

GUISELA MÓNICA ROJAS TUESTA

**RELAÇÕES VALINA E ARGININA COM LISINA EM RAÇÕES PARA
CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Viçosa como parte das exigências do
Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R741r
2013

Rojas Tuesta, Guisela Mónica, 1979-

Relações valina e arginina com lisina em rações para
codornas japonesas em postura / Guisela Mónica Rojas Tuesta.
– Viçosa, MG, 2013.
x, 72f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndices.

Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Codorna - Alimentação e rações. 2. Ovos - Produção.
3. Aminoácidos. 4. Proteínas na nutrição animal.
5. *Coturnix coturnix japonica*. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.594

GUISELA MÓNICA ROJAS TUESTA

**RELAÇÕES VALINA E ARGININA COM LISINA EM RAÇÕES PARA
CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Viçosa como parte das exigências do
Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 21 de fevereiro de 2013

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(Coorientador)

Prof^ª. Melissa Izabel Hannas

Prof. George Henrique Kling de Moraes

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto
(Orientador)

*A Deus, por seu infinito amor e ajuda nas diferentes etapas de minha vida,
A María Auxiliadora e Dom Bosco pelos valores transmitidos na casa salesiana,
Aos meus pais Maria e Guillermo pelo amor incondicional,
A minha mamita Balbina por sua dedicação e cuidados,
Aos meus irmãos Magali e Guillermo pelo exemplo profissional,
Aos meus queridos sobrinhos Lessandra, Kassandra e Guilherme,
Aos meus professores e amigos UNALM
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A meu Pai do céu por estar comigo e guiar meus passos para alcançar mais uma conquista.

A minha mãe Maríá Auxiliadora e maestro Dom Bosco pelas lições de vida nesta etapa da minha existência e pela proteção que os pais dão a uma filha.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Departamento de Zootecnia (DZO) e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pela oportunidade e apoio para a realização deste trabalho.

Ao Programa de estudante convênio de pós - graduação (PEC-PG), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto pela valiosa orientação, acima de tudo pela amizade, compreensão, transparência e humildade que tem para com o grupo de pesquisa em coturnicultura, para você meus sinceros agradecimentos.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino pela atenção, ensino e auxílio.

Ao professor Cláudio Espeschit e sua família pela força, carinho, atenção e conselhos, que com certeza sempre lembrarei, para vocês toda minha gratidão infinita.

Aos professores Juarez Lopes Donzele, Horácio Santiago Rostagno, George Henrique Kling de Moraes, Rita Flávia Miranda de Oliveira, Melissa Izabel Hannas, Paulo Cesar Gomez e Aloízio Soares Ferreira pelos conhecimentos transmitidos nas aulas e o acréscimo profissional e pessoal.

Aos meus anjos Ana Lucia, Christiane e Magna por transformar meus dias cinzas em dias radiantes, para vocês minha amizade, confiança e respeito.

Aos meus amigos Rosana, Renata Rizzo, Denise, Amanda, Elisa, Neto, Anderson, Jefferson, Alexis, Luciano e David por surgir em meu caminho na hora certa para dar-me força, apoio e amizade, para vocês toda minha felicidade.

Aos integrantes do grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em coturnicultura: Jorge, Raquel, Livia e Tamara pela ajuda, compreensão e troca de experiências no decorrer deste tempo.

A Renata e Gabriel pelo apoio e sugestões na elaboração deste trabalho.

Aos funcionários do setor de Avicultura e da fábrica de ração, da Universidade Federal de Viçosa, em especial, aos senhores Mauro, Sebastião Maximiliano. Elísio, Adriano, Mario Pedro, Barreto e Joselino pelo auxílio, colaboração e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em especial, Celeste, Fernanda, Rosana, Cleone, Adilson e Venâncio por estarem sempre dispostos a ajudar.

A todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

GUISELA MÓNICA ROJAS TUESTA, filha de Guillermo Rojas Espinoza e María Elena Tuesta Dávila, nasceu em Lima – Peru, no dia 16 de junho de 1979.

Em agosto de 1998, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Agrária La Molina em Lima – Peru, colando grau em julho de 2004.

Nos anos 2006 até 2009 fez cursos em Comercio Exterior (CONTINENTAL - Assesores Internacionais), Administração de Negócios e Projetos (Centro de Estudos Superiores e Atualização Profissional) e Desenvolvimento Sustentável (Instituto Latino-Americano de Ciência e Fundo Verde) além de uma especialização Gestão de Qualidade e Auditoria Ambiental (Universidade Nacional Agraria La Molina).

De 2006 até 2010 trabalhou em empresas de produção de porquinhos da índia (El Cuyero), caracóis (OLAPRO SAC), bovinos (establo Villa Camila) e no programa de pesquisa em alimentos e projeção social “La Molina” (Universidade Nacional Agraria La Molina).

Em março de 2011 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição e de Produção de animais monogástricos, submetendo-se a defesa de tese em 21 fevereiro de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Denominação de proteína ideal	4
2.2. Lisina como aminoácido referencial	5
2.3. Metabolismo e níveis de inclusão de valina na dieta de poedeiras	5
2.4. Metabolismo e níveis de inclusão de arginina na dieta de poedeiras.....	8
2.5. Imbalanço de valina na formulação de rações	10
2.6. Imbalanço de arginina na formulação de rações.....	11
3 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
Capítulo 1 - Relações valina digestíveis com lisina digestível para codornas japonesas em postura	18
RESUMO	19
ABSTRACT.....	21
1. INTRODUÇÃO	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4. CONCLUSÃO	36
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
Capítulo 2 - Relações arginina digestíveis com lisina digestível para codornas japonesas em postura	40
RESUMO	41
ABSTRACT.....	43
1. INTRODUÇÃO	44
2 . MATERIAL E MÉTODOS	45
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4. CONCLUSÃO	57
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
6. APÊNDICE.....	61

RESUMO

TUESTA, Guisela Mónica Rojas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Relações valina e arginina com lisina em rações para codornas japonesas em postura.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Coorientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Dois experimentos foram conduzidos nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, objetivando estabelecer a relação de valina digestível com lisina digestível (Experimento I – Capítulo I) e a relação de arginina digestível com lisina digestível (Experimento II – Capítulo II) para codornas japonesas em postura. No primeiro experimento, foram utilizadas 245 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 250 dias de idade após pico de postura, peso corporal de $176 \pm 3,5$ g, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos, sete repetições e sete aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma ração basal sem suplementação de valina digestível (0,65%), com 16,8% de proteína bruta e 2800 kcal de energia metabolizável/kg, suplementada com cinco níveis de L-valina (0,00; 0,051; 0,101; 0,152 e 0,202%) em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondendo às relações de valina digestível com lisina digestível de 0,65; 0,70; 0,75; 0,80 e 0,85, respectivamente, permanecendo as rações isoprotéicas e isocalóricas, sendo a lisina digestível fixada em 1,00%. As variáveis estudadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos por ave dia (%), produção de ovos por ave alojada (%), produção de ovos comercializáveis (%), peso do ovo (g), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (kg de ração/kg de ovos), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg de ração/dz de ovos), viabilidade das aves (%), alteração do peso corporal (g), peso dos componentes (g) e percentagem dos componentes dos ovos (gema, albume e casca) e gravidade específica (g/cm³). Observou-se aumento linear no consumo diário de valina ($P < 0,01$) e redução linear na produção de ovo/ave/dia ($P < 0,01$) e na produção de ovos por ave alojada ($P < 0,01$) com o aumento dos níveis de valina digestível. Para os demais parâmetros observou-se efeito não significativo ($P > 0,05$). Conclui-se que a

relação de valina digestível com lisina digestível de 0,65, correspondendo a um consumo diário de 168,4 mg de valina digestível atende as exigências para produção de codorna japonesa. No segundo experimento, foram utilizadas 245 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 250 dias de idade após pico de postura, peso corporal de $181 \pm 1,3$ g, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos, sete repetições e sete aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma ração basal sem suplementação de arginina digestível (1,01%), com 17,55% de proteína bruta e 2800 kcal de energia metabolizável/kg, suplementada com cinco níveis de L- arginina (0,000; 0,051; 0,101; 0,151 e 0,202%) em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondendo às relações de arginina digestível com lisina digestível de 1,01; 1,06; 1,11; 1,16 e 1,21, respectivamente, permanecendo as rações isoprotéicas e isocalóricas, sendo a lisina digestível fixada em 1,00%. As variáveis estudadas foram as mesmas que aquelas mencionadas para o primeiro experimento. As relações de arginina digestíveis com lisina digestíveis não afetaram as variáveis avaliadas, exceto para o consumo diário de arginina que observou-se aumento linear ($P < 0,01$) de acordo com o aumento dos níveis de arginina digestível. Conclui-se que a relação de arginina digestível com lisina digestível de 1,01, correspondendo a um consumo diário de 259,1 mg de arginina digestível atende as exigências para produção de codorna japonesa.

ABSTRACT

TUESTA, Guisela Mónica Rojas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2013.
Relationships of valine and arginine with lysine in diets for Japanese quail in posture.
Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Two experiments were conducted on the premises of the sector Poultry Animal Science in the Department of Agrarian Science Center of the Federal University of Viçosa -MG, the objective was establish the relationship of digestible valine with digestible lysine (Experiment I - Chapter I) and the relationship of digestible arginine with digestible lysine (Experiment II, Chapter II) for Japanese quail posture. In the first experiment, were used 245 Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) with 250 days of age after peak posture, body weight of 176 ± 3.5 g, distributed in a completely randomized design, with five treatments, seven repetitions and seven birds per experimental unit. Treatments consisted of a basal diet without supplementation of digestible valine (0.65%), with 16.8% crude protein and 2800 kcal metabolizable energy / kg, supplemented with five levels of L-valine (0.00, 0.051; 0.101, 0.152 and 0.202%) in substitution of glutamic acid at equivalent protein, corresponding to the relationship between digestible valine with digestible lysine of 0.65, 0.70, 0.75, 0.80 and 0.85, respectively, remained the rations isoproteic and isocaloric, being digestible lysine set at 1.00%. The variables studied were: feed intake (g / bird / day), egg production per bird day (%), egg production per bird housed (%), marketable egg production (%), egg weight (g) , egg mass (g / bird / day), feed conversion by egg mass (kg of feed / kg eggs), feed conversion per dozen eggs (kg of feed / dozen eggs), viability of birds (%), variation in body weight (g), weight of components (g) and percentage of egg components (yolk, albumen and shell) and specific density (g/cm³). Observing a linear increase in the daily consumption of valine (P <0.01) and linear reduction in egg production / bird / day (P <0.01) and the production of eggs per bird housed (P <0.01) increased levels of digestible valine. For the other parameters we observed no significant effect (P> 0.05). Concluding that the ratio of digestible valine with digestible lysine of 0.65, equivalent to a daily intake of 168.4 mg of digestible valine, meeting the requirements for the production of Japanese quail. In the second experiment, were used 245 Japanese quail (*Coturnix*

coturnix japonica) with 250 days of age after peak posture, body weight of 181 ± 1.3 g, distributed in a completely randomized design with five treatments, seven replicates and seven birds per experimental unit. Treatments consisted of a basal diet without supplementation of digestible arginine (1.01%), with 17.55% crude protein and 2800 kcal metabolizable energy / kg, supplemented with five levels of L-arginine (0.000, 0.051, 0.101, 0.151 and 0.202%) in substitution of glutamic acid at equivalent protein, corresponding to the relationship between digestible arginine with digestible lysine of 1.01, 1.06, 1.11, 1.16 and 1.21, respectively, remained the rations isoproteic and isocaloric, being digestible lysine set at 1.00%. The variables studied were the same as those mentioned for the first experiment. The relations of digestible arginine with digestible lysine did not affect the evaluated variables, except for the daily intake of arginine observed linear increase ($P < 0.01$) according increased levels of digestible arginine. Concluding that the ratio of digestible arginine with lysine digestible of 1.01, equivalent to a daily intake 259.1 mg of digestible arginine, meeting the requirements for the production of Japanese quail.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A exploração comercial de codornas no Brasil cresceu nos últimos anos, sendo que de 2009 a 2010 houve aumento de 13,1% no plantel, de aproximadamente 13,0 milhões de aves, representando incremento de 20,8% na produção de ovos, isto é 232,398 milhões de dúzias de ovos (IBGE, 2011). Os estados que apresentam maior produção de codornas são os de São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais, e seu incremento se deve a demanda dos consumidores como uma alternativa de fonte protéica, além do uso de tecnologias na atividade e de melhorias na nutrição, no melhoramento genético, no manejo e na sanidade aplicados nas criações.

Dentre as espécies de codornas destaca-se a *Coturnix coturnix japonica*, utilizada exclusivamente para a produção de ovos (Rezende et al., 2004). A exploração comercial dessa espécie vem-se destacando devido ao rápido crescimento, a precocidade na produção com maturidade sexual (35 a 42 dias), a alta produtividade (média de 300 ovos/ano), pequenos espaços para grandes populações, a longevidade em alta produção, o baixo investimento e, conseqüentemente, o rápido retorno financeiro (Pinto et al., 2002).

As codornas ficaram mais pesadas, mais produtivas com ovos maiores e com maior resistência (Oliveira, 2007), de modo que é necessário fornecer dietas que supram suas exigências nutricionais com relação ao potencial genético, idade, sexo, ambiência e sanidade.

No Brasil, encontra-se duas tabelas sobre exigências de codornas de postura recentemente publicadas, a “Tabela para codornas japonesas e européias” de Silva & Costa (2009) e as “Tabelas brasileiras para aves e suínos” de Rostagno et al. (2011) onde na 3ª edição, foi publicado um capítulo sobre as exigências nutricionais de codornas japonesas. Tais tabelas trazem as reais exigências dessas aves, visto que foram estabelecidas com resultados de pesquisas realizadas no país. No entanto, mais pesquisas na área de nutrição e alimentação são necessárias para validação e atualização das exigências de codornas para a produção de ovos.

Na maioria das granjas avícolas a base da formulação das rações são o milho e o farelo de soja, que em grande parte suprem as necessidades das aves em energia e proteína, porém não atendem as necessidades em aminoácidos essenciais (Jordão Filho et al., 2006).

Frente a esta realidade, torna-se difícil aos nutricionistas formular dietas sem deficiência ou excesso de aminoácidos.

Atualmente, têm-se utilizado o conceito de proteína ideal com a finalidade de reduzir o nível de proteína bruta nas rações e atender às exigências nutricionais de aminoácidos essenciais com suplementação dos mesmos, também o custo mínimo tem sido objeto de estudo visto que o custo com alimentação para codornas representa mais de 70% do total de custo de produção.

