excesso pode resultar em antagonismo com a arginina, aumentando as exigências desse aminoácido e prejudicando o desempenho dos animais. Dessa forma, objetivou-se determinar a necessidade nutricional de arginina digestível para maximizar potencial produtivo de codornas japonesas em postura (ANDRIGUETTO et al., 1999).

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no setor de avicultura do IFES (Instituto Federal do Espírito Santo) do município de Alegre – ES, localizado em Rive - distrito de Alegre (Latitude 20°45'49" e Longitude 41°31'57", altitude de 150m, clima tropical sub-úmido com totais anuais de precipitação de aproximadamente 1200mm. Foi utilizado galpão construído em alvenaria com orientação leste-oeste, pé direito de 3,5m, cobertura com telhas de amianto e laterais abertas teladas e acortinadas. A qualidade de ovos foi avaliada no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA – UFES) em Alegre-ES.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado dispostas em forma de escada com três andares de degraus contendo: comedouro frontal, bebedouro tipo *niple* do lado oposto e aparador de ovos. As dimensões das gaiolas utilizadas foram 1m de comprimento x 0,33m de largura x 0,15 de altura, subdivididas em 3 unidades de 0,33m de comprimento cada.

Utilizou-se 400 codornas japonesas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*), com peso médio inicial de 180,0g, com 140 dias de idade, distribuídas em 50 unidades experimentais, divididas em cinco tratamentos, 10 repetições e oito animais por unidade experimental. Aos animais foram fornecidos água e ração à vontade durante o período experimental, sendo o fornecimento da ração fracionado em duas refeições diárias (a primeira às 8h da manhã e a segunda às 17h) como forma de se evitar desperdício. O período experimental teve duração de 84 dias, divididos em quatro períodos de 21 dias.

As codornas foram pesadas antes do período experimental, sendo então distribuídas por faixa de peso quando se efetuou o controle da produção de ovos por 14 dias. Após esse período, os animais foram redistribuídos pelo valor de postura, quando então se iniciou o período experimental.

Foram utilizadas rações a base de milho e farelo de soja, suplementadas com L-Arginina e L-Lisina HCl, de forma a se obter cinco níveis de arginina digestível (1,148; 1,256; 1,364; 1,472; 1,580%) com nível fixo de lisina digestível

de 1,083% e relação de arginina: lisina digestível crescente (1,06; 1,16; 1,26; 1,36; 1,46), totalizando cinco tratamentos (Tabela1).

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais.

Ingredientes (composição centesimal)	Níveis de Arginina digestível				
	1,148	1,256	1,364	1,472	1,580
Milho	57,879	55,112	54,988	55,085	54,962
Farelo de Soja 45	25,118	25,200	25,200	25,000	25,000
Calcário	6,975	7,002	7,003	7,001	7,000
Far. Carne e Ossos 44	4,135	4,038	4,039	4,046	4,047
Farelo de Trigo	0,930	3,000	3,000	3,000	3,000
Far. Glúten de Milho 60	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Óleo de Soja	0,811	1,399	1,409	1,377	1,388
CL Colina 60	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Sal comum	0,267	0,269	0,269	0,269	0,269
L – Arginina	0,000	0,099	0,209	0,324	0,433
DL – Metionina	0,365	0,364	0,364	0,366	0,366
L - Lisina HCl	0,297	0,290	0,291	0,297	0,297
L – Triptofano	0,039	0,036	0,036	0,037	0,037
L – Valina	0,011	0,009	0,010	0,013	0,014
L-Treonina	0,013	0,013	0,013	0,016	0,016
Suplem. Mineral Aves ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplem. Vitamínico Aves ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Promotor de Crescimento ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada em g/ kg					
EM (kcal/kg)	2.800	2.800	2800	2.800	2.800
Proteína Bruta	200,220	201,100	201,020	200,350	200,270
Cálcio	30,990	30,990	30,990	30,990	30,990
Sódio	1,550	1,550	1,550	1,550	1,550
P disponível	3,230	3,230	3,230	3,230	3,230
Ácido Linoléico	18,130	21,040	21,080	20,910	20,940
Arginina dig.	11,480	12,560	13,640	14,720	15,800
Lisina dig.	10,830	10,830	10,830	10,830	10,830
Relação Arg./ Lis.	1,060	1,160	1,260	1,360	1,460
Met.+Cist. dig.	8,880	8,880	8,880	8,888	8,880
Met. dig.	6,290	6,270	6,280	6,290	6,290
Triptofano dig.	2,270	2,270	2,270	2,270	2,270
Treonina dig.	6,490	6,490	6,490	6,490	6,490
Valina dig.	8,120	8,120	8,120	8,120	8,120
Isoleucina dig.	7,090	7,110	7,110	7,070	7,070
Leucina dig.	16,150	16,060	16,050	15,990	15,980
Fenilalanina dig.	8,670	8,680	8,680	8,640	8,640
Fenil. + Tir. dig.	14,870	14,880	14,880	14,810	14,800

¹Suplemento Mineral (por kg do produto): Cu - 6g; Fe - 30g; I - 400mg; Mn -50g; Se - 180mg; Zn - 40g. ²Suplemento Vitamínico (por kg do produto): Vitamina A - 12.000.000 UI; vitamina D3 - 2.000.000 UI; vitamina K3 - 1.800mg; vitamina B1 - 1.500mg; vitamina B12 - 12.000mcg; vitamina B2 - 5.000mg; vitamina B6 - 2.800mg; vitamina E - 15.000 UI; niacina - 35g; biotina - 25mg; ácido pantotênico - 12g; ácido fólico - 750mg. ³Bacitracina de Zinco. ⁴Butil-Hidroxi-Tolueno.

Foram aferidas as temperaturas máxima e mínima e umidade relativa no ambiente do galpão, durante todos os dias do período experimental, a cada intervalo de uma hora, utilizando-se *data logger*. O programa de luz foi baseado em foto-período de 16 horas, sendo a luz natural suplementada com luz artificial, por meio de controle automático realizado por relógio temporizador.

Foram analisadas como variáveis de desempenho, a taxa de postura (%), o peso médio dos ovos (g), a massa de ovos (g de ovo/ave/dia), o consumo de ração diário (g/ave/dia) e a conversão alimentar (g de ração/g de ovo; g de ração/ dúzia de ovos) e como variável de qualidade de ovos foram analisadas o peso absoluto (g) e relativo (%) da gema, casca e albúmen, a unidade Haugh e o percentual de ovos comercializáveis (%).

Os ovos foram coletados diariamente às 08hs e a produção de ovos foi obtida em %/ ave. Para cálculo da massa de ovos tomou-se a produção de ovos coletados /ave/ dia e multiplicou-se pelo peso médio dos ovos.

Para determinação do peso médio dos ovos, da massa de ovos, da conversão alimentar (g de ração/g de ovo) e dos parâmetros de qualidade de ovos (peso absoluto e relativo de gema, da casca e do albúmen e unidade Haugh), obteve-se amostra de cinco ovos/ unidade experimental dia durante os três últimos dias do 2° e do 4° período experimental, totalizando 15 ovos por unidade experimental, por período avaliado. Essas amostras foram identificadas e encaminhadas ao laboratório para pesagem dos ovos (balança semi-analítica, com precisão de 0,01g) e mensuração da altura de albúmen espesso, em paquímetro digital com suporte tripé acoplado.

Após as pesagens dos ovos, foram separados seis ovos oriundos da mesma unidade experimental, onde se utilizou três ovos para determinação da unidade Haugh, por meio da quebra em superfície plana, com o cuidado de não romper as estruturas internas do ovo, de forma a ser obtido a altura do albúmen espesso. Posteriormente os três ovos restantes, também foram quebrados e separados a casca e a gema.

As cascas lavadas e identificadas foram levadas para secagem em estufa a 65°C por 24 horas para serem pesadas. Após a lavagem e secagem das mesmas, assim como a pesagem dos ovos inteiros e das gemas, obtiveram-se por diferença

entre o peso médio dos ovos pelo peso médio das gemas e das cascas, o peso do albúmen.

Para determinação da unidade Haugh, utilizou-se a equação $UH=100 \times \text{Log}(H - 1,7 \times W^{0,37} + 7,6)$, descrita por Baptista (2002), em que, H é a altura de albúmen espesso e W é o peso do ovo inteiro.

O consumo de ração foi calculado ao término do período experimental por meio da diferença entre a ração fornecida e as sobras. As aves mortas e as sobras de ração foram pesadas no dia da ocorrência da mortalidade, para correções na estimativa do consumo de ração, postura e conversão alimentar (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

A conversão alimentar foi obtida via relação entre o consumo diário de ração pela produção média dos ovos em g (conversão g/g) e pela produção média diária em dúzias de ovos (conversão kg/dz.). O percentual de ovos comercializáveis (%) foi calculado por meio do número de ovos íntegros (sem trincas, fraturas ou “casca mole”) sobre o total de ovos colhidos, multiplicado por 100.

