

HEDER JOSÉ D'AVILA LIMA

**RELAÇÕES METIONINA + CISTINA, TREONINA E
TRIPTOFANO COM A LISINA E NÍVEIS DE LISINA
DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS
NA FASE DE CRESCIMENTO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

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

T

L732r
2012

Lima, Heder José D'Avila, 1982-

Relações metionina + cistina, treonina e triptofano como a lisina e níveis de lisina digestível em rações para codornas japonesas na fase de crescimento / Heder José D'Avila Lima. – Viçosa, MG, 2012.
xi, 80f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Codorna - Alimentação e rações. 2. Codorna - Nutrição.
3. Nitrogênio na nutrição animal. 4. Ovos - Produção.
5. Aminoácidos na nutrição animal. 6. Proteína na nutrição animal. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 636.594

HEDER JOSÉ D'AVILA LIMA

**RELAÇÕES METIONINA + CISTINA, TREONINA E
TRIPTOFANO COM A LISINA E NÍVEIS DE LISINA
DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA CODORNAS JAPONESAS
NA FASE DE CRESCIMENTO**

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

APROVADA: 26 de março de 2012.

George Henrique Kling de Moraes

Aldrin Vieira Pires

Juarez Lopes Donzele
(Coorientador)

Luiz Fernando Teixeira Albino
(Coorientador)

Sergio Luiz de Toledo Barreto
(Orientador)

À Maria Ilma de (Ávila) Lima

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença e cuidado constante.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), particularmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto.

Ao professor Sergio Luiz de Toledo Barreto pela amizade, pelos diálogos, ensinamentos, atenção, e principalmente por ter me permitido realizar o curso sob sua orientação.

Aos professores Ilda de Fátima Ferreira Tinoco, Luiz Fernando Teixeira Albino e Juarez Lopes Donzele pela co-orientação, ensinamentos e visão profissional.

Aos professores Aldrin Vieira Pires e George Henrique Kling de Moraes pelas valiosas colaborações e sugestões.

À minha família e amigos pela felicidade e confiança que sempre tiveram em mim, especialmente à minha mãe, irmãos e sobrinhos que se fizeram presentes, pela atenção e recordações.

Aos amigos: Rodrigo, Gabrielle, Sanely, Diane, Cidney, Natália, Eriane, Regina, Carlos e Marcelle.

Aos amigos dos Departamentos de Engenharia Agrícola e Bioquímica da UFV.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV, especialmente, Fernanda, Celeste e Rosana.

Aos funcionários do setor de Avicultura da UFV, Geraldo, Elísio, Mauro, José Lino e Adriano, pelo apoio durante a realização dos experimentos.

Aos amigos que ganhei enquanto perdia.

Aos demais professores, colegas e funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste curso.

Viver pra mim é cristo

Senhor, preciso te dizer que é impossível me esquecer
Que não estou só nesta batalha entre o bem e o mal
A cada nova experiência, eu Te glorifico mais
Te ter é a maior diferença em mim

Se os bons combates eu não combater
Minha coroa não conquistarei
Se minha carreira eu não completar
De que vale a minha fé tanto guardar

Se perseguido aqui eu não for
Sinceramente um cristão não sou
A Tua glória quero conhecer
Ver a experiência de sobreviver...

Viver pra mim é Cristo, morrer pra mim é ganho
Não há outra questão, quando se é cristão
Não se pára de lutar

Triunfarei sobre o mal, conquistarei troféus
Não há outra questão, quando se é cristão
Não se pára de lutar até chegar ao céu

Se calarem o som da minha voz
Em silêncio estarei a orar
Se numa prisão me colocar
Eu vou Te adorar

Se minha família me trair
Eu vou sonhar com Deus
Viver seus planos isso é parte
De uma carreira de cristão.

(Anderson Freire)

BIOGRAFIA

Heder José D'Avila Lima, filho de Antônio Neuber de Lima e Maria Ilma de Lima, nasceu em Diamantina- MG, em 22 de março.

Ingressou-se, em março de 2002, no curso de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, graduando-se em 02 de setembro de 2006.

Em março de 2007, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa- MG, área de Nutrição de Monogástricos, obtendo título em 28 de julho de 2008.