Na criação de codornas, os estudos sobre os aminoácidos são crescentes, de modo que se faz de relevância a busca pelo atendimento das exigências de aminoácidos tais como valina e arginina, tendo em vista que a diminuição no excesso de aminoácidos da dieta, terá como resultado direto a redução de excreção de nitrogênio no meio ambiente e a redução do custo da alimentação.

O conceito de proteína ideal usa como aminoácido referencial a lisina, 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 (Murray et al., 2001; Gómez, 2002). Sua ingestão em excesso pode apresentar antagonismo com a arginina, aumentando as exigências desse aminoácido e prejudicando o desempenho dos animais.

Devido às aves não possuírem ciclo da uréia funcional e não utilizarem o ácido glutâmico como fonte de ornitina é importante o fornecimento da arginina nas rações. Além disso, a arginina participa da síntese do óxido nítrico que está relacionado com os processos de fagocitoses e conjuntamente com a glicina e a metionina fazem parte da síntese da creatina a qual é convertida em fosfocreatina e utilizada como reserva de energia, principalmente nas células musculares.

Por outro lado proporções relativamente baixas de valina e isoleucina na proteína do milho são acompanhadas por alta leucina. O excesso de leucina na dieta determina uma diminuição dos níveis de valina e isoleucina no sangue, associado a um crescimento lento. Apresentasse antagonismo entre os aminoácidos anteriormente mencionados, caracterizado pela competição por sítios de absorção no intestino delgado; assim durante a absorção da leucina há uma diminuição de absorção de valina e da isoleucina (Andriguetto et al., 1999).

Portanto, objetivou – se neste trabalho estimar a melhor relação valina digestível com lisina digestível (Capítulo I) e arginina digestível com lisina digestível (Capítulo II) em rações para codornas japonesas na fase de postura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2. 1. Denominação de proteína ideal

A proteína ideal foi, provavelmente, melhor definida por Mitchell em 1964, citado por Parsons e Baker (1994), como uma mistura de aminoácidos ou proteína com disponibilidade total na digestão e metabolismo e cuja composição seria idêntica às exigências do animal para manutenção e crescimento. Segundo Penz Jr. (1996), para ser ideal, a proteína ou a combinação não deve possuir aminoácidos em excesso. Portanto, a presença de aminoácidos deverá cobrir as exigências para manutenção e para o máximo desempenho do animal.

De acordo com Firman & Boling (1998), proteína ideal é um balanço teoricamente exato de aminoácidos para o atendimento das necessidades das aves, sem promover excessos ou deficiências e com mínimos desvios dos aminoácidos essenciais para produção de energia, síntese de aminoácidos não essenciais e catabolismo, melhorando o custo benefício com a formulação da ração e reduzindo a poluição ambiental por nitrogênio. Este conceito foi primeiramente desenvolvido para a nutrição de suínos, vindo do ARC (Conselho Britânico de Pesquisa Agrícola), para propor o uso da proteína ideal a partir de 1981.

O uso da proteína ideal permite ainda compensar os fatores que podem influenciar as exigências em aminoácidos, entre eles o nível energético e protéico da dieta e ainda o potencial genético do animal para o ganho de tecido muscular (Parsons & Baker, 1994).

O maior benefício da aplicação do conceito de proteína ideal na formulação de rações é a simplificação do processo, visto que estabelecida a exigência de lisina, as exigências para os demais aminoácidos são facilmente calculadas (Chung & Baker, 1992). O uso da proteína ideal também promove uma maior eficiência de utilização da proteína, minimiza o uso ineficiente de excesso de aminoácidos como fonte de energia, reduz os custos da alimentação, torna-se menor a quantidade de amônia nas instalações e a poluição ambiental.

2. 2. Lisina como aminoácido referencial

A lisina é um aminoácido essencial sintetizado naturalmente por plantas e microrganismo a partir do aspartato (Lehninger et al., 2002). A produção de lisina na indústria é realizada utilizando mutantes selecionadas de bactérias super produtoras de lisina a partir de glicose (Nunes, 1998). Sua função, entre outras, é participar na deposição de proteína e na biossíntese de carnitina, a qual favorece a passagem o ingresso dos ácidos graxos de cadeia longa pelas membranas das mitocôndrias para sua oxidação e produção de energia (Scott et al., 1982; Parsons, 1990).

A lisina é utilizada como aminoácido referencial nas formulações em base a conceito de proteína ideal devido a sua fácil análise nos alimentos, ter exigência conhecida em diferentes condições ambientais e sua função no metabolismo ser, quase que exclusivamente, a deposição de proteína corporal (Pack, 1995) e por sua suplementação ser economicamente viável (Faria Filho & Torres, 2007).

A lisina é o segundo aminoácido limitante para aves, depois da metionina, sua ingestão em excesso pode desencadear um efeito aminostático que afetaria o consumo (Macari et al., 1994). Altos níveis de lisina no sangue prejudicam a reabsorção de arginina nos túbulos renais e 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).

A exigência de lisina para poedeiras é influenciada por vários fatores (idade, estado sanitário, estresse, sexo, disponibilidade e qualidade da matéria prima para formular as rações). Segundo Goulart (1997) é relevante também considerar o consumo de ração, na determinação da exigência de lisina, principalmente porque o consumo está relacionado com a energia da ração, linhagem da ave, peso corporal e temperatura ambiente.

2. 3. Metabolismo e níveis de inclusão de valina na dieta de poedeiras

A valina é um aminoácido de cadeia lateral alifático similar à leucina e à isoleucina. Este aminoácido é extremamente hidrofóbico, sendo encontrado geralmente no interior das proteínas, que por sua vez são responsáveis por sua estrutura tridimensional (Champe & Harvey, 1996).

Segundo Thornton et al. (2006) a valina é comumente chamada de aminoácido de cadeia ramificada e pode se tornar limitante para o desempenho dos animais quando os níveis de proteína bruta da dieta são reduzidos.

Existem evidências experimentais que aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) estão envolvidos com a imunidade. Estudos desenvolvidos por Petro & Bhattacharjee (1981) comprovaram o efeito deletério da deficiência de isoleucina e valina sobre a imunidade de camundongos. Pesquisas com ratos mostraram que a imunossupressão causada por excesso de leucina na dieta pode ser revertida pelo incremento dos níveis de isoleucina e valina (Aschkenasy, 1979). Konashi et al. (2000) observaram que a deficiência de aminoácidos ramificados em dietas de pintos de corte causou redução mais acentuada no peso relativo da bursa e timo comparado a outros aminoácidos.

A valina pode ser considerada como um dos potenciais aminoácidos limitantes para aves, após os quatro principais amplamente conhecidos, metionina, lisina, triptofano e treonina (Timmler & Rodehutschord, 2003; Corzo et al., 2004). Essa limitação é particularmente evidente em aves com idade mais avançada, visto que as rações passam a ser formuladas com menor teor em proteína e com maior participação do milho. As proporções relativamente baixas de valina e isoleucina na proteína do milho são acompanhadas por alta leucina. Dietas com altos níveis de leucina têm aumentado os requerimentos de valina e isoleucina para frangos de corte e perus (D'Mello & Lewis, 1970; Allen & Baker, 1972; Tuttle & Balloun, 1976).

No catabolismo, a valina forma succinil CoA, esse intermediário pode ser convertido em glicogênio. Inicia-se com uma reação de transaminação catalisada por uma única enzima (transaminase de aminoácidos ramificados), formando o respectivo α -cetoácido ramificado. Este é descarboxilado oxidativamente por um complexo enzimático semelhante à piruvato desidrogenase, a desidrogenase de α -cetoácidos ramificados, que utiliza como coenzimas: tiamina pirofosfato, ácido lipóico, CoA, NAD^+ e FAD. O resultado é a acil-CoA ramificada com um carbono a menos. A acil-CoA derivadas de valina é oxidada por reações semelhantes às da β -oxidação, que convertem valina a propionil-CoA. Por sua vez, o propionil-CoA é carboxilado a succinil-CoA (Marzzoco & Torres, 2011).

Harms & Russel (2001) avaliaram o efeito da inclusão de diferentes níveis de valina (0,525; 0,560; 0,595; 0,630; 0,655; 0,700 e 0,765%) na dieta de galinhas poedeiras leves com 39 semanas de idade, a base de milho e farelo de soja, e encontraram melhora no peso do ovo e na produção de ovos de aves alimentadas com ração contendo 0,655% e 0,630% de valina, respectivamente.

Bregendahl et al. (2008), avaliando a massa de ovo de poedeiras leves de 28 a 34 semanas de idade alimentadas com ração contendo 2987 kcal de EM/Kg e 12% de proteína bruta, concluíram que a relação de valina/lisina digestível de 93% proporciono máxima massa de ovo.

Lelis et al. (2009), estudando diferentes relações de valina/lisina digestível (0,84; 0,90; e 0,96) em dietas de poedeiras semipesadas com 25 a 37 semanas de idade, observaram diferenças significativas para a produção de ovos e massa de ovos, e recomendaram dieta contendo 0,96% para obtenção de melhor desempenho.

Paula (2011) trabalhou com relações de valina digestível com lisina digestível (0,75; 0,80; 0,85; 0,90; 0,95 e 1,00) em rações de codornas japonesas com 284 dias de idade, o autor não observou diferença significativa entre os tratamentos, e concluiu que para proporcionar os melhores resultados de desempenho das aves e qualidade de ovos, as codornas não exigem ração contendo relação superior a 0,75:1,00 de valina digestível: lisina digestível, correspondendo a um consumo diário de valina digestível de 212,4 mg.

Santos et al. (2012) avaliaram dietas com 16,0% PB e diferentes níveis de valina (0,686; 0,833; 0,980; 1,127; 1,274%) para codornas japonesas com 22 semanas de idade. Os autores não observaram diferença significativa para nenhuma das características de desempenho avaliadas e concluíram que o nível de 0,686%, equivalente a um consumo diário de 208,8 mg de valina, proporcionou resultados satisfatórios de desempenho e qualidade de ovos.

Gravena et al. (2012a) e Gravena et al. (2012b) avaliaram o desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes relações de valina digestíveis/ lisina e isoleucina digestíveis/lisina, concluíram que a redução da relação valina/lisina e isoleucina/lisina não causaram prejuízo ao desempenho das aves, nem sobre a qualidade interna dos ovos.

Marques et al. (2012) que avaliaram a qualidade externa de ovos de poedeiras Isa Brown com 40 semanas de idade submetidas a diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível na dieta, os autores não observaram diferença significativa nas variáveis de gravidade específica e peso de casca.

No Brasil, as publicações que trazem as exigências de valina para codornas japonesas em postura preconizam relação de valina digestível com lisina de 0,87 (Silva & Costa, 2009) e 0,75 (Rostagno et al., 2011).

2. 4. Metabolismo e níveis de inclusão de arginina na dieta de poedeiras

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

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

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

Santos et al. (2006) estudaram as relações arginina:lisina (0,9:1,0; 1,0:1,0 e 1,1:1,0) em poedeiras semipesadas com 25 semanas de idade criadas na estação de verão e o melhor desempenho foi quando as aves receberam ração contendo relação arginina:lisina de 1,1:1,0.

Carvalho et al. (2006) avaliaram dois níveis de lisina digestível (700 e 900 mg/ kg de ração) associado a quatro níveis de arginina (700, 800, 900 e 1000 mg/ kg de ração) 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.

Lima et al. (2007) estudaram o efeito da relação arginina:lisina digestível (0,82 a 1,11) para linhagens semipesadas e leves de 40 a 56 semanas de idade, usando três níveis de arginina (0,64, 0,72 e 0,79%) e dois níveis de lisina (0,71 e 0,78%) e não observaram diferenças significativa para nenhuma das características de desempenho avaliadas. No entanto, a linhagem semipesada apresentou melhores valores para conversão alimentar por massa e gravidade específica dos ovos, quando alimentadas com ração contendo 0,64% de arginina e 0,71% de lisina, correspondendo a relação 0,91 de arginina digestível com lisina digestível.

Souza (2009) ao estudar as relações arginina: lisina (0,9; 1,0 e 1,1: 1,0) e fontes de metionina (pó e líquida) em dietas de galinhas poedeiras leves com 25 semanas de idade durante a estação de verão, determinaram que a relação arginina/lisina de 1,1: 1,0 mostrou-se benéfica aos desempenhos das aves.

Reis et al. (2012) trabalharam com relações de arginina digestível com lisina digestível (1,16; 1,21; 1,26; 1,31 e 1,36%) em rações de codornas japonesas com 162 dias de idade, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos e concluíram que para proporcionar os melhores resultados de desempenho das aves e qualidade de ovos, as codornas não exigem ração contendo relação superior a 1,16:1,00 de arginina digestível: lisina digestível, correspondendo ao consumo diário de arginina digestível de 288,84 mg.

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

2. 5. Imbalanço de valina na formulação de rações

Segundo Dale (1994) a proteína dietética influencia no desempenho dos animais e sua eficiência de utilização depende da quantidade, da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos, sendo estes exigidos em níveis específicos pelas aves.

A deficiência de um aminoácido particular induzida pelo excesso de um ou mais aminoácidos na dieta é conhecido como desbalanço aminoacídico (Salmon, 1958). Klasing (1998) afirmou que em aves adultas, a deficiência de aminoácidos resulta no catabolismo da proteína corporal, principalmente daquelas presentes no músculo esquelético.

Cheng et al. (1997) sugerem que altas concentrações protéicas nas dietas de aves mantidas em altas temperaturas não são adequadas devido ao desbalanceamento dos aminoácidos, o que levaria a queda no consumo alimentar. Entretanto, os resultados alcançados com a redução da proteína em altas temperaturas não têm sido consistentes.

Peganova & Eder (2002) reportaram que, juntamente ao atendimento dos níveis mínimos de aminoácidos para garantir bom desempenho, importância deve ser atribuída aos níveis de tolerância, visto existir antagonismo entre os três aminoácidos de cadeia ramificada (valina, leucina e isoleucina) e entre a arginina e lisina.

A partir de experimentos com ratos (Benton et al., 1956; Rogers et al., 1962), concluíram que existe antagonismo entre os três aminoácidos de cadeia ramificada (valina, isoleucina e leucina). Acredita-se que haja uma competição pelo local de absorção; assim, durante a absorção da leucina há uma diminuição da absorção da valina e isoleucina (Andriguetto et al., 1999). Esses três aminoácidos são degradados pelas mesmas enzimas e também concorrem para a transferência para o cérebro através da barreira hemato-encefálica (Harper, 1984).