As variáveis de desempenho e qualidade de ovos foram analisadas utilizando-se os procedimentos para análise de variância e de regressão polinomial contidos no Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2007), versão 9.1. Para todos os procedimentos estatísticos, valores de probabilidade menores que 0,05 foram considerados significativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa do ar, observadas durante o período experimental foram, respectivamente, de $24,3\pm 5,6^{\circ}\text{C}$ e $79,5\pm 12,5\%$. De acordo com os relatos de Albino e Barreto (2003), as codornas japonesas em fase de postura possuem faixa de conforto térmico entre as temperaturas de 19 e 21°C , no entanto, 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 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 eles estariam sob estresse por calor, de acordo com Ferreira, 2005. Assim sendo, pode-se considerar que os animais em experimentação não estavam sofrendo estresse por calor.

O consumo de ação (CRD), a taxa de postura (TP), peso médio dos ovos (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por massa de ovos (CAMO) e por dúzia de ovos (CADO), não foram afetados de forma significativa pelos diferentes níveis de arginina digestível utilizados (Tabela 2).

Tabela 2 – Parâmetros de desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de arginina digestível.

Parâmetros ²	Níveis de Arginina (%)					CV (%) ¹	P-valor ³
	1,148	1,256	1,364	1,472	1,580		
CRD (g)	26,31	26,42	27,02	25,57	26,63	10,324	0,866
TP (%)	93,63	92,90	91,20	91,66	91,62	4,035	0,823
PO (g)	11,90	11,90	11,89	11,97	11,82	2,968	0,916
MO (g)	11,13	11,06	10,84	10,97	10,82	4,822	0,253
CAMO (g/g)	2,36	2,39	2,49	2,33	2,46	9,604	0,218
CADO	0,34	0,34	0,35	0,33	0,35	10,014	0,985

¹ CV = coeficiente de variação ² CRD = consumo de ração diário, TP = taxa de postura, PO = peso médio dos ovos, MO = massa de ovos, CAMO = conversão alimentar por massa de ovos e CADO = conversão alimentar por dúzia de ovos. ³Valores acima de 0,05 não foram considerados significativos.

Esses resultados corroboram os achados de Santos et al., (2013), que não encontraram diferenças significativas entre os diferentes níveis de arginina (1,147; 1,350; 1,550; 1,755%) utilizados (em uma dieta com 16% PB), sobre o parâmetro

consumo de ração para codornas japonesas em postura aos 147 dias de idade. Resultados similares foram observados por Reis et al., (2012) que não observaram diferenças significativas das relações arginina - lisina sobre o consumo de ração, ao avaliarem codornas japonesas em postura, alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de arginina.

Pode-se inferir que, no presente estudo, o aumento nos níveis de arginina não foi suficiente para causar um desequilíbrio aminoacídico, pois o aumento na proporção destes aminoácidos provavelmente não provocou antagonismo entre arginina e lisina, que poderia provocar redução no consumo.

Além disso, vale lembrar que o presente estudo se baseou em dietas com médias de 20% de PB, estando aquém das recomendações de Rostagno et al., (2011) para essa categoria animal. Nesse caso, todo o aporte aminoacídico recebido pelo animal foi utilizado em sua totalidade para sua própria manutenção e produção, sendo assim, não houve excessos em que o antagonismo entre a lisina e a arginina pudesse se manifestar. Vale ainda ressaltar, que esse imbalance de que trata tal estudo é mais evidente nas primeiras semanas de vida do animal, o que não é o caso do presente estudo.

Nesse sentido, algumas pesquisas (Schutte e Weerden, 1987; Waldroup et al., 1976) indicam que se as dietas de baixa PB (proteína bruta) forem suplementadas com quantidades adequadas de aminoácidos essenciais e não essenciais para atender às exigências nutricionais das aves, o desempenho encontrado pode ser semelhante ao observado com o padrão convencional (de alta PB) das dietas.

Não foram constatadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os níveis de arginina em estudo para taxa de postura (TP). A média encontrada nesse experimento foi de 91,90%. A ausência de efeito dos tratamentos sobre a taxa de postura está de acordo com os achados de Santos et al., (2013), Reis et al., (2012) e Souza et al., (2009) em estudos com níveis de arginina para codornas japonesas e poedeiras em postura.

Em contrapartida, Ri et al., (2005) detectaram redução na taxa de postura de codornas com a utilização de níveis inferiores de proteína bruta na ração, quando avaliaram teores de 16 a 26%. Assim como Lima e Silva (2007), que avaliaram diferentes relações de arginina - lisina digestível em rações para galinhas leves e semi-pesadas no período de 40 a 56 semanas de idade, concluindo que a dieta

contendo a relação de 1,11 resultou em maior produção de ovos em comparação a de 1,01.

Tais diferenças observadas nos relatos possivelmente ocorreram devido as deferentes condições experimentais ambientais, dos níveis de aminoácidos utilizados, da idade dos animais utilizados em cada experimentação e também da espécie e linhagem animal escolhida.

No presente estudo, não se observou efeito significativo dos tratamentos ($P > 0,05$) para o parâmetro peso médio dos ovos (PO), sendo que, o peso médio encontrado foi de 11,90g. O que está consistente com os achados de Reis et al., (2012) e Lobato e Costa (2009) que em trabalhos similares também não encontraram diferença significativa para peso médio dos ovos (PO) das aves ao avaliarem níveis de arginina digestível na dieta.

Entretanto, Lima e Silva (2007) ao trabalharem com galinhas poedeiras, concluíram que os níveis de arginina de 0,72% e lisina de 0,71% resultaram em maior peso médio dos ovos (PO), o que se assemelha aos relatos de Souza et al., (2009), que ao avaliar a relação arginina - lisina (0,9:1,00; 1,0:1,0; 1,1:1,00%) para poedeiras comerciais, verificou efeito linear positivo sobre o peso dos ovos à medida que se aumentou a relação de 0,9:1,00 para 1,1:1,00.

O peso médio dos ovos (PO) encontrado nesse trabalho é similar àqueles indicados por Singh e Narayan (2002). Esses autores apontam um aumento de 9 para 12g entre o início e o fim da produção. Em dados obtidos de Murakami e Ariki (1998) indica-se uma média de 10,39 g para ovos produzidos entre a 36ª e 44ª semana de produção. Desse modo, os valores obtidos nesse estudo estão além dos citados por tais autores, além disso, estão muito acima dos 10,11g encontrados por Santos et al., (2013) e das afirmações de Albino e Barreto (2003), que citam que o os ovos de codornas japonesas atingem o peso médio de 10g.

Esse parâmetro é altamente dependente da ingestão de proteína, pois as aves dependem da ingestão diária para suprir suas exigências, uma vez que não podem estocá-la (Murakami, 2002). Embora os ovos de codorna sejam, geralmente, comercializados por unidade e não por peso, a utilização de níveis baixos de proteína sem a suplementação de aminoácidos pode comprometer o tamanho dos mesmos, deixando-o fora de padrão, o que não ocorreu no presente experimento, em que, utilizou-se um nível de PB de 20%, que é mais baixo do que o indicado por

Rostagno et al., (2011), no entanto, está de acordo com as recomendações de Silva e Costa (2009).

Além disso, no presente estudo utilizou-se aves em estágio intermediário de vida, esse fator por ter sido crucial para o alto peso médio dos ovos (PO) encontrado. Britton (1976) relacionou o declínio na qualidade interna e externa do ovo ao avanço da idade das aves e relatou significativo aumento do peso do ovo das aves em final de postura.

A massa de ovos (MO) não sofreu efeito ($P>0,05$) dos diferentes teores de arginina na dieta, sendo observada média de 10,10g. Esses resultados confirmam o que verificaram Santos et al., (2013), que em experimento com níveis de arginina total (0,945 a 1,755%) para codornas aos 147 dias também não encontraram efeito dos tratamentos sobre a massa de ovos. Da mesma forma, Reis et al., (2012) não encontraram efeito das relações de arginina digestível com lisina digestível sobre essa característica em estudos com codornas japonesas e galinhas poedeiras.

Por outro lado, Lobato e Costa (2009) avaliando a exigência de arginina para codornas japonesas utilizando níveis de 1,01 a 1,33%, encontraram efeito quadrático dos níveis de arginina para massa de ovos e que foi maximizada no nível de 1,163% de arginina. Assim como Souza et al., (2009), em que se observaram efeito linear positivo sobre a massa do ovo à medida que se aumentou a relação arginina - lisina de 0,9 para 1,1: 1,0.

A massa de ovos (MO) encontrada no presente estudo é superior aos escritos de Murakami e Arika (1998), que estima em 8,29 g a MO para codornas criadas entre a 36^a e a 44^a semanas de produção. Levando-se em conta que a massa de ovos relaciona índices de taxa de postura e peso dos ovos, e que essas características não foram influenciadas no presente estudo, a ausência de efeito dos níveis de arginina na massa de ovos já era esperada. Segundo Llobet et al., (1989), a massa de ovos é um método eficaz para se avaliar o desempenho de um lote de poedeiras, portanto, pela massa média encontrada nesse estudo, pode-se inferir que as aves tiveram um desempenho notável.

Pode-se observar que os tratamentos do presente estudo não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração diário (CRD), a taxa de postura (TP) e a massa de ovos (MO), sendo assim, por tratar-se de parâmetros dependentes justifica-se que não tenha sido observada variação significativa ($P>0,05$) para a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, respectivamente CAMO e CADO.

Esses resultados conferem com os encontrados por Santos et al., (2013) que em estudo com codornas japonesas em postura aos 147 dias de idade, utilizando níveis de arginina total (0,945 a 1,755%) e 16% PB observou que a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos não foram afetadas significativamente pelos diferentes níveis usados. Reis et al., (2012); Lobato e Costa (2009) e Souza et al., (2009) trabalhando com níveis de arginina digestível verificaram resultados similares para esse parâmetro.