Em agosto de 2008, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de nutrição de monogástricos, submetendo-se aos exames finais de defesa de tese em março de 2012.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1 - INTRODUÇÃO GERAL.....	1
Artigo I	
RELAÇÃO METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEL E LISINA DIGESTÍVEL NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE CRESCIMENTO.....	2
RESUMO.....	2
INTRODUÇÃO.....	3
MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
RESULTADOS.....	10
DISCUSSÃO.....	15
CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
Artigo II	
RELAÇÃO ENTRE TREONINA DIGESTÍVEL E LISINA DIGESTÍVEL NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE CRESCIMENTO.....	21
RESUMO.....	21
INTRODUÇÃO.....	22
MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS.....	29
DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
Artigo III	
RELAÇÃO ENTRE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL E LISINA DIGESTÍVEL NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE CRESCIMENTO	37
RESUMO.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS.....	45
DISCUSSÃO.....	54
CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
Artigo IV	
LISINA DIGESTÍVEL COM BASE EM PROTEÍNA IDEAL PARA CODORNAS JAPONESAS EM CRESCIMENTO.....	59
RESUMO.....	59
INTRODUÇÃO.....	61

MATERIAIS E MÉTODOS.....	61
RESULTADOS.....	67
DISCUSSÃO.....	73
CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
CONCLUSÕES GERAIS.....	79
APÊNDICE.....	80

RESUMO

LIMA, Heder José D'Avila, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2012. **Relações metionina + cistina, treonina e triptofano com a lisina e níveis de lisina digestível em rações para codornas japonesas na fase de crescimento.** Orientador: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foram conduzidos 4 experimentos para avaliar as relações entre metionina + cistina e lisina digestíveis (experimento I), treonina e lisina digestíveis (experimento II), triptofano e lisina digestíveis (experimento III) e a exigência de lisina digestível (experimento IV) para codornas japonesas na fase de crescimento com repercussão na fase inicial de postura. Utilizou-se em todos os experimentos delineamento inteiramente casualizado, no experimento I foram 5 tratamentos dietéticos, 10 repetições e 20 aves por gaiola e nos demais experimentos foram 8 repetições com 20 aves por gaiola. Avaliou-se o desempenho das aves nas fases de crescimento e de postura. No experimento I foi formulada uma ração basal, deficiente em metionina + cistina, a base de milho e farelo de soja, contendo 5,67 g metionina + cistina digestível/kg, suplementada com 5 níveis de DL- metionina (99%), correspondente às relações entre metionina + cistina e lisina de 0,54; 0,60; 0,66; 0,72 e 0,78. Observou-se aumento linear para peso e ganho de peso aos 40 dias, consumo de ração, peso de carcaça, deposição de gordura e de proteína corporal, consumo de metionina + cistina e para viabilidade das aves. Efeito quadrático foi observado para conversão alimentar e uniformidade aos 40 dias e a porcentagem de penas não variou com as relações. Na fase de postura, ocorreu efeito linear para consumo de ração e ganho de peso das aves aos 110 dias de idade. Para conversão alimentar por dúzia de ovos o *LRP* foi o que melhor se ajustou. Para o experimento II foi formulada uma ração basal, deficiente em treonina, a base de milho e farelo de soja, contendo 6,6 g de treonina digestível/kg, suplementada com 5 níveis de L- treonina (98%), correspondente às relações entre treonina e lisina de 0,63; 0,60; 0,66; 0,72 e 0,78. As relações treonina digestível e lisina digestível não influenciaram os parâmetros na fase de crescimento e postura, com exceção do consumo de treonina que aumentou de forma linear. No experimento III foi formulada uma ração basal, deficiente