Os estudos sobre o antagonismo entre leucina, valina e isoleucina estão relacionados com os níveis destes aminoácidos na dieta. O excesso de leucina na dieta determina uma diminuição dos níveis de valina e isoleucina no sangue, associado a um crescimento lento e depressão no consumo alimentar. O mecanismo do antagonismo dos aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina) não é bem conhecido, estando mais evidenciado em pintos em função do número de trabalhos realizados com esta espécie (Andriguetto et al., 1999).

2. 6. Imbalance de arginina na formulação de rações

Segundo Gonzales (2002), o controle do consumo de ração não é somente decorrente da quantidade de proteína bruta, mas também de sua qualidade, isto é, do balanceamento entre os aminoácidos. Uma revisão de Morris et al. (1999) indicou que o desbalanceamento aminoacídico pode ser a possível razão para o aumento das necessidades de aminoácidos.

Yoshida et al. (1966), estudaram nos ratos as bases metabólicas do imbalance de aminoácidos marcados com carbono 14, nas dietas com aminoácidos balanceados e desbalanceados. Os autores concluíram que o imbalance de aminoácidos resulta de uma maior incorporação de aminoácidos limitantes para o crescimento tissular, os quais provocam diminuição dos níveis de aminoácidos plasmáticos. A deficiência destes aminoácidos plasmáticos provoca resposta protetora que diminui o consumo de alimentos. Assim, os ratos com a dieta sem proteína, imbalaceada, não sobreviveram (Sanahuja & Harper, 1963).

Há evidências de que ocorra antagonismo entre a arginina e lisina, induzido pelo desequilíbrio na relação entre esses dois aminoácidos, de modo que o excesso de lisina diminui a atividade da enzima glicina- amidinotransferase 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 a uréia (Andriguetto et al., 1999).

De acordo com Austic (1974) e Austic (1981), citado por Angakanaporn et al. (1997), é possível que a formação do aminoácido homoarginina seja responsável pela redução no desempenho de aves alimentadas com ração contendo imbalance de lisina e arginina, e pode, em parte explicar o mecanismo envolvido no antagonismo existente entre lisina/arginina em frangos. Entretanto, o aumento do nível de arginina em dieta rica em lisina alivia o efeito depressivo causado por esse antagonismo (Gadelha et al., 2003).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Pigs.** Commonwealth Agricultural Bureau. Slough, UK., 1981. 307p.

ALLEN, N. K.; BAKER, D. H. Quantitative efficacy of dietary isoleucine and valine for chick growth as influenced by variable quantities of excess dietary leucine. **Poultry Science**, v.51, n.4, p.1292-1298, 1972.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos.** 6. ed. São Paulo: Nobel, 1999. v.1, 395 p.

ANGAKANAPORN, K.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W. L. De novo synthesis of homoarginine in chickens is influenced by dietary concentrations of lysine and arginine. **Nutrition Research**, v.17, n.1, p.99-110, 1997.

ASCHKENASY, A. Prevention of the immunodepressive effects of excess dietary leucine by isoleucine and valine in the rat. **Journal of Nutrition**, v.109, n.7, p.1214-1222, 1979.

AUSTIC, R. E. Possible role of food intake in the lysine-arginine antagonism. **Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**, Buffalo, New York, p.37-41, 1974.

AUSTIC, R. E. On the nature of amino acid interactions. **Proceedings Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**, Syracuse, New York, p.5-13, 1981.

BACILA, M. **Bioquímica Veterinária.** 2. ed. São Paulo: Robe Editorial, 2003. 583p.

BAKER, D. H. Partitioning of nutrients for growth and other metabolic functions: efficiency and priority considerations. **Poultry Science**, v.70, n.8, p.1797-1805, 1991.

BENTON, D. A.; HARPER, A. E.; SPIVEY, H. E. et al. Leucine, isoleucine, and valine relationships in the rat. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.60, n.1, p.147-155, 1956.

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S. A.; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus 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, n.4, p.744-758, 2008.

CARVALHO, F. B.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. 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, 24, 2006, Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006. p.91.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 446p.

CHENG, T. K.; HAMRE, M. L.; COON, C. N. Responses of broilers to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 6, n.1, p. 18-33, 1997.

CHUNG, T. K.; BAKER, D. H. Ideal amino acid pattern for 10 kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p. 3102-3111, 1992.

CORZO, A.; MORAN JR., E. T.; HOEHLER, D. Valine needs of male broilers from 42 to 56 days of age. **Poultry Science**, v.83, n.6, p. 946-951, 2004.

DALE, N. Proteína ideal para pollos de engorde. **Avicultura Profesional**, v.11, n.3, p. 104-107, 1994.

D'MELLO, J. P. F.; LEWIS, D. Amino acid interactions in chick nutrition. 2. Interrelationships between leucine, isoleucine and valine. **British Poultry Science**, v. 11, p.313-323, 1970.

DUSSE, L. M. S., VIEIRA, L. M., CARVALHO, M. G. Revisão sobre óxido nítrico. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v.39, n.4, p.343-350, 2003.

EDMONDS, M. S.; PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. Limiting amino acids in low-protein corn-soybean meal diets fed to growing chicks. **Poultry Science**, v.64, n.8, p.1519-1526, 1985.

FARIA FILHO, D. E; TORRES, K. A. A. Proteína ideal para frangos de corte. **Revista Aveworld**, p. 58- 63, DEZ 2006- JAN 2007.

FIRMAN, J. D.; BOLING, S. D. Lysine: Ideal protein in turkeys. **Poultry Science**, v.77, n.1, p.105-110, 1998.

GADELHA, A. C.; DAHLKE, F.; FARIA FILHO, D. E. et al. Interação entre arginina e lisina altera as respostas produtivas e a incidência de problemas de pernas em frangos de corte. **Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, p. 75, 2003.

GÓMEZ, V. G. La inmunidad sustentada en la utilización de algunos aminoácidos. In: CONFERENCIAS SOBRE AMINOÁCIDOS SINTÉTICOS, 14, 2002, México, D. F. **Resúmenes...** México, D. F.: FERMEX, 2002. p.1-10.

GONZALES, E. Ingestão de alimentos: mecanismos regulatórios. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2002. p.187-199.

GOULART, C. C. **Exigência nutricional de lisina para poedeiras leves e semipesadas**. 1997. 51f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

GRAVENA, R. A.; JUNQUEIRA, O. M.; MARQUES, R. H. et al. Avaliação do desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes relações de lisina digestível/valina e isoleucina digestíveis e inclusão de farinha de carne e ossos. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012a. (CD-ROM).

GRAVENA, R. A.; JUNQUEIRA, O. M.; MARQUES, R. H. et al. Efeito das dietas contendo diferentes relações de lisina digestível/valina e isoleucina digestíveis com inclusão de farinha de carne e ossos sobre a qualidade interna dos ovos de poedeiras comerciais. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012b. (CD-ROM).

HARMS, R. H.; RUSSELL G. B. Evaluation of valine requirement of the commercial layer using a corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, v.80, n.2, p. 215-218, 2001.

HARPER, A. E. Interrelationships among the branched-chain amino acids. In: ADIBI, S.A.; FEKL, W.; LANGENBECK, U. et al. (Eds.) **Branched Chain Amino and Keto Acids in Health and Disease**. Basel: Karger, 1984.p.81-99.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal 2010**, Rio de Janeiro, v.38, 2010. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf>>. Acesso em: 10 de maio 2012.

JORDÃO FILHO, J.; VILAR, J. H. S.; SIVA, E. L. et al. Exigência de lisina para poedeiras semipesadas durante o pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1728-1734, 2006.

KLASING, K.C. **Comparative avian nutrition**. CABI Publishing, Wallingford, 1998. 350p.

KONASHI, S.; TAKAHASHI, K.; AKIBA, Y. Effects of dietary essential amino acid deficiencies on immunological variables in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.83, p.449-456, 2000.

LELIS, G. R.; TAVERNARI, F. C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Relação lisina/valina sobre o desempenho de poedeiras semipesadas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 27, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009. (CD-ROM).

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. Tradução de W. R. Loodi e A. A. Simões. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 1009 p.

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**, v. 1, n. 4, p. 118-124, 2007.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 375p.

MARQUES, R. H.; JUNQUEIRA, O. M.; GRAVENA, R. A. et al. Qualidade externa de ovos de poedeiras comerciais submetidas diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012. (CD-ROM).

MARZOCCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 386p.

MORRIS, T. R.; GOUS, R. M.; FISHER, C. An analysis of the hypothesis that amino acid requirements for chicks should be stated as a proportion of dietary protein. **World's Poultry Science Journal**, v.55, p.7-22, 1999.

MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. **Bioquímica de Harper**. 15. ed. México: Manual Moderno, 2001. 1041 p.

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

OLIVEIRA, B.L. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. p.11-16.

PACK, M. Proteína ideal para frango de corte. Conceitos e posição atual. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995. p. 95 – 110.

PARSONS, M. C. 1990. Lysine. ADM produtos bioquímicos, p.6-9.

PARSONS, C. M., BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.120-128.

PAULA, E. **Relações valina e isoleucina com lisina em rações para codornas japonesas em postura**. 2011. 49f. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

PEGANOVA, S.; EDER, K. Studies on requirement and excess of isoleucine in laying hens. **Poultry Science**, v.81, n.11, p.1714-1721, 2002.

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

PETRO, T. M.; BHATTACHARJEE, J. K. Effect of dietary essential amino acid limitations upon the susceptibility to *salmonella typhimurium* and the effect upon humoral and cellular immune responses in mice. **Infection and Immunity**, v.32, n.1, p.251-259, 1981.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

REIS, R. S.; BARRETO, S. L. T.; ABJAUDE, W. S. et al. Relationship of arginine with lysine in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.106-110, 2012.

REZENDE, M. J. M.; FLAUZINA, L. P.; PIMENTEL, C. M. M. et al. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2004.

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

ROGERS, Q. R.; SPOLTER, P. D.; HARPER, A. E. Effect of leucine-isoleucine antagonism on plasma amino acid pattern of rats. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.97, n.3, p.497-504, 1962.

SANAHUJA J. C, HARPER A. E. Amino acid balance and imbalance XII. Effect of amino acid imbalance on self-selection of diet by the rat. **Journal of Nutrition**, v. 81, n.4, p. 363-71, 1963.

SALMON, W.D. The significance of amino acid imbalance in nutrition. **American Journal of the Clinical Nutrition**, v.6, n.5, p.487-494, 1958.

SANTOS, A. L.; FARIA, D. E.; ROMBOLA, L. G. 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, 24, 2006, Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006, p.53.

SANTOS, G. C.; GARCIA, E.A.; VIEIRA, J. A. et al. Níveis de valina em dietas de baixo nível proteico para codornas japonesas em postura. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012. (CD-ROM).

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. 3.ed., M. L. Scott & Associates. Ithaca, New York, USA. 1982. 562p.

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

SOUZA, H. R. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais**. 2009. 57f. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

TIMMLER, R.; RODEHUTSCORD, M. Dose-response relationships for valine in the growing White Pekin duck. **Poultry Science**, v.82, n. 11, p.1755–1762, 2003.

TUTTLE, W. L.; BALLOUN, S. L. Leucine, isoleucine and valine interactions in turkey poults. **Poultry Science**, v.55, n.5, p.1737–1743, 1976.

THORNTON, S. A.; CORZO, A.; PHARR, G. T. et al. Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. **British Poultry Science**, v.47, n.2, p.190-199, 2006.

YOSHIDA, A.; LEUNG, P. M. B.; ROGERS, Q. R. et al. Effect of amino acid imbalance on the fate the limiting amino acid. **Journal of Nutrition**, v.89, n.1, p.80-90, 1966.

CAPÍTULO 1

RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL COM LISINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA

RESUMO

TUESTA, Guisela Mónica Rojas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Relações valina digestível com lisina digestível para codornas japonesas em postura.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Coorientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foi conduzido um experimento nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, objetivando-se estabelecer a relação de valina digestível com lisina digestível em dietas formuladas com base no conceito de proteína ideal. No experimento foram utilizadas 245 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 250 dias de idade após pico de postura, peso corporal de $176 \pm 3,5$ g, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos, sete repetições e sete aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma ração basal sem suplementação de valina digestível (0,65%), com 16,8% de proteína bruta e 2800 kcal de energia metabolizável/kg, suplementada com cinco níveis de L-valina (0,00; 0,051; 0,101; 0,152 e 0,202%) em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondendo às relações de valina digestível com lisina digestível de 0,65; 0,70; 0,75; 0,80 e 0,85, respectivamente, permanecendo as rações isoprotéicas e isocalóricas, sendo a lisina digestível fixada em 1,00%. As variáveis estudadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos por ave dia (%), produção de ovos por ave alojada (%), produção de ovos comercializáveis (%), peso do ovo (g), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (kg de ração/kg de ovos), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg de ração/dz de ovos), viabilidade das aves (%), alteração do peso corporal (g), peso dos componentes (g) e percentagem dos componentes dos ovos (gema, albume e casca) e gravidade específica (g/cm^3). Observou-se aumento linear no consumo diário de valina ($P < 0,01$) e redução linear na produção de ovo/ave/dia ($P < 0,01$) e na produção de ovos por ave alojada ($P < 0,01$) com o aumento dos níveis de valina digestível. Para os demais parâmetros observou-se efeito não significativo ($P > 0,05$). Conclui-se que a relação de valina digestível com lisina

digestível de 0,65, correspondendo a um consumo diário de 168,4 mg de valina digestível atende as exigências para produção de codorna japonesa.

ABSTRACT

TUESTA, Guisela Mónica Rojas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2013. **Relationships of digestible valine with digestible lysine in diets for Japanese quail in posture.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-adver: Luiz Fernando Teixeira Albino.

The experiment was conducted on the premises of the sector Poultry Animal Science Department of Agrarian Science Center of the Federal University of Viçosa -MG, the objective was to establish the relationship of digestible valine with digestible lysine in diet formulation based on ideal protein concept. In the experiment were used 245 Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) with 250 days of age after peak posture, body weight of 176 ± 3.5 g, distributed in a completely randomized design, with five treatments, seven replications and seven birds per experimental unit. Treatments consisted of a basal diet without supplementation of digestible valine (0.65%), with 16.8% crude protein and 2800 kcal metabolizable energy / kg, supplemented with five levels of L-valine (0.00, 0.051 , 0.101, 0.152 and 0.202%) in substitution of glutamic acid at equivalent protein, corresponding to the relationship between digestible valine with digestible lysine of 0.65, 0.70, 0.75, 0.80 and 0.85, respectively, remained the rations isoproteic and isocaloric, being digestible lysine set at 1.00%. The variables studied were: feed intake (g / bird / day), egg production per bird day (%), egg production per bird housed (%), marketable egg production (%), egg weight (g) , egg mass (g / bird / day), feed conversion by egg mass (kg of feed / kg eggs), feed conversion per dozen eggs (kg of feed / dozen eggs), viability of birds (%) , variation in body weight (g), weight of components (g) and percentage of egg components (yolk, albumen and shell) and specific density (g/cm³). Observing a linear increase in the daily consumption of valine (P <0.01) and linear reduction in egg production / bird / day (P <0.01) and the production of eggs per bird housed (P <0.01) increased levels of digestible valine. For the other parameters we observed no significant effect (P> 0.05). Concluding that the relation of digestible valine with digestible lysine of 0.65, corresponding to the daily consumption of 168.4 mg of digestible valine, meeting the requirements for production of Japanese quail.