Em contrapartida, Lima e Silva (2007) encontraram melhores valores de conversão alimentar por massa de ovos no nível mais baixo de lisina (0,71%) e no mais elevado nível de arginina (0,79%), ou seja, com a relação 1,11 ao avaliarem níveis de lisina (0,71; 0,78) e arginina (0,64; 0,72; 0,79) para poedeiras comerciais.

Não foram observados efeitos significativos ($P > 0,05$) dos níveis de arginina digestível sobre os parâmetros peso absoluto de gema (PG), de casca (PC) e de albúmen (PA), bem como peso relativo de casca (PCR) de albúmen (PAR) de gema (PGR) e unidade Haugh (UH). Por outro lado, observou-se efeito linear decrescente para ovos comercializáveis (OC) ($P = 0,009$), segundo a equação $\hat{Y} = -3,4444X + 103,1342$, $r^2 = 0,94$ (Tabela 3).

Tabela 3 – Parâmetros qualitativos de ovos de codornas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de arginina digestível.

Parâmetros Qualitativos ²	Níveis de Arginina (%)					CV (%) ³	P-valor ⁴
	1,148	1,256	1,364	1,472	1,580		
PG (g)	3,89	3,99	3,92	3,94	4,01	4,480	0,269
PC (g)	0,91	0,96	0,94	0,96	0,93	11,530	0,876
PA (g)	7,09	6,95	7,02	7,07	6,86	3,790	0,871
PCR (%)	7,89	7,97	7,33	8,03	7,40	10,260	0,273
PAR (%)	61,57	60,29	60,34	59,07	60,11	6,720	0,841
PGR (%)	32,71	33,52	32,99	32,94	33,97	3,570	0,835
UH	78,19	78,14	78,16	78,03	78,02	0,690	0,931
OC (%) ¹	99,08	98,86	98,64	97,90	97,70	1,390	0,009

¹Efeito linear decrescente (P=0,009), equação $\hat{Y} = -3,4444X + 103,1342$, $r^2=0,94$. ²PG = peso de gema, PC = peso da casca, PA = peso de albúmen, PCR = peso de casca relativo, PAR = peso de albúmen relativo, PGR = peso de gema relativo, UH = unidade de Haugh e OC = ovos comercializáveis. ³CV = coeficiente de variação. ⁴Valores acima de 0,05 foram considerados não significativos.

Resultados semelhantes aos encontrados foram observados por Santos et al., (2013), Reis et al., (2012) e Lobato e Costa (2009), que não observaram efeito significativo dos níveis de arginina (0,945 a 1,755%, 1,16 a 1,36% e 1,01, e 1,33% respectivamente) na dieta de codornas japonesas para qualquer parâmetro de qualidade interna e externa de ovos.

Não foi verificado efeito (P>0,05) dos níveis de arginina para as características: PAR, PGR e PCR. Os resultados observados são semelhantes aos achados de Santos et al., (2013) em seus estudos com diferentes níveis de arginina. Porém para percentual de casca, esse autor encontrou correlação positiva. Souza et al., (2009) avaliando a relação arginina - lisina (0,9 a 1,1%) para poedeiras comerciais também não observaram diferença significativa para porcentagem de casca.

Como os componentes sólidos do albúmen do ovo são quase inteiramente protéicos, 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), o que não ocorreu no presente estudo. Isso remete a hipótese de que o menor nível de

arginina utilizado (1,148%) é suficiente pra manter uma boa qualidade interna dos ovos.

Não se observou efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de arginina e lisina digestível sobre a UH. De acordo com Alleoni e Antunes (2001), a unidade Haugh é a medida que tem sido mais usada para expressar a qualidade do albúmen, em que a qualidade do ovo varia com o logaritmo da altura do albúmen espesso, sendo que, quanto maior o valor de unidade Haugh, melhor é a qualidade interna do ovo.

A qualidade interna do ovo depende, em parte, da presença e estabilidade da camada de albúmen densa, que é dada pela proteína ovomucina (Stevens, 1996). Essa qualidade pode ser influenciada por diversos fatores como os ligados à ave (idade e genética), à nutrição (matérias-primas, micro-ingredientes) e ao meio (temperatura, armazenamento e manejo do ovo) (LEANDRO et al., 2006).

Sendo assim, as médias de UH encontradas no atual estudo podem ser explicadas pela idade dos animais em experimentação, já que com o avanço da idade há uma diminuição gradual da qualidade interna do ovo (CARVALHO et al., 2007; COTTA, 1997).

Além disso, outros fatores como as altas médias de temperatura e umidade relativa observadas no interior do galpão, ou ainda o valor de PB contido nas dietas (que pode ter sido inferior àquele indispensável a um ótimo adensamento de albúmen) podem explicar as médias intermediárias de unidade Haugh (UH) verificadas.

Foi verificado efeito linear decrescente ($P=0,009$) dos níveis de arginina digestível para ovos comercializáveis (OC), segundo a equação $\hat{Y} = -3,4444X + 103,1342$, $r^2=0,94$ e a melhor média foi encontrada no menor nível de arginina utilizado (1,148%). Além disso, observou-se que à medida que se aumentava o nível de arginina digestível, o percentual de OC diminuía.

Esses resultados estão em desacordo com os achados de Santos et al., (2013) e Reis et al., (2012) que não encontraram diferenças significativas para qualidade dos ovos para comercialização, ao avaliarem codornas japonesas alimentadas com dietas suplementadas com arginina.

A idade da ave, temperatura do galpão, estrutura das gaiolas, tipo de material utilizado na confecção das gaiolas e frequência de coleta dos ovos, são fatores que podem reduzir a perda de ovos em uma produção comercial (HAMILTON, 1982).

Apesar de não se ter sido observado efeito dos níveis de arginina digestível sobre os outros parâmetros de produção, o efeito linear decrescente observado na característica ovos comercializáveis (OC), demonstra que o aumento dos níveis de arginina, ou seja, da relação pode ter afetado essa característica.

CONCLUSÃO

O nível de arginina digestível que proporciona os melhores índices produtivos para as condições em estudo é o de 1,148%, correspondendo a uma relação arginina: lisina de 1,06:1,00.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. Codornas. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2003. 289p.
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, p. 681-685, 2001.
- ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 395 p. 1999.
- BAPTISTA, R.F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (Coturnix coturnix japônica) em função da variação da temperatura de armazenamento**. 95p. 2002.
- BRITTON, W. M. et al. Effect of albumen pH on yolk mottling. **Poultry Science**, Champaign, p. 1330-1335, 1976.
- CARVALHO, F.B. et al. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], p. 25-30, 2007.
- COTTA, T. **Reprodução da galinha e produção de ovos**. Lavras: UFLA-FAEPE, p. 81-92. 1997.
- EDMONDS, M. S. et al. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, p. 1519-1526, 1985.
- FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Aprenda Fácil, Viçosa, 371p. 2005.
- HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, p.2022-2039, 1982.
- JORDÃO FILHO, J. et al. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1728-1734, 2006.
- LEANDRO, N.S.M. et al. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], p. 71-78, out. 2006.
- 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**, p. 118-124, 2007.
- LLOBET, C.J.A. et al. **Producción de huevos**. Barcelona: Technograf, 367 p. 1989.
- LOBATO, V.B.G.; COSTA, F.G.P. Exigência de arginina digestível parágrafo codornas Japonesas nas fases de crescimento e postura. In: Encontro de Iniciação Científica da Universidade Federal da Paraíba, Areias. **Anais...UFPB**. p. 373, 2009.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. São Paulo: Editora Funep, 1998. 79p.

MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.113-120. 2002.

REIS, R. S. et al. Relationship of arginine with lysine in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.106-110, 2012.

RI, E. et al. Effects of dietary protein levels on production and characteristics of Japanese quail eggs. **The Journal of Poultry Science**, p. 130-139, 2005.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 259 p, 2011.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p. 2007.

SANTOS, G.C. **Níveis de valina, isoleucina e arginina em dietas com baixo nível protéico para codornas japonesas em postura**. Tese Doutorado. 2013.

SCHMIDT, M. et al. Níveis nutricionais de metionina+ cistina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.142-147. 2011.

SCHUTTE, J.B.; WEERDEN, E.J. Effectiveness of methionine hydroxyl analogue as affected by the dietary level of L-methionine in chicks. **Nutrition Report International**, p.253-259, 1987.

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

SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA. **Anais...** Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 27-36. 2002.

SOUZA, H. R. B. D. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina: lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). 2009.

STEVENS, L. Egg proteins: what are their functions? **Science Progress**., p. 65-87, 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema para análise estatística e genética**. Versão 9.1.Viçosa-MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

WALDROUP, P.W. et al. Studies on the daily protein and amino acid needs of broiler breeder hens. **Poultry Science**, Champaign, p.2342-2347,1976.

CAPÍTULO 2

Relação de lisina x arginina digestível para codornas japonesas em postura.