em triptofano, com 1,48 g de triptofano digestível/kg, suplementada com 5 níveis de L-triptofano (98%), correspondente às relações entre triptofano e lisina de 0,14; 0,16; 0,18; 0,20 e 0,22. Para peso e o ganho de peso das aves até os 40 dias e o consumo de ração na fase de postura o *LRP* foi o que melhor se ajustou. Para consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade das aves na fase de crescimento, houve efeito quadrático. Na fase de postura foi observado efeito quadrático para produção de ovos por ave alojada com 1 dia, peso de ovos, ganho em peso aos 110 dias e conversão alimentar por massa de ovos. O consumo de triptofano e a produção de ovos por ave alojada na fase de postura variaram de forma linear. No experimento IV foi formulada uma ração basal, deficiente em lisina digestível, a base de milho e farelo de soja, contendo 200,6 g de proteína bruta/kg, 12,14 MJ/kg, e 8,8 g lisina digestível/kg, suplementada com L-lisina HCl (78,4%), correspondendo aos níveis de lisina digestível de 8,8 g/kg (sem suplementação de L-lisina), 9,8 g/kg, 10,8 g/kg, 11,8 g/kg e 12,8 g/kg. Para peso e ganho de peso das aves aos 40 dias de idade, peso de carcaça, conversão alimentar por dúzia de ovos e a produção de ovos por ave alojada o *LRP* foi que melhor se ajustou. Na fase de crescimento ocorreu efeito linear para porcentagem de pena, deposição de gordura na carcaça, deposição de proteína bruta na carcaça, consumo de ração e consumo de lisina. Na fase de postura o efeito linear foi para a produção de ovos por ave ao dia, massa de ovos, ganho de peso das aves até os 100 dias de idade e conversão alimentar por massa de ovos. Conclui-se que as relações entre metionina + cistina e lisina digestíveis de 0,73, entre treonina e lisina digestíveis de 0,63, entre triptofano e lisina digestíveis de 0,18 e o nível de lisina digestível de 11,85 g / kg de ração proporcionam melhores crescimento e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase de postura.

ABSTRACT

LIMA, Heder José D'Avila, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2012. **Relationship Methionine + cystine, threonine and tryptophan with lysine and digestible lysine levels in diets for growing Japanese quails.** Adviser: Sergio Luiz de Toledo Barreto. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele and Luiz Fernando Teixeira Albino.

There were four experiments to evaluate the relationship between methionine plus cystine and lysine (experiment I), threonine and lysine (experiment II) and tryptophan and lysine (experiment III), as well as the lysine requirement (experiment IV), for growing Japanese quails with impact on the initial egg production. The first experiment was a completely randomized design with five dietary treatments, 10 replicates and 20 birds per cage, the others were 8 replicates of 20 birds per cage. In all experiments were evaluated the birds performance during the growing and egg production. In experiment I made was a basal diet deficient in methionine plus cystine, made from corn and soybean meal, containing 5.67 g methionine plus cystine / kg, supplemented with 5 levels of DL-methionine (99%), corresponding to the of methionine + cystine and lysine 0.54 (without supplementation); relationship 0.60, 0.66, 0.72 and 0.78. For the growth phase there was a linear increase in weight of birds at 40 days, weight gain at 40 days, feed intake, carcass weight, fat and body protein deposition, intake of methionine plus cystine and birds viability. Quadratic effect was observed for feed conversion and uniformity at 40 days and the feather percentage did not vary with the relationship. During the laying period, there was a linear effect on feed intake and weight gain of birds at 110 days old. For feed conversion per dozen eggs LRP was the best adjusted. For experiment II was formulated a basal diet deficient in threonine, made from corn and soybean meal, containing 6.6 g of threonine / kg, supplemented with 5 levels of L-threonine (98%), corresponding to the relationship between threonine lysine and 0.63 (without supplementation); relationship 0.60, 0.66, 0.72 and 0.78. The relationship between threonine and lysine did not influence the parameters in the growth and egg production phase, except the threonine intake that increased linearly. In Experiment III was made a basal diet, corn and soybean meal, deficient in tryptophan, with 1.48 g digestible tryptophan / kg, supplemented with 5 levels of L-tryptophan (98%), corresponding to the