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura no mercado brasileiro é direcionada principalmente para a produção de ovos devido à crescente demanda e por ser um alimento de baixo custo, fácil aquisição e de alto valor nutricional.

No Brasil, as maiores produções de ovos de codornas encontram-se nos municípios de Bastos, Iacri e Parapuã do estado de São Paulo, este estado contribui com 60,4% do total da produção nacional (IBGE, 2012).

Para as aves em postura, um dos nutrientes importantes nas dietas refere-se à proteína devido a seu armazenamento corporal e à participação na composição do ovo. As exigências das aves por aminoácidos essenciais e não essenciais parecem aumentar à medida que são utilizados níveis maiores de proteína bruta na dieta, sugerindo menor eficiência da utilização protéica associada ao desequilíbrio dos aminoácidos (Rostagno et al., 2002).

O desequilíbrio pode ocorrer quando há uma condição de antagonismo entre os aminoácidos. Segundo Austic (1985), citado por Neme et al. (2001) o antagonismo entre aminoácidos é uma interação que envolve os aminoácidos estruturalmente semelhantes, sendo que o excesso de um eleva a exigência do outro, como é a relação existente de antagonismo nos aminoácidos valina, isoleucina e leucina, caracterizado pela competição por sítios de absorção no intestino delgado (Szmecman & Guggenheim, 1966).

Procurando alternativas para suprir esta problemática, avanços tecnológicos na nutrição animal têm ocorrido, e um desses é o uso do conceito de proteína ideal na formulação de rações a qual preconiza a redução dos níveis protéicos da dieta com a suplementação de aminoácidos industriais.

A utilização de aminoácidos industriais tem permitido a adequação das rações às exigências nutricionais das aves, a diminuição do nível de proteína bruta e a formulação de dietas a custo mínimo. No entanto, ao formular rações com aminoácidos industriais deve-se prestar atenção quanto à maior velocidade de absorção destes pelas aves, o que pode levar um descompasso entre a quantidade disponível para a síntese e a velocidade da mesma (Penz Jr., 1990).

No Brasil, as exigências de valina para codornas japonesas em postura podem ser verificadas nas publicações de Silva & Costa (2009) e Rostagno et al. (2011) que sugerem relação de valina digestível com lisina digestível de 0,87 e 0,75 respectivamente.

Desta forma, objetivou-se determinar a melhor relação de valina digestível com lisina digestível para codornas japonesas em postura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de setembro a novembro de 2011 com duração de 63 dias.

Foram utilizadas 245 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 250 dias de idade após pico de postura, peso corporal de $176 \pm 3,5$ g, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), os tratamentos foram constituídos por cinco relações de valina digestível com lisina digestível, com sete repetições e sete aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 100 x 34 x 16 cm (comprimento x largura x altura), contendo 4 divisórias de 25 x 34 cm totalizando 850 cm², e 16 cm de altura. A densidade animal por unidade experimental foi de 121 cm²/ave. As rações experimentais foram abastecidas em comedouro tipo calha de chapa metálica galvanizada percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro dividido de acordo com cada tratamento e repetição. A água também foi fornecida à vontade em bebedouro tipo nipple, sendo um bebedouro para duas unidades experimentais.

Foi formulada uma ração basal sem suplementação de valina digestível (Tabela 1); com 16,8% de PB e 2800 kcal de EM/kg de ração, suplementada com cinco níveis de L-valina (0,00; 0,051; 0,101; 0,152 e 0,202%) em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondendo às relações de valina digestível com lisina digestível de 0,65; 0,70; 0,75; 0,80 e 0,85, respectivamente, permanecendo as rações isoprotéicas e isocalóricas, sendo a lisina digestível fixada em 1,00%.

Para atender as exigências em aminoácido digestível das codornas foram utilizadas como base as relações aminoácido digestível com lisina digestível preconizadas por Umigui et al. (2008), Pinhero et al. (2008), Reis et al. (2009) e Paula et al. (2009), para treonina, triptofano, metionina mais cistina e isoleucina, respectivamente. As relações anteriormente mencionadas são citadas por Rostagno et al., 2011, assim como a descrição da composição e os valores nutricionais dos ingredientes utilizados na formulação das dietas.

Tabela 1. Composições das rações experimentais, na matéria natural.

RELAÇÕES VALINA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL					
Ingredientes	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
Milho	32,331	32,331	32,331	32,331	32,331
Farelo de soja	19,543	19,543	19,543	19,543	19,543
Sorgo	23,000	23,000	23,000	23,000	23,000
Farelo de trigo	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Óleo de soja	2,897	2,897	2,897	2,897	2,897
Calcário	6,949	6,949	6,949	6,949	6,949
Fosfato bicálcico	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025
Sal comum	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334
Ácido glutâmico	0,330	0,260	0,190	0,120	0,050
Amido	0,100	0,119	0,139	0,158	0,178
L-lisina HCl (79%)	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-metionina (99%)	0,401	0,401	0,401	0,401	0,401
L-triptofano (99%)	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
L-valina (99%)	0,000	0,051	0,101	0,152	0,202
L-isoleucina (99%)	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
L-arginina (99%)	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
L-treonina (98%)	0,099	0,099	0,099	0,099	0,099
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada:					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2801	2802	2804	2805
Proteína bruta (%)	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81
Cálcio (%)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Fibra Bruta (%)	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Lisina digestível (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Valina digestível (%)	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
Metionina + Cistina digestível (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Treonina digestível (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Triptofano digestível (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Arginina digestível (%)	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Isoleucina digestível (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65

Composição/kg de produto: Vit. A: 12.000.000 U.I., Vit D₃: 3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B₁ :2.500 mg, Vit B₂: 8.000 mg, Vit B₆: 5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B₁₂: 20.000 mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g; ² Composição/kg de produto: Mn: 160 g, Fe: 100g, Zn: 100g, Cu: 20g, Co: 2g, I: 2g, Veículo q.s.p.: 1000 g; ³ Butil-hidróxi-tolueno, BHT (99%).

As rações experimentais foram fornecidas diariamente, em dois horários, às 8:00 e às 16:00 horas, com objetivo de evitar o desperdício de ração. Os ovos foram recolhidos e contabilizados pela manhã.

As temperaturas no galpão foram monitoradas uma vez ao dia, às 16 horas, e a umidade relativa verificada duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas, por meio de termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e úmido, posicionados no centro do galpão, à altura das aves.

O fornecimento de luz foi de 17 horas diárias, sendo este controlado por um relógio automático (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado pelo Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

a. Consumo de ração

As sobras e os desperdícios foram pesados e descontados da quantidade de ração pesada para todo período. Ao final de cada período, de 21 dias, foi realizada a divisão da quantidade de ração consumida, pelo número de aves de cada tratamento e pelo número de dias e expresso em gramas de ração consumida/ ave/dia, a fim de se obter o consumo de ração. No caso de aves mortas durante o período, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão.

b. Produção de ovos

Os ovos foram coletados diariamente às oito horas. A produção média de ovos foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais (ovos com casca mole e sem casca) sendo expressa em porcentagem sobre a média de aves do período (ovo/ave/dia) e sobre a média de aves alojadas no início do experimento (ovo/ave alojada).

c. Produção de ovos comercializáveis

Para determinação de ovos comercializáveis, foi computado diariamente o número de ovos trincados, quebrados, de casca mole e sem casca. A relação entre os ovos não íntegros e totais de ovos produzidos foi expressa em percentagem para cada tratamento.

d. Peso dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos durante o 20º, 21º, 41º, 42º, 62º e 63º dias experimentais, em cada repetição, foram pesados e o peso total foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

e. Massa de ovos

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período experimental, obtendo-se assim a massa total de ovos. Esta massa total de ovos foi dividida pelo número total de aves por dia do período sendo expressa em gramas de ovo/ave/ dia.

f. Conversão alimentar

Foram avaliadas a conversão alimentar por massa de ovos que foi obtida pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa de ovos produzidas em quilogramas (kg/kg) e a conversão alimentar por dúzia de ovos que foi expressa pelo consumo total de ração em quilogramas dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz).

g. Viabilidade das aves

O total de aves mortas foi anotado diariamente e o número acumulado de aves mortas foi subtraído do número total de aves vivas, sendo os valores obtidos convertidos em porcentagem no final do experimento.

h. Alteração do peso corporal

As aves de cada repetição foram pesadas ao início e ao término do experimento, para a determinação do peso inicial, peso final e variação de peso ocorrido durante o período experimental.

i. Componente dos ovos

Para quantificação dos componentes dos ovos foram avaliados o peso da gema, o peso do albúmen e o peso da casca do ovo. Para isso, quatro ovos de cada repetição foram coletados durante o 20º, 21º, 41º, 42º, 62º e 63º dias experimentais, de maneira aleatória do total de ovos íntegros coletados. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens dos ovos, os mesmos foram identificados, e posteriormente quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar por três dias, para obtenção do peso da casca. O peso do albúmen foi obtido pela diferença do peso do ovo menos o peso da gema mais o peso da casca. Foram obtidos e calculados também os valores percentuais dos componentes dos ovos.

j. Gravidade específica dos ovos

No 16º, 17º, 18º, 37º, 38º, 39º, 58º, 59º e 60º dias do período experimental, todos os ovos íntegros coletados foram imersos e avaliados em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,090 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas, sendo a densidade ou peso específico dos ovos medido por meio de um densímetro com capacidade de avaliação de 1,050 à 1,100g/cm³.

Os parâmetros mencionados foram submetidos a análises estatísticas por meio do programa Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa - UFV (2007), utilizando-se os procedimentos para análise de variância e regressão.

O modelo estatístico para as análises de variância, para todos os parâmetros foi:

$$Y_{ik} = \mu + T_i + e_{ik}$$

em que:

Y_{ik} = valor observado relativo às codornas, alimentadas com ração contendo o nível de valina digestível i e na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

T_i = efeito do nível de valina digestível i , para $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máxima, mínima e de bulbo seco e a umidade relativa do ar, verificadas diariamente durante o período experimental são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Temperatura e umidade relativa do ar (UR) registradas no galpão experimental

Horário (horas)	Temperatura do ar (°C)			UR (%)
	Máxima	Mínima	Bulbo seco	
08:00	-	-	19,7± 2,5	75,4± 11,0
16:00	27,3± 4,1	17,7± 3,2	24,8± 4,3	60,3± 15,6

A zona de moderado conforto térmico está compreendida entre limites de temperatura crítica inferior, e de temperatura crítica superior (Bianca, 1968; Baêta, 1997), e a zona de conforto térmico inclui-se nesta zona. Abaixo da temperatura crítica inferior o animal entra em estresse pelo frio e acima da temperatura crítica superior sofre estresse pelo calor (Baccari Jr., 1998). De acordo com a guia de poedeira comercial (novo gen White, s.n), os valores da umidade relativa do ar e a zona de conforto térmico para aves adultas são, respectivamente, 60 a 70% e 17 a 19 °C. Segundo Olveira (2004), na fase adulta a faixa de conforto térmico ou zona termoneutra das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar entre 65 e 70%. Desse modo pode-se inferir que os animais estiveram expostos a condições de modesto conforto térmico durante o período experimental.

As médias dos dados referentes ao desempenho das codornas estão apresentadas na Tabela 3.

As relações de valina digestível com lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração das aves. Os resultados sobre o consumo diário de ração foram aos encontrados por Paula (2011) estudando diferentes relações de valina digestível com lisina digestível (0,75; 0,80; 0,85; 0,90; 0,95 e 1,00) para codornas japonesas em postura. Da mesma forma, Santos et al. (2012) reportaram que o fornecimento de dietas com 16% de proteína bruta e suplementada com níveis de valina (0,686; 0,833; 0,980; 1,127 e 1,274%) para codornas japonesas com 22 semanas de idade não influenciaram o consumo de ração. Igualmente, Lelis et al. (2009) trabalhando com galinhas poedeiras semipesadas, no período

de 25 a 37 semanas de idade, não encontraram efeito significativo nas diferentes relações de valina/lisina digestível (0,84; 0,90; e 0,96). Entretanto os resultados sobre o consumo de ração contrastam com Harms & Russel (2001) que estudaram diferentes níveis de valina (0,525; 0,560; 0,595; 0,630; 0,655; 0,700 e 0,765%) em galinhas poedeiras e observaram diminuição significativa no consumo de ração com conteúdo de 0,525% valina.

Tabela 3 - Relações valina digestível com lisina digestível na ração sobre o consumo diário de ração (CDR), consumo de valina (CVAL), produção de ovos por ave por dia (POAD), produção de ovos por ave alojada (POAA) e produção de ovos comercializáveis (OC), peso do ovo (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por massa de ovos (CAMO), conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ), viabilidade (VIAB) e alteração de peso corporal de codornas japonesas (APC)

Variáveis	Relação valina digestível com lisina digestível					Significância	CV (%)
	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85		
CDR (g/ave/dia)	25,91	25,30	24,76	25,25	24,80	N.S.	4,04
CVAL (mg/ave/dia)	168,41	177,07	185,71	202,03	210,79	L	3,99
POAD (%)	86,59	86,59	82,39	84,07	79,15	L	5,74
POAA (%)	82,90	86,01	81,50	81,60	75,54	L	7,54
OC (%)	98,86	98,45	97,41	97,04	97,42	N.S.	2,21
PO (g)	11,36	11,20	11,30	11,34	11,56	N.S.	3,41
MO (g/ave/dia)	9,85	9,69	9,31	9,53	9,16	N.S.	7,12
CAMO (kg/kg)	2,64	2,62	2,67	2,65	2,72	N.S.	5,72
CADZ (kg/dz)	0,359	0,352	0,362	0,361	0,377	N.S.	5,24
VIAB (%)	95,66	99,25	99,03	97,12	95,46	N.S.	5,10
APC (g) ¹	-3,6	-3,8	-2,2	-2,9	-5,2	-	-

CV= coeficiente de variação;

N.S.= não significativo, L= linear;

¹ Foi feita análise descritiva desse parâmetro, pois os dados não seguem distribuição normal

Efeito Linear CVAL ($P<0,01$): $\hat{Y} = 155,892 + 10,9699X$

Efeito Linear POAD ($P<0,01$): $\hat{Y} = 109,838 - 34,7733X$

Efeito Linear POAA ($P<0,01$): $\hat{Y} = 110,178 - 38,2248X$

Com os resultados de consumo diário de ração e consumo de valina obtidos pode-se inferir que, o aumento das relações de valina digestível não foi suficiente para produzir desequilíbrio aminoacídico que resultasse em ativação dos mecanismos reguladores do apetite, como descrito por Harper et al. (1970). Observa-se efeito linear positivo sobre o consumo de valina à medida que se aumentou a relação valina digestível com lisina digestível, segundo as equações $Y = 155,892 + 10,9699X$; $R^2 = 0,99$.