4. Cap. 2 – Relação de lisina x arginina digestível para codornas japonesas em postura.

RESUMO

Objetivou-se com tal trabalho avaliar o efeito de interação entre os aminoácidos lisina e arginina e determinar a melhor relação entre eles em dietas para codornas japonesas em postura. Foram utilizadas 480 aves com peso médio inicial de 180g aos 140 dias de idade. Os animais foram distribuídos nas unidades experimentais em delineamento inteiramente casualizado. Foi montado um esquema fatorial (3x2) no qual foram utilizados três níveis de lisina digestível (1,083; 1,183; 1,283%) e dois níveis arginina digestível (1,472 e 1,580%). Portanto, o ensaio contou com seis tratamentos com dez repetições cada, num total de 60 unidades experimentais. As rações, as sobras e os animais mortos eram pesados a fim de se calcular e ajustar os parâmetros de desempenho. As variáveis analisadas foram: consumo de ração diário (CRD), taxa de postura (TP), peso médio dos ovos (PO), massa dos ovos (MO), conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos (CAMO e CADO), pesos da gema, casca e albúmen (PG, PC e PA), pesos relativos da gema, da casca e do albúmen (PRG, PRC e PRA), além da unidade Haugh (UH) e percentual de ovos comercializáveis (OC). Não houve interação ($P>0,05$) entre os níveis de lisina e arginina digestível sobre os parâmetros em análise, de maneira independente os níveis de lisina e de arginina também não afetaram os parâmetros em análise. Concluiu-se que a melhor relação de lisina e arginina para codornas em fase de postura foi a menor em estudo: 1,36:1,00.

Palavras-chave: aminoácidos. codornas. interação aminoacídica.

4. Cap. 2 – Digestible lysine ratio of arginine to Japanese quails.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of interaction between amino acids lysine and arginine and determine the best relationship between them in diets for Japanese quails. 480 birds with average weight of 180g at 140 days of age were used. The animals were distributed in the experimental units in a randomized design. A factorial scheme was set up (3x2) in which we used three levels of digestible lysine (1.083; 1.183; 1.283%) and two digestible arginine levels (1,472 and 1,580%). Therefore, the test had six treatments with ten repetitions each, totaling 60 experimental units. Rations, leftovers and dead animals were weighed in order to calculate and adjust the performance parameters. The variables analyzed were: daily feed intake (CRD), laying rate (TP), average egg weight (PO), egg mass (MO), feed conversion per egg mass and per dozen eggs (CAMO and CADO), yolk weight, skin and albumen (PG, PC and PA), relative weights of yolk, albumen and the shell (PRG, PRC and PRA), and the Haugh unit (HU) and percentage of commercial egg production (OC). There was no interaction ($P > 0.05$) between the levels of lysine and digestible arginine on the parameters analyzed independently lysine and arginine levels way too did not affect the parameters under consideration. It was concluded that the best lysine and arginine compared to quails phase was the lowest in the study: 1.36: 1.00.

Keywords: amino acids. quail. amino acid interaction.

INTRODUÇÃO

Tradicionalmente duas linhas de codornas vêm sendo criadas no Brasil, sendo que, a *Coturnix coturnix japonica* é exclusiva para produção de ovos e a *Coturnix coturnix coturnix*, de origem européia, é utilizada para produção tanto de ovos como de carne (BERTECHINI, 2010).

Durante muitos anos a formulação de rações para essas aves foi baseada no conceito de proteína bruta (PB), que resulta em dietas com conteúdo de aminoácidos superior à exigência dos animais. 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. O excesso de aminoácidos circulante no sangue pode provocar ainda a diminuição do consumo de ração pelos animais (GOULART et al., 1997).

A lisina é o segundo aminoácido limitante em rações para aves 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. Uma de suas funções mais importantes é a participação na deposição de proteína corporal e na síntese de carnitina, que atua no transporte de ácidos graxos para a α -oxidação na mitocôndria. O seu excesso, no entanto, pode ocasionar prejuízos metabólicos por meio de antagonismo com outros aminoácidos como a arginina, uma vez que disputam o mesmo sítio de absorção (PINTO et al., 2003).

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. Além disso, por não possuírem o ciclo da uréia funcional, as aves apresentam exigência de arginina bem maior que os mamíferos (EDMONDS et al., 1985).

Com o objetivo de se analisar o efeito da interação entre os aminoácidos lisina e arginina e determinar a melhor relação entre eles em dietas para codornas japonesas em postura, realizou-se esse ensaio.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no setor de avicultura do IFES (Instituto Federal do Espírito Santo) do município de Alegre – ES, localizado em Rive - distrito de Alegre (Latitude 20°45'49" e Longitude 41°31'57", altitude de 150m, clima tropical sub-úmido com totais anuais de precipitação de aproximadamente 1200mm. O galpão utilizado foi construído em alvenaria, com orientação no sentido leste-oeste, pé direito de 3,5m, cobertura com telhas de amianto e laterais abertas teladas e acortinadas. As análises das variáveis de qualidade dos ovos foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, localizado no Prédio Central do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA – UFES) em Alegre-ES. O período experimental se estabeleceu entre os meses de março e junho de 2014, totalizando 84 dias experimentais que foram subdivididos em quatro períodos de 21 dias

Foram utilizadas para alojar as aves gaiolas de arame galvanizado dispostas em forma de escada com três andares de degraus contendo: comedouro frontal, bebedouro tipo *niple* do lado oposto e aparador de ovos. As dimensões das gaiolas foram 1m de comprimento x 0,33m de largura x 0,15 de altura, subdivididas em 3 unidades de 0,33m de comprimento cada.

Utilizaram-se 480 codornas japonesas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*), com peso médio inicial de 180,0g, aos 140 dias de idade, distribuídas em 110 unidades experimentais com oito animais por unidade experimental (a unidade experimental foi representada pela gaiola). Aos animais foram fornecidos água e ração à vontade durante o período experimental, sendo o fornecimento da ração fracionado em duas refeições diárias (a primeira às 8h da manhã e a segunda às 17h) como forma de evitar desperdício.

As codornas foram pesadas antes do período experimental, sendo então distribuídas por faixa de peso quando se efetuou o controle da produção de ovos por 14 dias. Após esse período, os animais foram redistribuídos pelo valor de postura, quando então se iniciou o período experimental.

As rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja, suplementadas com L-Arginina e L-Lisina HCl, utilizou-se esquema fatorial (3x2) composto por três níveis de lisina (1,083; 1,183; 1,283%) e dois de arginina digestível (1,472 e 1,580%). Portanto, o ensaio contou com seis tratamentos (Tabela 4) com dez

repetições e oito animais por unidade experimental, totalizando 60 unidades experimentais.

Tabela 4 – Composição das dietas experimentais.

Ingredientes (composição centesimal)	Níveis de Arginina digestível					
	1,472			1,580		
	Níveis de Lisina			Níveis de Lisina		
	1,083	1,183	1,283	1,083	1,183	1,283
Milho	54,468	54,112	53,780	54,335	53,990	53,780
Farelo de Soja 45	25,567	25,787	25,872	25,576	25,799	25,872
Calcário	7,003	7,003	7,003	7,003	7,003	7,003
Far.Carne Ossos 44	4,030	4,025	4,026	4,031	4,026	4,026
Farelo de Trigo	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Far. Glúten Milho 60	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Óleo de Soja	1,497	1,529	1,543	1,510	1,529	1,542
CL Colina 60	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Sal comum	0,269	0,270	0,269	0,269	0,270	0,270
L – Arginina	0,308	0,302	0,410	0,417	0,411	0,410
DL – Metionina	0,361	0,360	0,360	0,362	0,360	0,360
L - Lisina HCl	0,280	0,402	0,528	0,280	0,402	0,528
L – Triptofano	0,034	0,033	0,032	0,034	0,033	0,032
L – Valina	0,004	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001
L-Treonina	0,009	0,006	0,006	0,009	0,006	0,006
Supl. Min. Aves ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Supl. Vitam. Aves ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Promotor Cresc. ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante ⁴	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
Composição Energética e Química Calculada (g/kg)						
EM (Kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800	2800
Proteína Bruta	202,020	203,820	205,130	201,960	203,630	205,130
Cálcio	30,990	30,990	30,990	30,990	30,990	30,990
Sódio	1,550	1,550	1,550	1,550	1,550	1,550
P disponível	3,230	3,230	3,230	3,230	3,250	3,230
Ácido Linoléico	21,480	21,600	21,620	21,520	21,600	21,620
Arginina dig.	14,720	14,720	14,720	15,800	15,800	15,800
Lisina dig.	10,830	11,830	12,830	10,830	11,830	12,830
Met.+Cist. dig.	8,880	8,880	8,880	8,880	8,880	8,880
Met. dig.	6,260	6,260	6,250	6,260	6,260	6,250
Triptofano dig.	2,270	2,270	2,270	2,270	2,270	2,270
Treonina dig.	6,490	6,490	6,490	6,490	6,490	6,490
Valina dig.	8,120	8,120	8,120	8,120	8,120	8,120
Isoleucina dig.	7,160	7,200	7,200	7,160	7,200	7,200
Leucina dig.	16,120	16,150	16,150	16,110	16,150	16,150
Fenilalanina dig.	8,740	8,780	8,780	8,740	8,780	8,780
Fenil.+Tir. dig.	14,980	15,040	15,050	14,980	15,040	15,050

¹Suplemento Mineral (por kg do produto): Cu - 6g; Fe - 30g; I - 400mg; Mn - 50g; Se - 180mg; Zn - 40g. ²Suplemento Vitamínico (por kg do produto): Vitamina A - 12.000.000 UI; vitamina D3 - 2.000.000 UI; vitamina K3 - 1.800mg; vitamina B1 - 1.500mg; vitamina B12 - 12.000mcg; vitamina B2 - 5.000mg; vitamina B6 - 2.800mg; vitamina E - 15.000 UI; niacina - 35g; biotina - 25mg; ácido pantotênico - 12g; ácido fólico - 750mg. ³Bacitracina de Zinco. ⁴Butil- Hidroxi -Tolueno.