relationship between tryptophan and lysine 0.14 (without supplementation); relationship 0.16, 0.18, 0.20 and 0.22. For birds weight and weight gain until 40 days and feed intake in laying phase LRP was the best adjusted. For feed intake, feed conversion and birds viability in the growth phase, was quadratic effect. During the laying period was quadratic effect on egg production per bird housed in one day, egg weight, gain weight at 110 days and feed conversion per egg mass. The tryptophan use and egg production per bird housed in the laying varied linearly. In experiment IV was formulated a basal diet deficient in lysine, made from corn and soybean meal, containing 200.6 g crude protein / kg, 12.14 MJ / kg and 8.8 g lysine / kg, supplemented with L -lysine (78.4%), corresponding to the levels of lysine 8.8 g / kg (no L-lysine supplementation), 9.8 g / kg, 10.8 g / kg, 11.8 g / kg and 12.8 g / kg. For weight and weight gain of birds at 40 days old, carcass weight, feed conversion per dozen eggs and egg production per hen housed the LRP was the best adjusted. In the growth phase was a linear effect for feather percentage, fat deposition in the carcass, protein deposition in the carcass, feed intake and lysine intake. During the laying period was linear effect for the egg production per bird per day, egg mass, birds weight gain until 100 days old and feed conversion per egg mass. Concluded that relations between methionine plus cystine and lysine from 0.73, between threonine and lysine from 0.63 and between tryptophan and lysine digestible of 0.18 and lysine level of 11.85 g / kg provides better growth and performance of japanese quails in the laying phase.

INTRODUÇÃO GERAL

A coturnicultura se insere na avicultura industrial, com o desenvolvimento de novas tecnologias, onde a criação tida como alternativa na produção de aves vem expandindo suas atividades, gerando proteína de alto valor biológico com baixo custo de produção.

Os estudos em nutrição na fase de crescimento das codornas tornaram-se ainda mais relevantes, pois as aves têm apresentado um rápido crescimento e desenvolvimento, resultando em maturidade sexual precoce e em animais com maior peso corporal. E diante disso, as rações das codornas ainda são formuladas com base nas exigências de nutrientes contidas no NRC de 1994, devido à escassez de trabalhos existentes na fase de crescimento. E é justamente sobre o fator alimentação que recai a maior parcela do ônus de produção, direcionados, em grande parte, aos alimentos protéicos da ração.

Atualmente, tem sido recomendada a formulação de rações com base na proteína ideal, ou seja, relações dos aminoácidos com a lisina. Isso permite a elaboração de dietas com teores de proteína bruta inferiores àqueles recomendados nas tabelas de exigências nutricionais, visando atender às necessidades em proteína e aminoácidos, proporcionando desempenho adequado das aves, com o menor custo e o menor impacto negativo de poluição ambiental.

Em virtude da escassez de valores de exigências nutricionais para codornas japonesas na fase de crescimento, disponíveis na literatura brasileira, faz-se necessário o conhecimento das reais necessidades de aminoácidos essenciais compatíveis com os avanços da genética, a fim de disponibilizar requerimentos nutricionais atuais de aminoácidos em dietas com base no conceito de proteína ideal.

Pelo exposto, visa-se com estes estudos, estabelecer as melhores relações entre metionina + cistina e lisina digestíveis, treonina e lisina digestíveis e triptofano e lisina digestíveis, bem como a exigência de lisina digestível para codornas japonesas na fase de crescimento, avaliada com base no desempenho nas fases de crescimento e inicial de postura.

A presente tese foi escrita, conforme as normas, no formato de artigos científicos a serem submetidos para publicação, estando de acordo com o exigido pela revista **British Poultry Science**.

RELAÇÃO METIONINA + CISTINA DIGESTÍVEL E LISINA DIGESTÍVEL NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE CRESCIMENTO

Resumo 1. O experimento foi conduzido para avaliar a relação entre metionina + cistina digestível e lisina digestível na dieta para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 40 dias de idade) com repercussão na fase inicial de postura (41 a 110 dias de idade). Foram utilizadas 1.000 codornas japonesas com 1 dia de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 5 relações entre metionina mais cistina digestível e lisina digestível, 10 repetições e 20 aves por unidade experimental.

2. Foi formulada uma ração basal, deficiente em metionina + cistina, a base de milho e farelo de soja, contendo 5,67 g metionina + cistina digestível/kg, correspondendo à relação entre metionina + cistina e lisina de 0,54. Esta ração foi suplementada com 5 níveis de DL-metionina (99%), em substituição ao ácido glutâmico correspondente às relações entre metionina + cistina e lisina de 0,54; 0,60; 0,66; 0,72 e 0,78, sendo as dietas isocalóricas e isonitrogênicas. Foi avaliado o desempenho das aves nas fases de crescimento e de postura.