Foi observada redução linear ($P<0,01$) das diferentes relações de valina digestível com lisina digestível sobre a produção de ovo/ave/dia e a produção de ovos por ave alojada.

A medida que as relações aumentaram, os níveis de produção de ovo/ave/dia e a produção de ovos por ave alojada diminuía havendo competição post- absorção segundo as equações $Y = 109,838 - 34,7733X$; $R^2 = 0,77$ e $Y = 110,178 - 38,2248X$; $R^2 = 0,63$; respectivamente.

Trabalhando com diferentes relações de valina/lisina digestível (0,84; 0,90; e 0,96) em dietas de poedeiras semipesadas com 25 a 37 semanas de idade, Lelis et al. (2009) encontraram aumento na produção de ovo com o aumento dos níveis de valina nas dietas. Por outro lado, Harms & Russel (2001), trabalhando com poedeiras Hy-Line W-36 com 39 semanas de idade, observaram que abaixo de 0,630% de valina se tem uma redução da produção de ovo.

Os resultados encontrados são diferentes daqueles obtidos por Paula (2011), que trabalho com seis relações de valina digestível com lisina digestível em codornas de postura, não encontrou diferença para produção de ovo/ave/dia e para produção de ovos por ave alojada, e que a relação de 0,75 de valina digestível com lisina digestível, foi suficiente para a manutenção da taxa de postura.

Os resultados para produção de ovos comercializáveis revelaram que as relações de valina digestível e lisina digestível não influenciaram a qualidade dos ovos destinados a comercialização. Pode-se inferir que o nível de 0,65 de valina digestível o que corresponde a um consumo de 168,4 mg de valina /ave/dia atendeu as exigências das codornas para produção de ovos.

Não houve influência ($P > 0,05$) das relações de valina digestível com lisina digestível sobre o peso do ovo. Também Paula (2011) não observou diferença no peso dos ovos de codornas com 284 dias de idade, quando utilizou as relações de valina digestível com lisina digestível variando de 0,75 a 1,00%.

De acordo com os resultados de Harms & Russel (2001), para maior peso do ovo em poedeiras leves com 39 semanas de idade, encontraram exigência de 0,665% de valina em comparação com as aves que recebem ração contendo 0,630% de valina, correspondendo à relação de 0,81 valina/lisina.

Avaliando respostas de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes relações de valina digestível/ lisina e isoleucina digestível/lisina, Gravena et al. (2012a) concluíram que a redução da relação valina/lisina e isoleucina/lisina não causaram

prejuízo ao desempenho das aves, porém a redução da proteína bruta na dieta proporcionou redução no peso dos ovos.

As relações de valina digestível com lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) a massa do ovo das codornas. Resultados semelhantes foram reportadas por Paula (2011) e Santos et al. (2012) ao trabalharem com codornas japonesas.

Ao avaliar diferentes relações de valina/lisina digestível em rações para galinhas semipesadas no período de 25 a 37 semanas de idade, Lelis et al. (2009) observaram aumento na massa do ovo com o aumento dos níveis de valina nas dietas. Já Bregendahl et al. (2008) mencionam que para obtenção de máxima massa de ovo foi necessário o fornecimento de ração contendo a relação de 0,93 de valina/lisina digestível.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) das relações de valina digestível com lisina digestível sobre a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovo.

Os resultados estão de acordo com Paula (2011) e Santos et al. (2012) que não encontraram efeito significativo para os mesmos parâmetros.

A viabilidade das aves não foi influenciada ($P>0,05$) pelas diferentes relações de valina digestível com lisina digestível (Tabela 3). Neste estudo, o índice médio de mortalidade verificado durante o período experimental foi de 2,7%, correspondendo a uma mortalidade média semanal de 0,30%. Oliveira (2007), ao avaliar a produção de ovos e a viabilidade de 26 plantéis de uma criação comercial abrangendo 400.000 codornas japonesas criadas em sistemas manuais e automatizados, mencionou que a viabilidade acumulada na 52ª semana de idade das aves foi de 74,53%, correspondendo a um índice de 25,47% de mortalidade, ou uma mortalidade semanal de 0,49%. Pode-se inferir que a porcentagem de viabilidade obtido no experimento encontra-se dentro do aceitável.

Quanto à alteração de peso corporal das aves do início ao final do experimento, verifica-se perda de peso variando de apenas 2,1 a 0,7 g / ave, em função do avanço da idade da ave, concomitante com a redução da produção de ovos.

Os dados referentes aos parâmetros de qualidade do ovo estão apresentados na Tabela 4.

Não se observou influência ($P>0,05$) das relações valina digestível com lisina digestível sobre nenhum dos parâmetros de componentes dos ovos avaliados. Os resultados

corroboram com o encontrado por Paula (2011) que também não encontrou efeitos das relações valina/ lisina digestível sobre os componentes do ovo.

Da mesma forma Gravena et al. (2012b) que trabalharam com poedeiras comerciais com 40 semanas de idade alimentadas com diferentes relações isoleucina digestível/ lisina e valina digestível/ lisina observaram que não houve efeito sobre a qualidade interna dos ovos de aves alimentadas com dietas contendo diferentes relações de valina e isoleucina. Também Marques et al. (2012) não observou diferença nas variáveis de gravidade específica e peso de casca de poedeiras semipesadas com 40 semanas de idade, submetidas a diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível na dieta.

Pode-se inferir pelos resultados obtidos, que a ração contendo a relação de 0,65 de valina digestível com lisina digestível foi capaz de fornecer suporte para que a ave não tivesse a qualidade interna e externa dos ovos comprometida.

Tabela 4 - Relações valina digestível com lisina digestível na ração sobre os pesos e as percentagens de gema (G), albúmen (A), casca (C) e para a gravidade específica (GE) de ovos de codornas japonesas

Variáveis	Relação valina digestível com lisina digestível					Significância	CV (%)
	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85		
G (g)	3,48	3,44	3,43	3,56	3,45	N.S.	3,64
G (%)	30,05	30,42	30,01	30,63	29,53	N.S.	2,33
A (g)	7,18	6,98	7,09	7,15	7,32	N.S.	3,65
A (%)	62,03	61,69	62,08	61,36	62,53	N.S.	1,25
C (g)	0,92	0,89	0,90	0,93	0,93	N.S.	4,62
C (%)	7,92	7,89	7,91	8,01	7,94	N.S.	4,01
GE (g/cm ³)	1,0725	1,0722	1,0728	1,0785	1,0733	N.S.	0,66

CV= coeficiente de variação;

N.S.= não significativo.

As diferentes relações de valina não influenciaram ($P>0,05$) a gravidade específica do ovo o que sugere, que a relação de 0,65 de valina digestível com lisina digestível também atendeu satisfatoriamente a qualidade da casca do ovo. Esse resultado contribuiu para que não houvesse diferença significativa na produção de ovos comercializáveis, conforme mencionado anteriormente. Esses resultados estão de acordo com Paula (2011) que avalio diferentes relações de valina digestível com lisina digestível (0,75; 0,80; 0,85; 0,90; 0,95 e 1,00) para codornas japonesas em postura.

Com base nos parâmetros avaliados, verifica-se que a relação valina digestível com lisina digestível de 0,65 correspondendo a um consumo de 168,4 mg de valina/ave/dia é suficiente para obtenção de desempenho e de qualidade de ovos. Esta relação encontra-se inferior àquelas sugeridas por Silva & Costa (2009) que é de 0,87 e por Rostagno et al. (2011) de 0,75.

4. CONCLUSÃO

A relação valina digestível com lisina digestível para codorna japonesa em postura de 0,65, correspondendo a um consumo diário de 168,4 mg de valina digestível atende as exigências nutricionais para produção de codorna japonesa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSTIC, R. E. 1985. Lysine in poultry nutrition. [S.l]: Ajinomoto.

BACCARI JR., F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2, 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometereologia, 1998. p.136-161.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto Animal**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 269p

BIANCA, W. Thermoregulation. In: HAFEZ, E.S.E. (Ed.). **Adaptation of domestic animals**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1968. p.97-118.

BREGENDAHL, K.; ROBERTS, S. A.; KERR, B. et al. Ideal ratios of isoleucine, methionine, methionine plus 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, n.4, p.744–758, 2008.

GRAVENA, R. A.; JUNQUEIRA, O. M.; MARQUES, R. H. et al. Avaliação do desempenho de poedeiras comerciais alimentadas com dietas contendo diferentes relações de lisina digestível/valina e isoleucina digestíveis e inclusão de farinha de carne e ossos. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012a. (CD-ROM).

GRAVENA, R. A.; JUNQUEIRA, O. M.; MARQUES, R. H. et al. Efeito das dietas contendo diferentes relações de lisina digestível/valina e isoleucina digestíveis com inclusão de farinha de carne e ossos sobre a qualidade interna dos ovos de poedeiras comerciais. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012b. (CD-ROM).

HARMS, R. H.; RUSSELL G. B. Evaluation of valine requirement of the commercial layer using a corn-soybean meal basal diet. **Poultry Science**, v.80, n.2, p. 215-218, 2001.

HARPER, A. E.; BENEVENGA, N. J.; WOHLHUETER, R. M. Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. **Physiological Reviews**, v.50, n.3, p.428-547, 1970.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal** 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=2241>. Acesso em: 12 de janeiro 2013.

LELIS, G. R.; TAVERNARI, F. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Relação lisina/valina sobre o desempenho de poedeiras semipesadas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 27, 2009, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009. (CD-ROM).

MARQUES, R. H.; JUNQUEIRA, O. M.; GRAVENA, R. A. et al. Qualidade externa de ovos de poedeiras comerciais submetidas diferentes relações de isoleucina e valina digestível em relação à lisina digestível. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012. (CD-ROM).

NEME, R., ALBINO, L. F. T, ROSTAGNO, H. S. et al. Determinação da Biodisponibilidade da Lisina Sulfato e Lisina HCl com Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1750-1759, 2001.

NOVO GEN WHITE. **Guia de manejo de poedeiras comerciais**, Itirapina, SP, 28p. Disponível em: <<http://es.scribd.com/doc/88788519/Guia-Novo-Gen-White>>. Acesso em: 12 de dezembro 2012.

OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2, 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.

OLIVEIRA, B. L. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. p.11-16.

PAULA, E. **Relações valina e isoleucina com lisina em rações para codornas japonesas em postura**. 2011. 49f. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

PAULA, E.; BARRETO, S. L. T.; REIS, R. S. et al. Relação isoleucina digestível com lisina digestível para codornas japonesas em postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 4; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3, 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. (CD –ROM)

PINHEIRO, S.R.; BARRETO, S. L. T.; ALBINO, L. F. T. et al. Efeito dos níveis de triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 n.6, p.1012-1016, 2008.

PENZ JR., A. M. Exigências de aminoácidos das poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1990. p.88-110.

REIS, R. S.; BARRETO, S. L. T.; MEDINA, P. M et al. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes relações de metionina mais cistina digestível com lisina digestível. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. (CD-ROM).

ROSTAGNO, H. A.; VARGAS JR, J. G.; ALBINO, L. F. T; BERNAL, L. E. P. et al. Níveis de proteína e de aminoácidos em rações de pinto de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Suplemento 4, p.49; 2002

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

SANTOS, G. C.; GARCIA, E. A.; VIEIRA, J. A. et al. Níveis de valina em dietas de baixo nível proteico para codornas japonesas em postura. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10, 2012, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012. (CD-ROM).

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

SZMELCMAN, S.; GUGGENHEIN, K. Interference between leucine, isoleucine and valine during intestinal absorption. **Biochemical Journal**, v.100, n.1, p.7-11, 1966.

UMIGI, R. T.; BARRETO, S. L. T.; MESQUITA FILHO, R. M. et al. Exigência de treonina digestível para codorna japonesa em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema para análises estatísticas e genéticas** – SAEG, versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

CAPÍTULO 2

RELAÇÕES ARGININA DIGESTÍVEL COM LISINA DIGESTÍVEL PARA CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA

RESUMO

TUESTA, Guisela Mónica Rojas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2013. **Relações arginina digestível com lisina digestível para codornas japonesas em postura.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Coorientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foi conduzido um experimento nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, com o objetivo de estabelecer a relação de arginina digestível com lisina digestível em dietas formuladas com base no conceito de proteína ideal. No experimento foram utilizadas 245 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 250 dias de idade após pico de postura, peso corporal de $181 \pm 1,3$ g, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos, sete repetições e sete aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma ração basal sem suplementação de arginina digestível (1,01%), com 17,55% de proteína bruta e 2800 kcal de energia metabolizável/kg, suplementada com cinco níveis de L- arginina (0,000; 0,051; 0,101; 0,151 e 0,202%) em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondendo às relações de arginina digestível com lisina digestível de 1,01; 1,06; 1,11; 1,16 e 1,21%, respectivamente, permanecendo as rações isoprotéicas e isocalóricas, sendo a lisina digestível fixada em 1,00%. As variáveis estudadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos por ave dia (%), produção de ovos por ave alojada (%), produção de ovos comercializáveis (%), peso do ovo (g), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (kg de ração/kg de ovos), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg de ração/dz de ovos), viabilidade das aves (%), variação do peso corporal (g), peso dos componentes (g) e percentagem dos componentes dos ovos (gema, albume e casca) e gravidade específica (g/cm^3). As relações de arginina digestíveis com lisina digestíveis não afetaram as variáveis avaliadas, exceto para o consumo diário de arginina que observou-se aumento linear ($P < 0,01$) de acordo com o aumento dos níveis de arginina digestível. Conclui-se que a relação de arginina digestível com lisina digestível de 1,01,

correspondendo a um consumo diário de 259,1 mg de arginina digestível atende as exigências para produção de codorna japonesa.