Foram aferidas as temperaturas máxima e mínima e umidade relativa no ambiente do galpão, durante todos os dias do período experimental, a cada intervalo de uma hora, utilizando-se *data logger*. O programa de luz foi baseado em fotoperíodo de 16 horas, sendo a luz natural suplementado com luz artificial, por meio de controle automático realizado por relógio temporizador.

Foram analisadas as variáveis de desempenho: taxa de postura (%), peso médio dos ovos (g), massa de ovos (g de ovo/ave/dia), consumo de ração diário (g/ave/dia), conversão alimentar (g de ração/g de ovo; g de ração/ dz. de ovos) e variação de peso (g), além dessas, foram também analisadas as seguintes variáveis de qualidade de ovos: peso absoluto (g) e relativo (%) respectivamente da gema, casca e albúmen, unidade Haugh e percentual de ovos comercializáveis (%).

Os ovos foram coletados diariamente às 08hs e a produção de ovos foi obtida em %/ ave. Para cálculo da massa de ovos tomou-se a produção de ovos coletados /ave/ dia e multiplicou-se pelo peso médio dos ovos.

Para determinação do peso médio dos ovos, da massa de ovos, da conversão alimentar (g de ração/g de ovo) e dos parâmetros de qualidade de ovos (peso absoluto e relativo de gema, da casca e do albúmen e unidade Haugh), obteve-se amostra de cinco ovos/unidade experimental/dia durante os três últimos dias do 2° e do 4° período experimental, totalizando 15 ovos por unidade experimental, por período avaliado. Essas amostras foram identificadas e encaminhadas ao laboratório para pesagem dos ovos (balança semi-analítica, com precisão de 0,01g) e mensuração da altura de albúmen espesso, em paquímetro digital com suporte tripé acoplado.

Após as pesagens dos ovos, foram separados seis ovos oriundos da mesma unidade experimental, onde se utilizou três ovos para determinação da unidade Haugh, por meio da quebra em superfície plana, com o cuidado de não romper as estruturas internas do ovo, de forma a ser obtido a altura do albúmen espesso. Posteriormente os três ovos restantes, também foram quebrados e separados a casca e a gema.

As cascas lavadas e identificadas foram levadas para secagem em estufa a 65°C por 24 horas para serem pesadas. Após a lavagem e secagem das mesmas, assim como a pesagem dos ovos inteiros e das gemas, obtiveram-se

por diferença entre o peso médio dos ovos pelo peso médio das gemas e das cascas, o peso do albúmen.

Para determinação da unidade Haugh, utilizou-se a equação $UH=100 \times \text{Log} (H - 1,7 \times W^{0,37} + 7,6)$, descrita por Baptista (2002), em que, H é a altura de albúmen espesso e W é o peso do ovo inteiro.

O consumo de ração foi calculado ao término do período experimental por meio da diferença entre a ração fornecida e as sobras. As aves mortas e as sobras de ração foram pesadas no dia da ocorrência da morte, para correções na estimativa do consumo de ração, postura e conversão alimentar (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2007).

A conversão alimentar foi obtida via relação entre o consumo diário de ração pela produção média dos ovos em g (conversão g/g) e pela produção média diária em dúzias de ovos (conversão kg/dz.). O percentual de ovos comercializáveis (%) foi calculado por meio do número de ovos íntegros (sem trincas, fraturas ou “casca mole”) sobre o total de ovos colhidos, multiplicado por 100.

O modelo estatístico utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$. Em que, μ = média geral; α = efeito dos níveis de lisina; β = efeito dos níveis de arginina; $\alpha\beta$ = efeito da interação de níveis de lisina e arginina, e = erro aleatório.

As variáveis de desempenho e qualidade de ovos foram analisadas utilizando-se os procedimentos para análise de variância teste F e de regressão SNK, quando pertinentes, por meio do Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2007), versão 9.1. Para todos os procedimentos estatísticos, valores de probabilidade de 0,05%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação significativa ($P>0,05$) entre os níveis de lisina e arginina digestível utilizados nas dietas das aves sobre os parâmetros de desempenho consumo de ração diário (CRD), taxa de postura (TP), peso médio dos ovos (PO), massa de ovos (MO) e conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, respectivamente CAMO e CADO (Tabela 5).

Tabela 5 – Desempenho das codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de lisina mantendo-se ou não a relação com a arginina.

Parâmetros ¹ Desempenho	Níveis de Lisina (%)			Níveis de Arginina (%)		P-Valor ²			CV ³ (%)
	1,083	1,183	1,283	1,472	1,58	Lis	Arg	LisxArg	
CRD (g)	25,36	25,49	25,45	25,62	25,24	0,979	0,492	0,557	8,35
TP (%)	91,87	93,41	92,28	91,99	93,04	0,572	0,397	0,169	5,14
PO (g)	11,85	11,86	11,81	11,91	11,77	0,879	0,142	0,818	3,04
MO (g/ave/dia)	10,88	11,08	10,90	10,96	10,95	0,574	1,000	0,305	6,10
CAMO (g/g)	2,55	2,58	2,50	2,56	2,53	0,709	0,662	0,268	11,90
CADO (g/dz.)	0,333	0,328	0,331	0,335	0,326	0,886	0,246	0,157	9,64

¹CRD = consumo de ração diário, TP = taxa de postura, PO = peso médio dos ovos, MO = massa de ovos, CAMO = conversão alimentar por massa de ovos e CADO = conversão alimentar por dúzia de ovos. ²Valores acima de 0,05 não são considerados significativos.

³CV= coeficiente de variação.

Esses resultados são semelhantes com os de Chamruspollert et al., (2002) que em trabalhos com relações de arginina, metionina e lisina digestível para pintinhos também não observaram interação entre a lisina e a arginina. Entretanto, discordam de Lima e Silva (2007), que em seus estudos com níveis de lisina e arginina para poedeiras verificaram que a interação arginina x lisina afetou a produção de ovos, o peso e a conversão alimentar por massa de ovos.

Essa ausência de interação verificada no presente estudo pode ser explicada pela idade das aves em experimentação, pelo ambiente experimental, ou ainda pelos níveis experimentais de lisina digestível e arginina digestível utilizados.

Os níveis de lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração (CRD) dos animais. O que pode ser confirmado pelos resultados obtidos por vários autores que também não observaram efeitos dos níveis de lisina sobre esta característica (RIBEIRO et al., 2011; CUPERTINO et al., 2009 e SÁ et al., 2004).

Em contrapartida, Rocha et al., (2009); Costa et al., (2008) e Carvalho et al., (2003) verificaram diminuição linear da lisina sobre a ingestão de alimento em poedeiras e codornas.

Os níveis de arginina digestível não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração diário (CRD) dos animais. Esses resultados são semelhantes aos achados por Araújo et al., (2005), que trabalhando com seis relações de lisina: arginina digestíveis (718:716; 790:716; 718:644; 790:644; 718:788 e 790:788 mg de lisina:arginina/kg de ração, respectivamente) para *Lohmann LSL* com 40 semanas de idade, não encontraram diferenças para tal parâmetro. Em trabalho semelhante Lima e Silva (2007) também não constataram alterações para a mesma linhagem com 44 semanas de idade.

Por outro lado, nos estudos de Carvalho et al., (2006) verificou-se efeito quadrático dos níveis de arginina digestível sobre o CRD de poedeiras em postura.

A ausência de efeito no consumo voluntário de ração pode ser explicada pelo fato que a amplitude dos níveis de lisina digestível utilizados não foi suficiente para agir sobre o mecanismo bioquímico subjacente ao efeito anoréxico (Harper; Rogers, 1965). Semelhante ao que ocorre com o nível energético da dieta, possivelmente o nível de lisina da dieta é outro fator de regulação do consumo diário de ração por codornas japonesas em postura (BARRETO et al., 2006).

De acordo com Goulart et al., (1997), o excesso de aminoácidos circulante no sangue pode provocar diminuição do consumo de ração pelos animais, o que pode explicar o fato da média de consumo encontrada estar abaixo daquela preconizada por Rostagno et al., (2011) que é de 26,22g.

Não houve variação significativa ($P>0,05$) do aumento dos níveis de lisina digestível na dieta sobre a taxa de postura (TP). O que está semelhante com os achados de Souza et al., (2006), que em trabalhos com níveis de lisina e arginina digestível para poedeiras em produção, que não encontraram efeito dos tratamentos sobre a produção de ovos.

Em oposição, Cupertino et al., (2009) e Costa et al., (2008) observaram que produção de ovos foi influenciada de forma quadrática pelos níveis de lisina digestível da dieta.

Não houve variação significativa ($P>0,05$) dos níveis de arginina digestível em experimentação sobre a taxa de postura (TP). Em trabalho semelhante, Lima e Silva

(2007) também não encontraram diferenças na produção de ovos para poedeiras com 44 semanas de idade.