3. Na fase de crescimento houve aumento linear para peso das aves aos 40 dias, ganho de peso até os 40 dias, consumo de ração, peso de carcaça, deposição de gordura e de proteína corporal, consumo de metionina + cistina e viabilidade das aves. Efeito quadrático foi observado para conversão alimentar e uniformidade aos 40 dias e a porcentagem de penas não variou com as relações. Na fase de postura, ocorreu aumento linear para consumo de ração e ganho de peso das aves até os 110 dias de idade. Para conversão alimentar por dúzia de ovos o *LRP* foi o que melhor se ajustou. Não foi observado efeito das relações testadas sobre as demais variáveis.

4. A relação M+C: lisina digestível de 0,73 (0,766 % de M+C / 1,05 % de lisina) na dieta de recria proporcionou crescimento uniforme e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase de postura.

INTRODUÇÃO

A criação de codornas para produção de ovos é relevante pela geração de empregos e pela produção de proteína de alto valor biológico a baixo custo. Para viabilizar a produção racional é necessária a realização de pesquisas, no sentido de buscar informações que venham contribuir para melhor aproveitamento do potencial produtivo das codornas japonesas, visando à implementação de corretos programas de alimentação para estas aves.

O suprimento nutricional estabelecido durante o período de crescimento das aves pode influenciar o desempenho na fase de produção, contudo, a maioria das pesquisas com codornas tem sido conduzida visando determinar as exigências nutricionais na fase de postura, sendo escassos os estudos direcionados para determinar as exigências na fase de crescimento. Relacionado a isto, o fato de as codornas apresentarem maturidade sexual precoce (40 dias de idade) pode induzir a necessidade de programas alimentares que maximizem a taxa de crescimento, aliando-se desenvolvimento corporal à maturidade sexual, permitindo assim uma uniformidade do plantel e garantindo-se normalidade na fase de produção (Pinto et al., 2003).

Com a disponibilidade de aminoácidos industriais, a redução da proteína bruta da dieta, usando o conceito de proteína ideal, relação dos aminoácidos com a lisina, pode ser feita. A metionina é o primeiro aminoácido limitante para codornas em dietas práticas (Mandal et al., 2005), considerada essencial para manutenção, crescimento das aves e desenvolvimento das penas. Para atender às elevadas demandas de metionina + cistina na fase inicial, têm sido utilizados alimentos ricos em proteína bruta, como a soja, nas rações. Isto eleva o custo e o desvio de aminoácidos para funções não relacionadas ao adequado crescimento das codornas, piora as condições de ambiente nos galpões e aumenta a poluição. O uso de aminoácidos industriais é uma opção inteligente por minimizar estes problemas (Silva e Costa, 2009).

Neste sentido, objetivou-se avaliar a relação entre metionina + cistina digestível e lisina digestível na dieta para codornas japonesas na fase de crescimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Fase de crescimento (1 a 40 dias de idade)

O experimento foi desenvolvido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, tendo início em novembro de 2009.

Um total de 1.000 codornas fêmeas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 1 dia de idade, peso corporal de $7,59 \pm 0,15$ g, foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (relações entre metionina + cistina digestível e lisina digestível), dez repetições e 20 aves por gaiola (unidade experimental). As aves foram alojadas em gaiola com 50cm de largura e 50cm de comprimento, proporcionando $125 \text{ cm}^2 / \text{ave}$, sendo o piso de alvenaria coberto com 4 cm de maravalha. Para o aquecimento das aves foram utilizadas lâmpadas de 60w até os 15 dias de idade em cada gaiola.

Os bebedouros utilizados foram copos de pressão, na proporção de um bebedouro por gaiola. Logo após o alojamento, as codornas foram orientadas quanto à presença de água. A partir dos 12 dias de idade os bebedouros copo de pressão foram substituídos pelos bebedouros do tipo nipple com copinho, na proporção de um bebedouro por gaiola.