ABSTRACT

TUESTA, Guisela Mónica Rojas, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2013. **Relationships of digestible arginine with digestible lysine in diets for Japanese quail in posture.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-adver: Luiz Fernando Teixeira Albino.

The experiment was conducted on the premises of the sector Poultry Animal Science Department of Agrarian Science Center of the Federal University of Viçosa -MG, the objective was to establish the relationship of digestible arginine with digestible lysine in diet formulation based on ideal protein concept. In the experiment were used 245 Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) with 250 days of age after peak posture, body weight of 181 ± 1.3 g, distributed in a completely randomized design, with five treatments, seven replications and seven birds per experimental unit. Treatments consisted of a basal diet without supplementation of digestible arginine (1.01%) with 17.55% crude protein and 2800 kcal metabolizable energy / kg, supplemented with five levels of L-arginine (0.000, 0.051, 0.101; 0.151 and 0.202%) in substitution of glutamic acid at equivalent protein, corresponding to the relationship between digestible arginine with digestible lysine of 1.01, 1.06, 1.11, 1.16 and 1.21%, respectively, remained the rations isoproteic and isocaloric, being digestible lysine set at 1.00%. The variables studied were: feed intake (g / bird / day), egg production per bird day (%), egg production per bird housed (%), marketable egg production (%), egg weight (g) , egg mass (g / bird / day), feed conversion by egg mass (kg of feed / kg eggs), feed conversion per dozen eggs (kg of feed / dozen egg), viability of birds (%), variation in body weight (g), weight of components (g) and percentage of egg components (yolk, albumen and shell) and specific density (g/cm³). The relations of digestible arginine with digestible lysine did not affect the evaluated variables, except for the daily intake of arginine observed linear increase ($P < 0.01$) according increased levels of digestible arginine. Concluding that the relation of digestible arginine with digestible lysine of 1.01, corresponding to the daily consumption of 259.1 mg of digestible arginine, meeting the requirements for production of Japanese quail.

1. INTRODUÇÃO

Investimento nas unidades de produção avícola é concentrado na alimentação. Os custos das rações de codornas são maiores em comparação aquelas de frangos e galinhas, e isto se deve ao maior conteúdo da proteína nas formulações.

A proteína contida nos ingredientes da ração é um dos principais nutrientes na manutenção do metabolismo corporal das aves e para produção de carne e ovos, cuja eficiência de utilização depende da quantidade, composição e digestibilidade de seus aminoácidos, os quais são exigidos, em níveis específicos pelas aves (Dale, 1994).

O balanço de aminoácidos pode originar prejuízo ao desempenho do animal, como é a relação existente de antagonismo entre lisina e arginina, que ocasiona diminuição do consumo alimentar e limita a formação de creatina, pois reduz a atividade da enzima glicina-amidiotransferase (Andriguetto et al., 1999).

Frente a esta realidade, uma forma possível de resolver o balanço é através da redução de proteína bruta e a suplementação de aminoácidos industriais no conceito de proteína ideal, a qual permite possível melhoria dos custos de produção devido à melhora na utilização de nitrogênio da dieta.

O uso de aminoácidos industriais na área de avicultura tem sido investigado em diferentes pesquisas com a finalidade de demonstrar que os valores de aminoácidos totais suplementados nas rações podem estar superestimados, causando prejuízos ambientais e econômicos.

Atualmente são insuficientes as avaliações de aminoácidos em rações para codornas, o que tem dificultado a contribuição para uma melhora nos custos de produção, criação e nutrição. Ante esta realidade, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas referentes à suplementação de aminoácidos industriais como a arginina.

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

Desta forma, objetivou-se determinar a melhor relação de arginina digestível com lisina digestível para codornas japonesas em postura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de setembro a novembro de 2011 com duração de 63 dias.

Foram utilizadas 245 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 250 dias de idade após pico de postura, peso corporal de $181 \pm 1,3$ g, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), os tratamentos foram constituídos por cinco relações de arginina digestível com lisina digestível, com sete repetições e sete aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 100 x 34 x 16 cm (comprimento x largura x altura), contendo 4 divisórias de 25 x 34 cm totalizando 850 cm², e 16 cm de altura. A densidade animal por unidade experimental foi de 121 cm²/ave. As rações experimentais foram abastecidas em comedouro tipo calha de chapa metálica galvanizada percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro dividido de acordo com cada tratamento e repetição. A água também foi fornecida à vontade em bebedouro tipo nipple, sendo um bebedouro para duas unidades experimentais.

Foi formulada uma ração basal sem suplementação de arginina digestível (Tabela 1); com 17,55% de PB e 2800 kcal de EM/kg de ração, suplementada com cinco níveis de L- arginina (0,000; 0,051; 0,101; 0,151 e 0,202%) em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondendo às relações de arginina digestível com lisina digestível de 1,01; 1,06; 1,11; 1,16 e 1,21, respectivamente, permanecendo as rações isoprotéicas e isocalóricas, sendo a lisina digestível fixada em 1,00%.

Para atender as exigências em aminoácido digestível das codornas foram utilizadas como base as relações aminoácido digestível com lisina digestível preconizadas por Umigui et al. (2008), Pinhero et al. (2008), Reis et al. (2009), Paula et al. (2009a) e Paula et al. (2009b) para treonina, triptofano, metionina mais cistina, isoleucina e valina, respectivamente. As relações anteriormente mencionadas são citadas por Rostagno et al., 2011, assim como a descrição da composição e os valores nutricionais dos ingredientes utilizados na formulação das dietas.

Tabela 1. Composições das rações experimentais, na matéria natural.

RELAÇÕES ARGININA DIGESTÍVEL/LISINA DIGESTÍVEL					
Ingredientes	1,01	1,06	1,11	1,16	1,21
Milho	35,951	35,951	35,951	35,951	35,951
Farelo de soja	23,882	23,882	23,882	23,882	23,882
Sorgo	26,000	26,000	26,000	26,000	26,000
Farelo de trigo	2,750	2,750	2,750	2,750	2,750
Óleo de soja	1,261	1,261	1,261	1,261	1,261
Calcário	6,894	6,894	6,894	6,894	6,894
Fosfato bicálcico	1,114	1,114	1,114	1,114	1,114
Sal comum	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
Ácido glutâmico	0,700	0,531	0,368	0,203	0,036
Amido	0,100	0,218	0,331	0,446	0,562
L-lisina HCl (79%)	0,289	0,289	0,289	0,289	0,289
DL-metionina (99%)	0,371	0,371	0,371	0,371	0,371
L-triptofano (99%)	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
L-valina (99%)	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
L-arginina (99%)	0,000	0,051	0,101	0,151	0,202
L-treonina (98%)	0,042	0,042	0,042	0,042	0,042
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada:					
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2801	2801	2802	2803
Proteína bruta (%)	17,55	17,55	17,55	17,55	17,55
Cálcio (%)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fósforo disponível (%)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Fibra Bruta (%)	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Lisina digestível (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Valina digestível (%)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Metionina + Cistina digestível (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Treonina digestível (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Triptofano digestível (%)	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Arginina digestível (%)	1,01	1,06	1,11	1,16	1,21

¹ Composição/kg de produto: Vit. A: 12.000.000 U.I., Vit D₃: 3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B₁ :2.500 mg, Vit B₂: 8.000 mg, Vit B₆: 5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B₁₂: 20.000 mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g; ² Composição/kg de produto: Mn: 160 g, Fe: 100g, Zn: 100g, Cu: 20g, Co: 2g, I: 2g, Veículo q.s.p.: 1000 g; ³ Butil-hidróxi-tolueno, BHT (99%).

As rações experimentais foram fornecidas diariamente, em dois horários, às 8:00 e às 16:00 horas, com objetivo de evitar o desperdício de ração. Os ovos foram recolhidos e contabilizados pela manhã.

As temperaturas no galpão foram monitoradas uma vez ao dia, às 16 horas, e a umidade relativa verificada duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas, por meio de termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e úmido, posicionados no centro do galpão, à altura das aves.

O fornecimento de luz foi de 17 horas diárias, sendo este controlado por um relógio automático (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado pelo Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

a. Consumo de ração

As sobras e os desperdícios foram pesados e descontados da quantidade de ração pesada para todo período. Ao final de cada período, de 21 dias, foi realizada a divisão da quantidade de ração consumida, pelo número de aves de cada tratamento e pelo número de dias e expresso em gramas de ração consumida/ ave/dia, a fim de se obter o consumo de ração. No caso de aves mortas durante o período, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão.

b. Produção de ovos

Os ovos foram coletados diariamente às oito horas. A produção média de ovos foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais (ovos com casca mole e sem casca) sendo expressa em porcentagem sobre a média de aves do período (ovo/ave/dia) e sobre a média de aves alojadas no início do experimento (ovo/ave alojada).

c. Produção de ovos comercializáveis

Para determinação de ovos comercializáveis, foi computado diariamente o número de ovos trincados, quebrados, de casca mole e sem casca. A relação entre os ovos não íntegros e totais de ovos produzidos foi expressa em percentagem para cada tratamento.

d. Peso dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos durante o 20º, 21º, 41º, 42º, 62º e 63º dias experimentais, em cada repetição, foram pesados e o peso total foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

e. Massa de ovos

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período experimental, obtendo-se assim a massa total de ovos. Esta massa total de ovos foi dividida pelo número total de aves por dia do período sendo expressa em gramas de ovo/ ave/ dia.

f. Conversão alimentar

Foram avaliadas a conversão alimentar por massa de ovos que foi obtida pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa de ovos produzidas em quilogramas (kg/kg) e a conversão alimentar por dúzia de ovos que foi expressa pelo consumo total de ração em quilogramas dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz).

g. Viabilidade das aves

O total de aves mortas foi anotado diariamente e o número acumulado de aves mortas foi subtraído do número total de aves vivas, sendo os valores obtidos convertidos em porcentagem no final do experimento.

h. Alteração do peso corporal

As aves de cada repetição foram pesadas ao início e ao término do experimento, para a determinação do peso inicial, peso final e variação de peso ocorrido durante o período experimental.

i. Componente dos ovos

Para quantificação dos componentes dos ovos foram avaliados o peso da gema, o peso do albúmen e o peso da casca do ovo. Para isso, quatro ovos de cada repetição foram coletados durante o 20º, 21º, 41º, 42º, 62º e 63º dias experimentais, de maneira aleatória do total de ovos íntegros coletados. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens dos ovos, os mesmos foram identificados, e posteriormente quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar por três dias, para obtenção do peso da casca. O peso do albúmen foi obtido pela diferença do peso do ovo menos o peso da gema mais o peso da casca. Foram obtidos e calculados também os valores percentuais dos componentes dos ovos.

j. Gravidade específica dos ovos

No 16º, 17º, 18º, 37º, 38º, 39º, 58º, 59º e 60º dias do período experimental, todos os ovos íntegros coletados foram imersos e avaliados em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,090 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas, sendo a densidade ou peso específico dos ovos medido por meio de um densímetro com capacidade de avaliação de 1,050 à 1,100g/cm³.

Os parâmetros mencionados foram submetidos a análises estatísticas por meio do programa Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa - UFV (2007), utilizando-se os procedimentos para análise de variância e regressão.

O modelo estatístico para as análises de variância, para todos os parâmetros foi:

$$Y_{ik} = \mu + T_i + e_{ik}$$

em que:

Y_{ik} = valor observado relativo às codornas, alimentadas com ração contendo o nível de arginina digestível i e na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

T_i = efeito do nível de arginina digestível i , para $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máxima, mínima e de bulbo seco e a umidade relativa do ar, verificadas diariamente durante o período experimental são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Temperatura e umidade relativa do ar (UR) registradas no galpão experimental

Horário (horas)	Temperatura do ar (°C)			UR (%)
	Máxima	Mínima	Bulbo seco	
08:00	-	-	18,1± 3,0	79,5± 8,3
16:00	27,9± 4,1	17,7± 3,2	24,0± 4,1	63,0± 16,4

A zona de moderado conforto térmico está compreendida entre limites de temperatura crítica inferior, e de temperatura crítica superior (Bianca, 1968; Baêta, 1997), e a zona de conforto térmico inclui-se nesta zona. Abaixo da temperatura crítica inferior o animal entra em estresse pelo frio e acima da temperatura crítica superior sofre estresse pelo calor (Baccari Jr., 1998). De acordo com a guia de poedeira comercial (novo gen White, s.n), os valores da umidade relativa do ar e a zona de conforto térmico para aves adultas são, respectivamente, 60 a 70% e 17 a 19 °C. Segundo Olveira (2004), na fase adulta a faixa de conforto térmico ou zona termoneutra das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar entre 65 e 70%. Desse modo pode-se inferir que os animais estiveram expostos a condições de modesto conforto térmico durante o período experimental.

As médias dos dados referentes ao desempenho das codornas estão apresentadas na Tabela 3.

As relações de arginina digestível com lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) o consumo diário de ração das aves. Os resultados estão de acordo com Reis et al. (2012) que estudaram diferentes relações de arginina digestível com lisina digestível (1,16; 1,21; 1,26; 1,31 e 1,36) em rações de codornas japonesas com 162 dias de idade e também concordam com Santos et al. (2006) que reportaram que as relações arginina: lisina (0,9; 1,0 e 1,1:1,0) em rações de poedeiras semipesadas com 25 semanas de idade, criadas na estação de verão, não influenciaram no consumo de ração.

No entanto, os resultados encontrados são diferentes daqueles obtidos por Carvalho et al. (2006) que ao trabalharem com galinhas poedeiras leves no período de 24 a 44

semanas de idade, encontraram efeito significativo dos níveis de lisina digestível (700 e 900 mg/ kg de ração) associados a quatro níveis de arginina (700, 800, 900 e 1000 mg/ kg de ração). Os autores verificaram que a adição de arginina, quando se utilizou 900 mg de lisina digestível, resultou em decréscimo no consumo alimentar.

Trabalhando com diferentes relações arginina: lisina (0,9; 1,0 e 1,1: 1,0) e fontes de metionina (pó e líquida) em dietas de galinhas poedeiras leves com 25 semanas de idade durante a estação de verão, Souza (2009) observou efeito linear positivo sobre o consumo de ração à medida que se aumentou a relação arginina: lisina de 0,9 para 1,1: 1,0. Em condições de estresse, recomenda-se aumento na relação de arginina com lisina, visando melhorias no desempenho das aves (Brake et al., 1998; Costa et al., 2001).