Por outro lado, Araújo et al., (2005), trabalhando com seis relações lisina: arginina digestíveis para duas linhagens *Lohmann Brown* e *Lohmann LSL* com 40 semanas de idade, verificaram maior produção de ovos com a relação 718:716 mg de lisina:arginina digestíveis, sendo que, as relações com maior nível de lisina 790:716 e 718:644 mg de lisina e arginina apresentaram resultados inferiores.

Deve-se salientar que os animais aqui experimentados eram codornas que já haviam passado pelo pico de postura, estando em fase de platô da postura, ou seja, já estava em andamento uma desaceleração e estabilização do ganho de peso, o que permitiu que, praticamente, toda a lisina consumida fosse utilizada para deposição de proteína no ovo de acordo com Silva et al., (2005), o que justifica a alta média de produção de ovos verificada.

Possivelmente, o fato dos níveis de lisina estar variando dentro de níveis de arginina considerados altos para essa categoria animal, influenciou na ausência de efeito dos níveis utilizados sobre esse parâmetro.

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de lisina digestível utilizados na dieta das aves sobre o parâmetro peso médio dos ovos (PO). Esses resultados estão de acordo com os achados de Costa et al., (2008), que em trabalhos com níveis de lisina digestível (0,88 a 1,20%) para codornas japonesas em postura, não encontraram diferenças entre os tratamentos.

Por outro lado, Schmidt et al., (2008) e Jordão Filho et al., (2006) encontraram efeito quadrático para essa característica nos trabalhos com níveis de lisina digestível para codornas e poedeiras, respectivamente.

Não foi verificado efeito ($P>0,05$) dos níveis de arginina digestível sobre o peso médio dos ovos (PO) dos animais em experimentação. Isso está de acordo com Lima et al., (2005), que para as linhagens de poedeiras com 44 semanas de idade, não encontraram diferenças nessa característica.

No entanto, Araújo et al., (2005) obtiveram peso dos ovos (PO) de poedeiras *Lohmann LSL* no tratamento 790:716 de lisina:arginina digestíveis/kg de ração foi inferior aos demais tratamentos para as linhagens *Lohmann Brown* e *Lohmann LSL* com 40 semanas de idade.

Os resultados aqui encontrados estão de acordo com o que afirmam Singh e Narayan (2002), que apontam um aumento de 9 para 12g entre o início e o fim da

produção. Em dados obtidos de Murakami e Ariki (1998) indica-se uma média de 10,39 g para ovos produzidos entre a 36^a e 44^a semana de produção. Desse modo, os valores obtidos nesse estudo estão além dos citados por tais autores. Britton (1976) relacionou o declínio na qualidade interna e externa do ovo ao avanço da idade das aves e relatou significativo aumento do peso do ovo das aves em final de postura, que é o caso desse relato.

Embora os ovos de codorna sejam, geralmente, comercializados por unidade e não por peso, a utilização de níveis baixos de proteína sem a suplementação de aminoácidos pode comprometer o tamanho dos mesmos, deixando-o fora de padrão, o que não ocorreu no presente experimento, em que, utilizou-se um nível de PB de 20%, que é mais baixo do que o indicado por Rostagno et al., (2011) (22-23%), no entanto, está de acordo com as recomendações de Silva e Costa (2009).

Assim como o peso, a massa de ovos (MO) também não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de lisina digestível em estudo. Os resultados encontrados estão de acordo com os de Jardim Filho et al. (2010); Demuner et al., (2009) e Costa et al., (2008) que não obtiveram efeito significativo dos níveis de lisina digestível para massa de ovos (MO) ao trabalharem com codornas japonesas e europeias e poedeiras em fase de postura.

De modo contrário, Cupertino et al., (2009) e Schmidt et al., (2008) observaram efeito quadrático dos níveis de lisina sobre esse parâmetro em poedeiras e codornas na fase de postura.

Os níveis de arginina digestível analisados não influenciaram ($P>0,05$) a massa de ovos (MO) obtida nesse estudo. Esses resultados são semelhantes aos achados de Carvalho et al., (2006) e Souza et al., (2006) em estudos com lisina e arginina para poedeiras.

Entretanto, Sá et al., (2004) observaram efeito quadrático para MO de poedeiras alimentadas com níveis de lisina e arginina. Araújo et al., (2005) observaram que poedeiras *Lohmann LSL* com 40 semanas de idade apresentaram maior MO com a relação 718:716 mg de lisina:arginina digestível/kg de ração, sendo superiores as relações com maior nível de lisina 790:716 e 718:644 mg de lisina:arginina.

As divergências nos resultados provavelmente se devem as diferentes idades dos animais, níveis aminoacídicos utilizados e as diferenças entre as espécies de aves em cada experimentação. Além disso, deve-se ressaltar que, como a massa de

ovos (MO) relaciona índices de taxa de postura e peso dos ovos e essas características não foram influenciadas no presente estudo, a ausência de efeito dos níveis de lisina e arginina na massa de ovos já era esperada.

Segundo Llobet et al., (1989), a massa de ovos é um método eficaz para se avaliar o desempenho de um lote de poedeiras, portanto, pela massa média encontrada nesse estudo, pode-se inferir que as aves tiveram um desempenho notável.

Não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$) dos níveis de lisina digestível utilizados nas dietas para os parâmetros conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, respectivamente: CAMO e CADO. Esses resultados se assemelham aos achados de Jordão Filho et al., (2006) e Souza et al., (2006) que não encontraram efeito significativo em estudos com poedeiras sobre a CAMO.

No entanto, a conversão alimentar por dúzia de ovos (CADO) apresentou comportamento quadrático ($P\leq 0,01$) (Jordão Filho et al., 2006). A exigência para conversão foi estimada em 0,90% de lisina, que equivale a um consumo de 975 mg/ave/dia durante o pico de postura, próximo aos 900 mg de lisina total/ave/dia preconizados por Schutte e Swink (1998).

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de arginina digestível utilizados nas dietas sobre a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, respectivamente, CAMO e CADO.

Entretanto, Araújo et al., (2005) encontraram que a melhor conversão alimentar (kg/dz) foram as relações 718:716 e 718:788 de lisina:arginina digestível/kg de ração e pior conversão para relação 718:644 de lisina:arginina. Trabalho semelhante de Lima et al., (2005) para poedeiras das mesmas linhagens com 44 semanas de idade também encontraram diferença para conversão alimentar (kg/dz), onde a relação 718:788 continuou com a melhor conversão quando comparada aos piores resultados obtidos com as relações com o maior nível de lisina 718:644 e 790:644 de lisina e de arginina digestíveis/kg de ração.

Os diferentes níveis de lisina e arginina digestíveis utilizados não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração diário (CRD), a taxa de postura (TP) e a massa de ovos (MO) (Tabela 5), sendo assim, por tratar-se de parâmetros dependentes justifica-se que não tenha sido observada variações significativas ($P>0,05$) para as conversões por massa e por dúzia de ovos, CAMO e CADO.

Os parâmetros de qualidade interna e externa dos ovos não foram influenciados pelos níveis de lisina e arginina em estudo (Tabela 6).

Tabela 6 – Aspectos qualitativos dos ovos de codornas alimentadas com diferentes níveis de lisina digestível, mantendo-se ou não a relação com a arginina.

Parâmetros ¹	Níveis Lisina (%)			Níveis Arginina (%)		P-valor ²			
	1,083	1,183	1,283	1,472	1,580	Lis	Arg	Lis x Arg	CV ³ (%)
PG (g)	3,84	3,97	3,93	3,92	3,90	0,066	0,686	0,225	4,69
PC (g)	0,94	0,94	0,96	0,95	0,94	0,596	0,625	0,274	9,18
PA (g)	7,30	7,22	7,13	7,25	7,18	0,672	0,661	0,757	8,18
PRC (%)	7,96	7,93	8,19	8,02	8,03	0,529	1,000	0,214	9,69
PRA (%)	61,55	60,88	60,38	60,83	61,04	0,687	0,852	0,814	7,05
PRG (%)	32,37	33,50	33,27	32,93	33,16	0,029	0,515	0,102	4,17
UH	78,23	78,04	78,26	78,05	78,31	0,115	0,139	0,599	0,86
OC (%)	98,65	98,69	98,93	98,53	98,97	0,637	0,097	0,857	1,02

¹PG = peso da gema, PC = peso da casca, PA = peso do albúmen, PRC = peso relativo da casca, PRA = peso relativo do albúmen, PRG = peso relativo da gema, UH = unidade de Haugh e OC = ovos comercializáveis. ²Valores acima de 0,05 não foram considerados significativos. ³CV = coeficiente de variação.

Essa ausência de interação dos níveis de lisina e arginina sobre as características de qualidade de ovos observada indica que esses aminoácidos não influenciam uma ao outro no que diz respeito aos parâmetros avaliados, pelo menos não nas condições experimentais aqui estudadas, uma vez que trabalhos semelhantes são escassos na literatura, não havendo um estudo onde se possa comparar.

Apesar de o presente estudo não apontar efeito entre os tratamentos, sabe-se da literatura, que a lisina atua como protagonista na síntese protéica, exercendo importante papel na formação e composição dos ovos. Essa discrepância entre a literatura e esse estudo pode ter ocorrido pelos níveis de lisina selecionados para análise, ou pela idade dos animais em experimentação.