Tabela 3 - Relações arginina digestível com lisina digestível na ração sobre o consumo diário de ração (CDR), consumo de arginina (CARG) produção de ovos por ave por dia (POAD), produção de ovos por ave alojada (POAA) e produção de ovos comercializáveis (OC), peso do ovo (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por massa de ovos (CAMO), conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ), viabilidade (VIAB) e alteração de peso corporal de codornas japonesas (APC)

Variáveis	Relação arginina digestível com lisina digestível					Significância	CV (%)
	1,01	1,06	1,11	1,16	1,21		
CDR (g/ave/dia)	25,65	26,40	26,22	26,26	25,77	N.S.	4,69
CARG (mg/ave/dia) ¹	256,46	279,87	291,08	304,59	311,76	L	4,78
POAD (%)	84,89	85,67	84,89	85,89	82,84	N.S.	6,66
POAA (%)	83,16	81,54	81,47	81,34	80,79	N.S.	8,39
OC (%)	98,0	98,69	96,87	98,40	97,95	N.S.	1,56
PO (g)	11,49	11,47	11,55	11,69	11,53	N.S.	2,50
MO (g/ave/dia)	9,75	9,82	9,80	10,3	9,54	N.S.	6,60
CAMO (kg/kg)	2,64	2,69	2,68	2,62	2,71	N.S.	6,24
CADZ (kg/dz)	0,364	0,371	0,372	0,367	0,374	N.S.	6,52
VIAB (%)	97,73	95,24	96,15	93,59	97,64	N.S.	5,10
APC (g) ²	-1,3	-1,0	-0,7	-2,1	-2,1	-	-

CV= coeficiente de variação;

N.S.= não significativo,

¹ Efeito Linear CARG (P<0,01): $\hat{Y} = 248,153 + 13,5327X$

² Foi feita análise descritiva desse parâmetro, pois os dados não seguem distribuição normal

Com os resultados de consumo diário de ração e consumo de arginina obtidos pode-se inferir que, o aumento das relações de arginina digestível não foi suficiente para produzir

ímbalano aminoacídico que resultasse em ativação os mecanismos reguladores do apetite, como descrito por Harper et al. (1970). Observa-se efeito linear positivo sobre o consumo de arginina à medida que se aumentou a relação arginina digestível com lisina digestível, segundo as equações $Y = 248,153 + 13,5327X$; $R^2 = 0,96$.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) das diferentes relações de arginina digestível com lisina digestível sobre a produção de ovo/ave/dia e a produção de ovos por ave alojada, portanto, verificou-se que a relação de arginina digestível com lisina digestível de 1,01% foi suficiente para a manutenção de taxa de postura de 84,89 e 83,16%, respectivamente. Esses resultados estão em concordância com os achados por Reis et al. (2012), que também não encontraram efeitos das relações de arginina digestível com lisina digestível sobre os parâmetros anteriormente mencionados.

Estudos com galinhas poedeiras leves, no período de 24 a 44 semanas de idade, de Carvalho et al. (2006), também não encontraram diferenças na produção de ovos. Da mesma forma Souza (2009) não constatou alteração na produção de ovos em galinhas poedeiras (25 semanas de idade) que receberam ração suplementadas com diferentes relações arginina: lisina e fontes de metionina durante o verão.

Esses resultados discordam de Lima et al. (2007), que avaliaram diferentes relações de arginina: lisina digestível em rações para galinhas leves e semipesadas no período de 40 a 56 semanas de idade, concluíram que dieta contendo a relação arginina/lisina digestível de 1,11 resultou em maior produção de ovos em comparação a relação arginina/lisina digestível de 1,01. Também indicaram que a dieta com relação arginina/lisina digestível de 0,91 foi suficiente para garantir o desempenho das poedeiras.

Os resultados para produção de ovos comercializáveis revelaram que as relações de valina digestível e lisina digestível não influenciaram a qualidade dos ovos destinados a comercialização. Desse modo, as relações de arginina digestível com lisina digestível de 1,01%, o que corresponde a um consumo de 259,1 mg de arginina/ave/dia, atendeu as exigências das codornas para a produção de ovos.

Não houve influência ($P>0,05$) das relações de arginina digestível com lisina digestível sobre o peso do ovo. Também Reis et al. (2012) não observaram diferenças no peso dos ovos (PO) de codornas de postura com 162 dias de idade, quando utilizaram ração

contendo as relações de arginina digestível com lisina digestível de 1,16; 1,21; 1,26; 1,31 e 1,36.

Ao contrário do que foi observado neste trabalho, Lima et al. (2007), ao avaliarem diferentes relações de arginina: lisina digestível para galinhas poedeiras leves e semipesadas de 40 a 56 semanas de idade, encontraram que o maior peso de ovos nas aves que receberam ração contendo 0,72% de arginina e 0,78% de lisina, ou seja, relação de 1,11.

Avaliando diferentes relações arginina: lisina e fontes de metionina em galinhas poedeiras leves com 25 semanas de idade durante a estação de verão, Souza (2009) encontrou efeito linear positivo sobre o peso do ovo à medida que se aumentou a relação arginina: lisina de 0,9 para 1,1: 1,0.

As relações de arginina digestível com lisina digestível não influenciaram ($P>0,05$) a massa do ovo das codornas. Resultados semelhantes foram reportadas por Reis et al. (2012) e por Lima et al. (2007) ao trabalharem com diferentes relações de arginina digestível com lisina digestível em rações para codornas japonesas e galinhas poedeiras, respectivamente. .

Entretanto, o resultado é diferente daquele obtido por Souza (2009) que foi observado 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.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) das relações de valina digestível com lisina digestível sobre a conversão alimentar por dúzia e por massa de ovo.

Da mesma forma Reis et al. (2012) que trabalharam com diferentes relações de arginina digestível com lisina digestível em codornas de postura com 162 dias de idade não encontraram efeito significativo para os mesmos parâmetros.

Esses resultados estão de acordo com Souza (2009), não constatou alteração na conversão alimentar de galinhas que receberam ração suplementada com diferentes relações arginina: lisina e fontes de metionina.

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

A viabilidade das aves não foi influenciada ($P>0,05$) pelas diferentes relações de arginina digestível com lisina digestível (Tabela 3). Neste estudo, o índice médio de mortalidade médio verificado durante o período experimental foi de 3,9%, correspondendo a uma mortalidade média semanal de 0,43%. Oliveira (2007), ao avaliar a produção de ovos e a viabilidade de 26 plantéis de uma criação comercial abrangendo 400.000 codornas japonesas criadas em sistemas manuais e automatizados, mencionou que a viabilidade acumulada na 52ª semana de idade das aves foi de 74,53%, correspondendo a um índice de 25,47% de mortalidade, ou uma mortalidade semanal de 0,49%; pode-se inferir que a porcentagem de viabilidade obtida no experimento encontra-se dentro do aceitável.

Quanto à alteração de peso corporal das aves do início ao final do experimento, verificou-se perda de peso variando de apenas 2,1 a 0,7 g/ave, em função do avanço da idade da ave, concomitante com a redução da produção de ovos.

Não se observou influência ($P>0,05$) das relações arginina digestível com lisina digestível sobre nenhum dos parâmetros de componentes dos ovos avaliados. Os resultados corroboram em parte com os encontrados por Reis et al. (2012) que também não encontraram efeitos das relações arginina/lisina digestível sobre os componentes do ovo. Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al. (2006), que também não encontraram efeito dos níveis de lisina digestível suplementadas com níveis de arginina digestível, ao trabalharem com galinhas poedeiras leves no período de 24 a 44 semanas de idade.

Os dados referentes aos parâmetros de qualidade do ovo estão apresentados na Tabela 4.

Trabalhando com diferentes relações arginina: lisina e fontes de metionina (pó e líquida) em rações de galinhas poedeiras leves com 25 semanas de idade, Souza (2009) encontrou efeito quadrático apenas para o peso da gema.

Pode-se inferir pelos resultados obtidos, que a ração contendo a relação de 1,01 de arginina digestível com lisina digestível foi capaz de fornecer suporte para que a ave não tivesse a qualidade interna e externa dos ovos comprometida.

Tabela 4 - Relações arginina digestível com lisina digestível na ração sobre os pesos e as percentagens de gema (G), albúmen (A), casca (C) e para a gravidade específica (GE) de ovos de codornas japonesas

Variáveis	Relação arginina digestível com lisina digestível					Significância	CV (%)
	1,01	1,06	1,11	1,16	1,21		
G (g)	3,50	3,49	3,55	3,51	3,49	N.S.	2,82
G (%)	30,04	29,84	30,32	29,55	29,86	N.S.	2,05
A (g)	7,24	7,27	7,26	7,46	7,27	N.S.	2,42
A (%)	62,07	62,15	61,82	62,74	62,17	N.S.	0,93
C (g)	0,92	0,94	0,92	0,92	0,93	N.S.	3,45
C (%)	7,89	8,01	7,86	7,71	7,97	N.S.	3,48
GE (g/cm ³)	1,0734	1,0744	1,0727	1,0723	1,0729	N.S.	0,18

CV= coeficiente de variação;

N.S.= não significativo.

As diferentes relações de arginina digestível não influenciaram ($P>0,05$) a gravidade específica do ovo, o que sugere que a relação de 1,01 de arginina digestível com lisina digestível atendeu satisfatoriamente a qualidade da casca do ovo. Este resultado contribuiu para que não houvesse diferença significativa na produção de ovos comercializáveis. Os resultados são semelhantes aos encontradas por Reis et al. (2012) ao estudarem diferentes relações de arginina digestível com lisina digestível (1,16; 1,21; 1,26; 1,31 e 1,36) em rações de codornas japonesas com 162 dias de idade.

Considerando todos os parâmetros avaliados, verifica-se que a relação arginina digestível com lisina digestível de 1, 01 correspondendo a um consumo de 259,1 mg de arginina/ave/dia é suficiente para obtenção de desempenho e de qualidade de ovos. Esta relação encontra-se inferior àquelas preconizadas por Silva & Costa (2009) e Rostagno et al. (2001), que são 1,26 e 1,16, respetivamente.

4. CONCLUSÃO

A relação de arginina digestível com lisina digestível para codorna japonesa em postura de 1,01, correspondendo a um consumo diário de 259,1 mg de arginina digestível atende as exigências para produção de codorna japonesa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal – Os alimentos.** 6. ed. São Paulo: Nobel, 1999. v.1, 395 p.

BACCARI JR., F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2, 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometereologia, 1998. p. 136-161

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto Animal.** 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 269p

BIANCA, W. Thermoregulation. In: HAFEZ, E.S.E. (Ed.). **Adaptation of domestic animals.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1968. p.97-118.

BRAKE, J.; BALNAVE, D.; DIBNER J. J. Optimum dietary arginine:lysine ratio for broiler chickens is altered during heat stress in association with changes in intestinal uptake and dietary sodium chloride. **British Poultry Science**, v.39, n.5, p.639-647, 1998.

CARVALHO, F. B.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. 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...** Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006. p.91.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; TOLEDO, R. S. et al. Efeito da relação arginina: lisina sobre o desempenho e qualidade de carcaça de frangos de corte de 3 a 6 semanas de idade, em condições de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, n.30, p.2021- 2025, 2001.

DALE, N. Los requerimientos de nutrientes: Hasta que punto son aplicables?. **Avicultura Profesional**, v.2, n.2, p.63-64, 1994.

HARPER, A. E.; BENEVENGA, N. J.; WOHLHUETER, R. M. Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. **Physiological Reviews**, v.50, n.3, p.428-547, 1970.

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**, v. 1, n. 4, p. 118-124, 2007.

NOVO GEN WHITE. **Guia de manejo de poedeiras comerciais**, Itirapina, SP, 28p. Disponível em: <<http://es.scribd.com/doc/88788519/Guia-Novo-Gen-White>>. Acesso em: 12 de dezembro 2012.

OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2, 2004, Lavras. **Anais...** Lavras: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.

OLIVEIRA, B. L. Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007. p.11-16.

PAULA, E.; BARRETO, S. L. T.; REIS, R. S. et al. Relação isoleucina digestível com lisina digestível para codornas japonesas em postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 4; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3, 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010a. (CD –ROM)

PAULA, E.; BARRETO, S. L. T.; REIS, R. S. et al. Relação valina digestível com lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. In: CONGRESSO APA DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 8, 2012, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Associação Paulista de Avicultura, p.177-178, 2010b.

PINHEIRO, S. R.; BARRETO, S. L. T.; ALBINO, L. F. T. et al. Efeito dos níveis de triptofano digestível em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 n.6, p.1012-1016, 2008.

REIS, R. S.; BARRETO, S. L. T.; MEDINA, P. M et al. Desempenho de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes relações de metionina mais cistina digestível com lisina digestível. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. (CD-ROM).

REIS, R. S.; BARRETO, S. L. T.; ABJAUDE, W. S. et al. Relationship of arginine with lysine in diets for laying Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.106-110, 2012.

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

SANTOS, A. L.; FARIA, D. E.; ROMBOLA, L. G. 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, 24, 2006, Santos. **Anais...** Santos: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2006. p.53.

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

SOUZA, H. R. **Formulação de dietas com aminoácidos totais e digestíveis, diferentes relações arginina:lisina e fontes de metionina para poedeiras comerciais**. 2009. 57f. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2009.

UMIGI, R. T.; BARRETO, S. L. T.; MESQUITA FILHO, R. M. et al. Exigência de treonina digestível para codorna japonesa em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema para análises estatísticas e genéticas** – SAEG, versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

6. APÊNDICE

Capítulo I - Relações valina digestível com lisina digestível para codornas japonesas em postura.

TABELA 1A-Análise de variância dos dados referentes ao consumo diário de ração de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	1.521025	1.464	0.23779
Linear $R^2 = 0.59$	1	3.592901	3.458	0.07277
Quadrático $R^2 = 0.74$	1	0.9016779	0.868	*****
Cúbico $R^2 = 0.86$	1	0.7360665	0.708	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.8534563	0.821	*****
Resíduo	30	1.038948		
CV (%)	4.04			

TABELA 2A-Análise de variância dos dados referentes ao consumo de valina de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	2136.74576	37.57	0.0000
Linear $R^2 = 0.82$	1	8423.687481	148.10	0.0000
Quadrático $R^2 = 0.82$	1	30.975196	0.54	0.4663
Cúbico $R^2 = 0.83$	1	39.711717	0.70	0.4100
Quártico $R^2 = 1.00$	1	52.608631	0.92	0.3439
Resíduo	30	56.87818		
CV (%)	3.99			

TABELA 3A-Análise de variância dos dados referentes à produção de ovos por ave dia de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	68.61975	2.974	0.03508
Linear $R^2 = 0.77$	1	211.6065	9.172	0.00502
Quadrático $R^2 = 0.80$	1	7.813177	0.339	*****
Cúbico $R^2 = 0.81$	1	4.054575	0.176	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	51.00473	2.211	0.14748
Resíduo	30	23.07043		
CV (%)	5.74			

TABELA 4A-Análise de variância dos dados referentes à produção de ovos por ave alojada de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	101.0653	2.678	0.05072
Linear $R^2 = 0.63$	1	255.6989	6.776	0.01422
Quadrático $R^2 = 0.87$	1	94.32536	2.500	0.12436
Cúbico $R^2 = 0.87$	1	1.487475	0.039	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	52.74960	1.398	0.24637
Resíduo	30	37.73560		
CV (%)	7.54			

TABELA 5A- Análise de variância dos dados referentes aos ovos comercializáveis com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	4.264512	0.909	*****
Linear $R^2 = 0.76$	1	12.97685	2.767	0.10667
Quadrático $R^2 = 0.91$	1	2.564952	0.547	*****
Cúbico $R^2 = 0.99$	1	1.362744	0.291	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.1535052	0.033	*****
Resíduo	30	4.690573		
CV (%)	2.21			

TABELA 6A- Análise de variância dos dados referentes ao peso dos ovos de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.1231523	0.824	*****
Linear $R^2 = 0.42$	1	0.2076371	1.389	0.24786
Quadrático $R^2 = 0.93$	1	0.2502263	1.674	0.20563
Cúbico $R^2 = 0.94$	1	0.4058559E-02	0.027	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.3068711E-01	0.205	*****
Resíduo	30	0.1495012		
CV (%)	3.41			

TABELA 7A-Análise de variância dos dados referentes à massa de ovos de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.5446755	1.189	0.33569
Linear $R^2 = 0.76$	1	1.662230	3.629	0.06640
Quadrático $R^2 = 0.77$	1	0.1589350E-01	0.035	*****
Cúbico $R^2 = 0.82$	1	0.1076901	0.235	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.3928881	0.858	*****
Resíduo	30	0.4580181		
CV (%)	7.12			

TABELA 8A-Análise de variância dados referentes à conversão alimentar por massa de ovos de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.9584885E-02	0.414	*****
Linear $R^2 = 0.62$	1	0.2377810E-01	1.028	0.31880
Quadrático $R^2 = 0.75$	1	0.4964568E-02	0.215	*****
Cúbico $R^2 = 0.75$	1	0.1106980E-03	0.005	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.9486170E-02	0.410	*****
Resíduo	30	0.2313622E-01		
CV (%)	5.72			

TABELA 9A-Análise de variância dos dados referentes à conversão alimentar por dúzia de ovos de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.5625279E-03	1.561	0.21020
Linear $R^2 = 0.58$	1	0.1311503E-02	3.640	0.06603
Quadrático $R^2 = 0.86$	1	0.6281139E-03	1.743	0.19673
Cúbico $R^2 = 0.86$	1	0.6384892E-07	0.000	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.3104307E-03	0.861	*****
Resíduo	30	0.3603462E-03		
CV (%)	5.24			

TABELA 10A-Análise de variância dos dados referentes à viabilidade de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	22.57804	0.915	*****
Linear $R^2 = 0.05$	1	4.469037	0.181	*****
Quadrático $R^2 = 0.87$	1	74.17754	3.007	0.09316
Cúbico $R^2 = 1.00$	1	11.66181	0.473	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.3777715E-02	0.000	*****
Resíduo	30	24.66589		
CV (%)	5.10			

TABELA 11A-Análise de variância dos dados referentes ao peso da casca de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.2057602E-02	1.156	0.34979
Linear $R^2 = 0.33$	1	0.2742799E-02	1.541	0.22412
Quadrático $R^2 = 0.54$	1	0.1730239E-02	0.972	*****
Cúbico $R^2 = 0.98$	1	0.3618479E-02	2.033	0.16427
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.1388905E-03	0.078	*****
Resíduo	30	0.1780097E-02		
CV (%)	4.62			

TABELA 12A-Análise de variância dos dados referentes ao peso da gema de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.2095333E-01	1.315	0.28678
Linear $R^2 = 0.04$	1	0.3630811E-02	0.228	*****
Quadrático $R^2 = 0.04$	1	0.2537743E-05	0.000	*****
Cúbico $R^2 = 0.66$	1	0.5129168E-01	3.220	0.08282
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.2888830E-01	1.814	0.18816
Resíduo	30	0.1592813E-01		
CV (%)	3.64			

TABELA 13A-Análise de variância dos dados referentes ao peso do albúmen de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.1077464	1.582	0.20466
Linear $R^2 = 0.33$	1	0.1416938	2.081	0.15955
Quadrático $R^2 = 0.88$	1	0.2383228	3.499	0.07118
Cúbico $R^2 = 0.94$	1	0.2644319E-01	0.388	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.2452586E-01	0.360	*****
Resíduo	30	0.6810519E-01		
CV (%)	3.65			

TABELA 14A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de casca de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.1417276E-01	0.140	*****
Linear $R^2 = 0.33$	1	0.1897015E-01	0.188	*****
Quadrático $R^2 = 0.34$	1	0.4513873E-04	0.000	*****
Cúbico $R^2 = 0.87$	1	0.3057740E-01	0.302	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.7098362E-02	0.070	*****
Resíduo	30	0.1010914		
CV (%)	4.01			

TABELA 15A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de gema de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	1.254536	2.553	0.05936
Linear $R^2 = 0.10$	1	0.4893896	0.996	*****
Quadrático $R^2 = 0.46$	1	1.829911	3.724	0.06314
Cúbico $R^2 = 0.58$	1	0.6095424	1.241	0.27422
Quártico $R^2 = 1.00$	1	2.089303	4.252	0.04796
Resíduo	30	0.4913646		
CV (%)	2.33			

TABELA 16A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de albúmen de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	1.345140	2.252	0.08690
Linear $R^2 = 0.06$	1	0.3156549	0.529	*****
Quadrático $R^2 = 0.40$	1	1.811779	3.034	0.09179
Cúbico $R^2 = 0.57$	1	0.9131635	1.529	0.22585
Quártico $R^2 = 1.00$	1	2.339963	3.918	0.05701
Resíduo	30	0.5972016		
CV (%)	1.25			

TABELA 17A-Análise de variância dos dados referentes à gravidade específica de acordo com a relação de valina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.4771727E-04	0.954	*****
Linear $R^2 = 0.24$	1	0.4523491E-04	0.904	*****
Quadrático $R^2 = 0.29$	1	0.1096928E-04	0.219	*****
Cúbico $R^2 = 0.79$	1	0.9515282E-04	1.903	0.17798
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.3951208E-04	0.790	*****
Resíduo	30	0.5001135E-04		
CV (%)	0.659			

Capítulo II - Relações arginina digestível com lisina digestível para codornas japonesas em postura.

TABELA 1A-Análise de variância dos dados referentes ao consumo diário de ração de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.7722896	0.517	*****
Linear $R^2 = 0.00$	1	0.6205444E-02	0.004	*****
Quadrático $R^2 = 0.85$	1	2.609043	1.748	0.19611
Cúbico $R^2 = 0.88$	1	0.1167493	0.078	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.3571610	0.239	*****
Resíduo	30	1.492516		
CV (%)	4.69			

TABELA 2A-Análise de variância dos dados referentes ao consumo de arginina de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	3338.04288	17.56	0.0000
Linear $R^2 = 0.67$	1	12819.45905	67.44	0.0000
Quadrático $R^2 = 0.70$	1	455.25238	2.40	0.1322
Cúbico $R^2 = 0.70$	1	23.94522	0.13	0.7251
Quártico $R^2 = 1,00$	1	53.51489	0.28	0.5996
Resíduo	30	190.07650		
CV (%)	4.78			

TABELA 3A-Análise de variância dos dados referentes à produção de ovos por ave dia de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	10.18247	0.319	*****
Linear $R^2 = 0.26$	1	10.55069	0.331	*****
Quadrático $R^2 = 0.69$	1	17.44093	0.547	*****
Cúbico $R^2 = 0.79$	1	4.327049	0.136	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	8.411226	0.264	*****
Resíduo	30	31.89765		
CV (%)	6.66			

TABELA 4A-Análise de variância dos dados referentes à produção de ovos por ave alojada de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	8.030898	0.172	*****
Linear $R^2 = 0.77$	1	24.59954	0.526	*****
Quadrático $R^2 = 0.91$	1	4.735261	0.101	*****
Cúbico $R^2 = 0.91$	1	0.7345558E-03	0.000	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	2.788059	0.060	*****
Resíduo	30	46.74909		
CV (%)	8.39			

TABELA 5A- Análise de variância dos dados referentes aos comercializáveis de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	3.320671	1.431	0.24808
Linear $R^2 = 0.01$	1	0.1083111	0.047	*****
Quadrático $R^2 = 0.05$	1	0.5601031	0.241	*****
Cúbico $R^2 = 0.06$	1	0.1900582	0.082	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	12.42421	5.352	0.02773
Resíduo	30	2.321278		
CV (%)	1.56			

TABELA 6A- Análise de variância dos dados referentes ao peso dos ovos de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.5268298E-01	0.631	*****
Linear $R^2 = 0.29$	1	0.6119739E-01	0.733	*****
Quadrático $R^2 = 0.39$	1	0.2158953E-01	0.259	*****
Cúbico $R^2 = 0.95$	1	0.1173374	1.405	0.24518
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.1060761E-01	0.127	*****
Resíduo	30	0.8350952E-01		
CV (%)	2.50			

TABELA 7A-Análise de variância dos dados referentes à massa de ovos de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.2191368	0.525	*****
Linear $R^2 = 0.03$	1	0.3036022E-01	0.073	*****
Quadrático $R^2 = 0.48$	1	0.3941067	0.944	*****
Cúbico $R^2 = 0.81$	1	0.2866896	0.687	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.1653907	0.396	*****
Resíduo	30	0.4175927		
CV (%)	6.60			

TABELA 8A-Análise de variância dados referentes à conversão alimentar por massa de ovos de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.9714953E-02	0.350	*****
Linear $R^2 = 0.06$	1	0.2457018E-02	0.089	*****
Quadrático $R^2 = 0.07$	1	0.1356385E-03	0.005	*****
Cúbico $R^2 = 0.91$	1	0.3270505E-01	1.179	0.28611
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.3562110E-02	0.128	*****
Resíduo	30	0.2772796E-01		
CV (%)	6.24			

TABELA 9A-Análise de variância dos dados referentes à conversão alimentar por dúzia de ovos de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.1106064E-03	0.191	*****
Linear $R^2 = 0.49$	1	0.2162446E-03	0.373	*****
Quadrático $R^2 = 0.51$	1	0.7767997E-05	0.013	*****
Cúbico $R^2 = 0.95$	1	0.1955775E-03	0.337	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.2283551E-04	0.039	*****
Resíduo	30	0.5801314E-03		
CV (%)	6.52			

TABELA 10A-Análise de variância dos dados referentes à viabilidade de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	21.14272	0.661	*****
Linear $R^2 = 0.03$	1	2.386572	0.075	*****
Quadrático $R^2 = 0.58$	1	46.28174	1.448	0.23827
Cúbico $R^2 = 0.66$	1	7.199381	0.225	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	28.70319	0.898	*****
Resíduo	30	31.96395		
CV (%)	5.89			

TABELA 11A-Análise de variância dos dados referentes ao peso da casca de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.4574313E-03	0.449	*****
Linear $R^2 = 0.00$	1	0.6921850E-07	0.000	*****
Quadrático $R^2 = 0.03$	1	0.5447684E-04	0.053	*****
Cúbico $R^2 = 0.96$	1	0.1707961E-02	1.677	0.20517
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.6721834E-04	0.066	*****
Resíduo	30	0.1018323E-02		
CV (%)	3.45			

TABELA 12A-Análise de variância dos dados referentes ao peso da gema de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.5197689E-02	0.529	*****
Linear $R^2 = 0.00$	1	0.1049897E-04	0.001	*****
Quadrático $R^2 = 0.37$	1	0.7784795E-02	0.793	*****
Cúbico $R^2 = 0.53$	1	0.3226039E-02	0.329	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.9769422E-02	0.995	*****
Resíduo	30	0.9817648E-02		
CV (%)	2.82			

TABELA 13A-Análise de variância dos dados referentes ao peso do albúmen de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.5534935E-01	1.769	0.16128
Linear $R^2 = 0.20$	1	0.4334441E-01	1.385	0.24851
Quadrático $R^2 = 0.32$	1	0.2794896E-01	0.893	*****
Cúbico $R^2 = 0.68$	1	0.8015971E-01	2.561	0.11999
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.6994433E-01	2.235	0.14537
Resíduo	30	0.3129667E-01		
CV (%)	2.42			

TABELA 14A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de casca de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.9683784E-01	1.289	0.29653
Linear $R^2 = 0.05$	1	0.1753760E-01	0.233	*****
Quadrático $R^2 = 0.15$	1	0.4131619E-01	0.550	*****
Cúbico $R^2 = 0.99$	1	0.3260424	4.339	0.04586
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.2455145E-02	0.033	*****
Resíduo	30	0.7513673E-01		
CV (%)	3.48			

TABELA 15A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de gema de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.5539882	1.471	0.23581
Linear $R^2 = 0.13$	1	0.2781286	0.738	*****
Quadrático $R^2 = 0.14$	1	0.2471346E-01	0.066	*****
Cúbico $R^2 = 0.19$	1	0.1093114	0.290	*****
Quártico $R^2 = 1.00$	1	1.803799	4.788	0.03658
Resíduo	30	0.3767135		
CV (%)	2.05			

TABELA 16A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de albúmen de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.7974360	2.375	0.07434
Linear $R^2 = 0.14$	1	0.4353475	1.297	0.26382
Quadrático $R^2 = 0.14$	1	0.2121404E-02	0.006	*****
Cúbico $R^2 = 0.39$	1	0.8129257	2.421	0.13017
Quártico $R^2 = 1.00$	1	1.939350	5.777	0.02263
Resíduo	30	0.3357189		
CV (%)	0.93			

TABELA 17A-Análise de variância dos dados referentes à gravidade específica de acordo com a relação de arginina digestível com lisina digestível.

Fonte de variação	G.L	Q.M	F	Signif.
Tratamento	4	0.4424634E-05	1.198	0.33220
Linear $R^2 = 0.35$	1	0.6196461E-05	1.677	0.20517
Quadrático $R^2 = 0.36$	1	0.1592945E-06	0.043	*****
Cúbico $R^2 = 0.89$	1	0.9368479E-05	2.536	0.12177
Quártico $R^2 = 1.00$	1	0.1974301E-05	0.534	*****
Resíduo	30	0.3694470E-05		
CV (%)	0.179			