A unidade Haugh (UH) e o peso de gema (PG) não foram influenciados pelos níveis de lisina digestível ($P > 0,05$) na ração. O que está de acordo com o observado por Rocha et al., (2009) e Jardim Filho et al., (2004).

De maneira discrepante com a maior parte da literatura e com os resultados aqui apresentados, Geraldo et al., (2008) verificaram menor valor de unidade Haugh (UH) com o fornecimento da dieta controle, 0,683% de lisina digestível, em relação aos demais níveis utilizados (0,751; 0,819; 0,887 e 0,955%). O que pode ter ocorrido pelas condições do ambiente experimental que esses autores utilizaram, pela idade ou ainda, pela linhagem das aves.

Verificaram-se nesse estudo valores altos nas características peso dos ovos (PO) e peso de gema (PG), uma das explicações seria o fato de os animais em experimentação não serem aves jovens e, de acordo com Ahn et al., (1997), ovos de poedeiras mais jovens (ovos mais leves) possuem menor relação gema:clara em comparação aos de galinhas mais velhas (ovos mais pesados). Do mesmo modo a qualidade interna do ovo está inversamente relacionada à idade da ave, o que possivelmente explica as baixas médias de unidade Haugh (UH) verificadas.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina em estudo sobre o peso de albúmen (PA). Resultado semelhante foi encontrado por Costa et. al., (2008); Sá et al., (2007) e Ribeiro et al., (2003) que não observaram variação significativa nessa característica com o aumento do nível de lisina.

Em contrapartida, Rocha et al., (2009) encontraram redução linear ($P<0,05$) do albúmen à medida que se aumentou o nível de lisina nas rações, de forma que o nível basal (0,545%) proporcionou a melhor resposta.

Como os componentes sólidos do albúmen do ovo são quase inteiramente protéicos, 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), o que não ocorreu no presente estudo. Isso remete a hipótese de que o menor nível de lisina utilizado foi suficiente pra manter uma boa qualidade interna dos ovos.

Não houve influência ($P>0,05$) dos níveis de lisina digestível nas dietas sobre o parâmetro peso da casca (PC). De modo similar, Costa et. al., (2008); Jordão Filho et al., (2006) e Reis et al., (2006), também não encontraram alteração na gravidade específica da casca dos ovos pelos níveis de lisina da ração.

Isso sugere que a qualidade da casca não é influenciada pela suplementação da ração com lisina, pelo fato de que este aminoácido não causa aumento dos ovos, comprovado pela falta de efeito da lisina sobre esta característica. Alguns autores têm sustentado que o peso do ovo é um dos fatores da alteração na qualidade da

casca (Roland, 1976; Hamilton, 1978), pois os ovos mais pesados tendem a apresentar casca mais fraca, pela incapacidade da galinha de depositar cálcio na mesma proporção para crescimento e peso dos ovos.

O peso de gema relativo, peso de casca relativo e peso de albúmen relativo, PGR, PCR e PAR, não foram afetados ($P>0,05$) pelos níveis de lisina contidos nas dietas. Esses achados estão de acordo com Rocha et al., (2009) que não encontraram efeito dos níveis de lisina sobre o percentual de gema, casca e albúmen, concluindo que os níveis estudados não influenciaram as características internas dos ovos.

Esses resultados sugerem que as diferenças entre os níveis de lisina digestível em estudo não foram suficientes para alterar de forma substancial o percentual dos componentes internos e externos dos ovos.

Não se observou efeito ($P>0,05$) dos níveis de lisina sobre a característica percentual de ovos comercializáveis (OC). A viabilidade dos ovos para comercialização está correlacionada a diversos fatores como o ambiente de armazenamento dos ovos, a temperatura, a nutrição aplicadas às aves, o manejo de coleta dos ovos e etc. Como nesse estudo não se verificou diferenças entre os tratamentos do percentual de ovos aptos a comercialização e as médias verificadas foram altas, pode-se inferir que as condições ambientais, de nutrição (os níveis aminoacídicos utilizados e o teor de PB para formação de uma casca resistente) assim como o manejo foram adequadas.

Apesar de não ter sido verificada alteração nos parâmetros estudados de acordo com o aumento dos níveis de arginina, sabe-se que a mesma está envolvida em diversas funções relacionadas à reprodução em mamíferos: foliculogênese, embriogênese, crescimento e desenvolvimento placentário, mediação do fluxo sanguíneo placentário, manutenção da gestação e do parto e desenvolvimento embrionário (Wu et al., 2004), o que pode facilmente ser confirmado na literatura para éguas, cadelas, ovelhas (Wu et al., 2005), marrãs suínas (Wu e Morris, 1998) e até em humanos.

Por tudo isso, apesar de não ter apresentado influência sobre as características de qualidades de ovos no presente relato e da literatura sobre esses efeitos em aves ser escassa, pode-se inferir que a suplementação com arginina tenha um efeito benéfico sobre essas características.

CONCLUSÃO

A melhor relação lisina x arginina digestível para os parâmetros em análise foi 1,36.

REFERÊNCIAS

- AHN, D.U. et al. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, p.914-919, 1997.
- ARAÚJO, D. M. et al. Níveis de lisina e arginina digestível para poedeiras no pico de postura. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**. p. 136. 2005.
- BAPTISTA, R.F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (*Coturnix coturnix japônica*) em função da variação da temperatura de armazenamento**. 95p. 2002.
- BARRETO, S.L.T. et al. Exigência nutricional de lisina para codornas européias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.750-753, 2006.
- 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.
- BRITTON, W. M. Effect of albumen pH on yolk mottling. **Poultry Science**, Champaign, p. 1330-1335, 1976.
- CARVALHO, D.C.O. et al. Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leve no período final de postura, submetidas a estresse térmico. **Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p.102, 2003.
- CARVALHO, F. B. et al. Desempenho de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e arginina digestíveis de 24 a 44 semanas de idade. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**. **Anais...** 2006.
- CHAMRUSPOLLERT, M. et al. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. **British Journal of Nutrition**, p. 655-660, 2002.
- COSTA, F.G.P. et al. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 2136-2140, 2008.
- CUPERTINO, E.S. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 480-487, 2009.
- DEMUNER, L.F. et al. Níveis nutricionais de lisina digestível em rações de codornas japonesas. In: ZOOTECH 2009, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ZOOTECNISTAS, 05, Águas de Lindóia-SP. **Anais...** 2009.
- EDMONDS, M. S. et al. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, p. 1519-1526, 1985.

FILHO, R.M.J. et al. Níveis de lisina digestível para poedeiras Hy-Line W-36 em produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 787-795, 2010.

GERALDO, A. et al. Níveis de lisina digestível e seus efeitos sobre o desempenho de poedeiras comerciais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Lavras. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.

GOULART, C.C. **Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leves e semipesadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 52p.

HAMILTON, R.P. et al. Zinc interference with copper, iron and manganese in young Japanese quail. **Journal of Food Science**, p.738-741, 1978.

HARPER, A.E.; ROGERS, Q.R. Amino acid imbalance. **Proceedings of the Nutrition Society**. p. 173-190. 1965.

JORDÃO FILHO, J. et al. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1728-1734, 2006.

LIMA, M.R. et al. Relações lisina e arginina digestíveis para poedeiras leves e semipesadas no pós-pico de postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. **Anais eletrônicos...**, Goiânia: SBZ, 2005.

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 Brasilica**, p. 118-124, 2007.

LLOBET, C.J.A. et al. **Producción de huevos**. Barcelona: Technograf, 367 p. 1989.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. São Paulo: Editora Funep, 1998. 79p.

PINTO, R. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1166-1173, 2003.

REIS, R. S. et al. **Correlações fenotípicas entre as características qualitativas externas de ovos de codornas japonesas**. In: Zootec, Recife. 2006.

RIBEIRO, M.L.G. et al. Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 156-161, 2003.

RIBEIRO, C.L.N. **NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. 2011.

ROCHA, T.C. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1726-1731, 2009.

ROLAND, D.A. Recent developments in egg shell quality. **Feedstuffs**, p.31, 1976.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 259 p, 2011.

SÁ, L.M. et al. Exigência de lisina para poedeiras leves no período de 34 a 50 semanas de idade. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Campo Grande. **Anais...** 2004.

SÁ, L.M. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1829-1836, 2007.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p. 2007.

SCHMIDT, M. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1029-1035, 2008.

SCHMIDT, M. et al. Níveis nutricionais de metionina+ cistina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.142-147. 2011.

SCHUTTE, J.B.; SMINK, W. Requirement of the laying hen for apparent fecal digestible lysine. **Poultry Science**, p.697-701, 1998.

SILVA, J.H.V. et al . Por que formular dietas para poedeiras com base no conceito de proteína ideal? **Revista Ave World**, p.57-65. 2005.

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

SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA. **Anais...** Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 27-36. 2002.

SOUZA, E.S. et al. 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**, Goiânia. Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação Científica [CD-ROM], Goiânia: UFG, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema para análise estatística e genética**. Versão 9.1.Viçosa-MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

WU, G.; MORRIS, Jr. S. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **Biochemistry Journal**, p. 1-17, 1998.

WU, G. et al. Maternal nutrition and fetal development. **Journal Nutrition**. p. 2169-2172. 2004

WU, G. et al. Polyamine synthesis from proline in the developing porcine placenta. **Biology Reproduction**. p. 842-850. 2005.

5. REFERÊNCIAS GERAIS

- ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. Codornas. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2003. 289p.
- AHN, D.U. et al. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, p.914-919, 1997.
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, p. 681-685, 2001.
- ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos**. 6. ed. São Paulo: Nobel, 395 p. 1999.
- ARAÚJO, D. M. et al. Níveis de lisina e arginina digestível para poedeiras no pico de postura. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**. p. 136. 2005.
- ARC, Agriculture Research Council. The nutrient requirement of pigs. **Commonwealth Agricultural Bureaux**, Slough. 1981.
- ATENCIO, A. et al. Exigência de arginina digestível para frangos de corte machos em diferentes fases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1456-1466. 2004.
- AUSTIC, R.E.; CALVERT, C.C. Nutritional interrelationships of electrolytes and amino acids. **Federation Proceedings** 40: 63-67. 1981.
- BAKER D.H.; HAN Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks post-hatching. **Poult Science**, v. 73, p.1441–1447. 1994.
- BAKER D.H. et al. Excess cyst(e)ine and L-methionine precursor utilization. In: **Proceedings of Mid Atlantic nutrition conference**. Baltimore, MD, p. 82–88. 2008.
- BAPTISTA, R.F. **Avaliação da qualidade interna de ovos de codorna (Coturnix coturnix japônica) em função da variação da temperatura de armazenamento**. 95p. 2002.
- BARRETO, S.L.T. et al. Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.750-753, 2006.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006, 301p.
- 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.

BOORMAN, K.N. et al. The effect of lysine infusion on the renal reabsorption of arginine in the cockerel. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.27, p. 61- 62A. 1968.

BREGENDAHL K. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine ? cystine, threonine, tryptophan, and valine relative to lysine for white Leghorn-type laying hens of twenty-eight to thirty-four weeks of age. **Poultry Science**, v. 87, p. 744–758. 2008.

BRITTON, W. M. et al. Effect of albumen pH on yolk mottling. **Poultry Science**, Champaign, p. 1330-1335, 1976.

CARVALHO, D.C.O. et al. Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leve no período final de postura, submetidas a estresse térmico. **Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola**, p.102, 2003.

CARVALHO, F. B. et al. Desempenho de poedeiras alimentadas com diferentes níveis de lisina e arginina digestíveis de 24 a 44 semanas de idade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...** 2006.

CARVALHO, F.B. et al. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], p. 25-30, 2007.

CHAMRUSPOLLERT, M. et al. Dietary interrelationships among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. **British Journal of Nutrition**, p. 655-660, 2002.

COOK, M.E. et al. Zinc deficiency in pheasant chicks fed practical diets. **Avian Diseases**, v.28, n.4, p.1103-1109, 1984.

COSTA, C.H.R. et al. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p. 2037-2046, 2007.

COSTA, F.G.P. et al. Exigências de lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 2136-2140, 2008.

COTTA, T. **Reprodução da galinha e produção de ovos**. Lavras: UFLA-FAEPE, p. 81-92. 1997.

CUPERTINO, E.S. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras de 54 a 70 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 480-487, 2009.

DEMUNER, L.F. et al. Níveis nutricionais de lisina digestível em rações de codornas japonesas. In: ZOOTEC 2009, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ZOOTECNISTAS, 05, Águas de Lindóia-SP. **Anais...** 2009.

D'MELLO, J.P.F.; LEWIS, D. Amino acid interactions in chick nutrition. 3. Interdependence in amino acid requirements. **British Poultry Science** 11: 367-385. 1970.

EDMONDS, M. S. et al. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, p. 1519-1526, 1985.

FARIA FILHO, D. E.; TORRES, K. A. A. Proteína ideal para frangos de corte. **Revista Aveworld**, p. 58- 63. 2007.

FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Aprenda Fácil, Viçosa, 371p. 2005.

FILHO, R.M.J. et al. Níveis de lisina digestível para poedeiras Hy-Line W-36 em produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 787-795, 2010.

GERALDO, A. et al. Níveis de lisina digestível e seus efeitos sobre o desempenho de poedeiras comerciais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Lavras. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008.

GOULART, C.C. **Exigências nutricionais de lisina para poedeiras leves e semipesadas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 52p.

HAMILTON, R.P. et al. Zinc interference with copper, iron and manganese in young Japanese quail. **Journal of Food Science**, p.738-741, 1978.

HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, p.2022-2039, 1982.

HARPER, A.E.; ROGERS, Q.R. Amino acid imbalance. **Proceedings of the Nutrition Society**. p. 173-190. 1965.

JORDÃO FILHO, J. et al. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1728-1734, 2006.

LEANDRO, N.S.M. et al. Aspectos de qualidade interna e externa de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, [S.l.], p. 71-78, out. 2006.

LEHNINGER, A.L.; NELSON; COX, M.M. **Princípios de bioquímica** 5. ed. São Paulo: Sarvier. 1273 p. 2011.

LIMA, M.R. et al. Relações lisina e arginina digestíveis para poedeiras leves e semipesadas no pós-pico de postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. **Anais eletrônicos...**, Goiânia: SBZ, 2005.

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**, p. 118-124, 2007.

LLOBET, C.J.A. et al. **Producción de huevos**. Barcelona: Technograf, 367 p. 1989.

LOBATO, V.B.G.; COSTA, F.G.P. Exigência de arginina digestível parágrafo codornas Japonesas nas fases de crescimento e postura. In: Encontro de Iniciação Científica da Universidade Federal da Paraíba, Areias. **Anais...UFPB**. p. 373, 2009.

MILES, R.D.; CHAPMAN, F.A. The concept of ideal protein formation of aquaculture feeds. **Institute of Food and Agricultural Sciences**, Department of fisheries and Aquatic Sciences, University of Florida, Florida. 2007.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. São Paulo: Editora Funep, 1998. 79p.

MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisa na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.113-120. 2002.

NESHEIM, M. C. Kidney arginase activity and lysine tolerance in strains of chickens selected for a high or low requirement of arginine. **The Journal of nutrition**, v. 95, n. 1, p. 79-87, 1968.

NUNES, I.J. **Nutrição animal básica**. 2. ed. Belo Horizonte: FEP – MVZ. 387p. 1998.

OLIVEIRA, E. et al. **Archives of Veterinary Science**, v. 7, n. 2, 2002.

PENZ JR., A. M. et al. O uso do conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FARSUL/SENAR, p.71-85. 1996.

PINTO, R. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1166-1173, 2003.

REIS, R. S. et al. Relationship of arginine with lysine in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.106-110, 2012.

RI, E. et al. Effects of dietary protein levels on production and characteristics of Japanese quail eggs. **The Journal of Poultry Science**, p. 130-139, 2005.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 259 p, 2011.

SÁ, L.M. et al. Exigência de lisina para poedeiras leves no período de 34 a 50 semanas de idade. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Campo Grande. **Anais...** 2004.

SÁ, L.M. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1829-1836, 2007.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal**: Funep, 283p. 2007.

SANTOS, A. L. et al. Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes critérios de formulação, relações arginina:lisina e fontes de metionina no verão. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006, p.53.

SANTOS, G.C. **Níveis de valina, isoleucina e arginina em dietas com baixo nível protéico para codornas japonesas em postura.** Tese Doutorado. 2013.

SCHMIDT, M. et al. Exigência nutricional de lisina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1029-1035, 2008.

SCHMIDT, M. et al. Níveis nutricionais de metionina+ cistina digestível para poedeiras leves no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.142-147. 2011.

SCHUTTE, J.B.; WEERDEN, E.J. Effectiveness of methionine hydroxyl analogue as affected by the dietary level of L-methionine in chicks. **Nutrition Report International**, p.253-259, 1987.

SCHUTTE, J.B.; SMINK, W. Requirement of the laying hen for apparent fecal digestible lysine. **Poultry Science**, p.697-701, 1998.

SILVA, J.H.V.; RIBEIRO, M.L.G. **Tabela nacional de exigência nutricional de codornas.** Bananeiras, PB. DAP-CFT-UFPB. 19p. 2001.

SILVA, J.H.V. et al . Por que formular dietas para poedeiras com base no conceito de proteína ideal? **Revista Ave World**, p.57-65. 2005.

SILVA, E. L. et al. Redução dos níveis de proteína e suplementação aminoacídica em rações para codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 822-829, 2006.

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

SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA. **Anais...** Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 27-36. 2002.

SOUZA, E.S. et al. 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**, Goiânia. Anais eletrônicos do XIV Seminário de Iniciação Científica [CD-ROM], Goiânia: UFG, 2006.

SOUZA, H. R. B. D. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina: lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). 2009.

STEVENS, L. Egg proteins: what are their functions? **Science Progress.**, p. 65-87, 1996.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema para análise estatística e genética**. Versão 9.1. Viçosa-MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

WALDROUP, P.W. et al. Studies on the daily protein and amino acid needs of broiler breeder hens. **Poultry Science**, Champaign, p.2342-2347,1976.

WU, G.; MORRIS, Jr. S. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **Biochemistry Journal**, p. 1-17, 1998.

WU, G. et al. Maternal nutrition and fetal development. **Journal Nutrition**. p. 2169-2172. 2004

WU, G. et al. Polyamine synthesis from proline in the developing porcine placenta. **Biology Reproduction**. p. 842-850. 2005.