Os comedouros utilizados foram do tipo bandeja, com diâmetro de 18 cm, na proporção de um por gaiola até 12 dias de idade das aves, quando estes foram substituídos por comedouros do tipo calha, posicionados na parte frontal das gaiolas.

O programa de iluminação foi de 24 horas de luz artificial (mesmas lâmpadas utilizadas como fonte de aquecimento) até o 15º dia de vida das aves, e posteriormente, até os 40 dias de idade, foi utilizado fotoperíodo natural para evitar a maturidade sexual precoce das codornas.

O controle de temperatura foi feito com auxílio de sensores instalados nas gaiolas e com base no comportamento das codornas. A temperatura ambiente das gaiolas foi verificada automaticamente, a cada segundo, por sensores de temperatura e a umidade relativa do ar por termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, ambos instalados junto às gaiolas. Os dados do termômetro de bulbo seco e bulbo úmido foram coletados duas vezes ao dia, às 09:00h e às 15:00h.

As aves foram submetidas à ração basal, deficiente em metionina + cistina, a base de milho e farelo de soja, contendo 205 g PB/kg, 12,14 MJ/kg, 10,5 g lisina digestível/kg (nível sub-ótimo) e 5,67 g metionina + cistina digestível/kg, correspondendo à relação entre metionina + cistina e lisina de 0,54 (Tabela 1). Esta ração basal foi suplementada com 5 níveis de DL- metionina (99%), em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondente à relação entre metionina + cistina e lisina digestíveis de 0,54 (5,67 g metionina + cistina digestível/kg, sem suplementação); relação de 0,60 (6,3 g metionina + cistina digestível/kg); 0,66 (6,93 g metionina + cistina digestível/kg); 0,72 (7,56 g metionina + cistina digestível/kg) e 0,78 (8,19 g metionina + cistina digestível/kg), sendo as dietas isocalóricas e isonitrogênicas. Foram mantidas as relações aminoacídicas com a lisina, propostas pelo NRC (1994), exceto entre metionina + cistina e lisina que variaram de acordo com a recomendação de Pinto et al. (2003). Para assegurar a ausência de deficiências, foram acrescentados 3% nas exigências de cada aminoácido, exceto lisina digestível e metionina + cistina digestível.

Aos 40 dias de idade, antes da transferência para as gaiolas de postura, as codornas foram debicadas para prevenção de canibalismo de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008) e aprovado pelo comitê de ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 1: Composição e valor nutricional da ração basal, na matéria natural, para codornas japonesas na fase de crescimento

Ingredientes (g/kg)	Relações metionina + cistina / lisina				
	0,54	0,60	0,66	0,72	0,78
Milho Moído	628,8	628,8	628,8	628,8	628,8
Farelo de Soja (45%)	326,0	326,0	326,0	326,0	326,0
Calcário	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Fosfato Bicálcico	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7
Sal	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Mistura Mineral ¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mistura Vitamínica ²	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Cloreto de Colina (60%)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Antioxidante ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coccidiostático ⁴	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
L- Lisina (78,8%)	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
DL- Metionina (98,2%)	0,0	0,6	1,2	1,8	2,4
L- Treonina (98%)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
L- Isoleucina (98%)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
L-Glutâmico	5,0	4,4	3,8	3,2	2,6
Amido	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Total	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (MJ/kg)	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14
Proteína Bruta g/kg	205,00	205,00	205,00	205,00	205,00
Cálcio g/kg	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Fósforo disponível g/kg	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Sódio g/kg	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Fibra bruta g/kg	28,50	28,50	28,50	28,50	28,50
Aminoácidos					
Lisina g/kg	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50
Metionina +Cistina g/kg	5,67	6,3	6,93	7,56	8,19
Triptofano g/kg	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
Treonina g/kg	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55
Arginina g/kg	10,39	10,39	10,39	10,39	10,39
Isoleucina g/kg	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23
Valina g/kg	7,98	7,98	7,98	7,98	7,98

¹ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

² 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: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno.

⁴ Salinomicina 12%

Fase de postura (41 a 110 dias de idade)

Para avaliar a influencia da fase de crescimento e desenvolvimento das codornas na fase de postura, aos 41 dias de idade as aves foram transferidas para gaiolas de postura, sendo mantidas as mesmas aves de cada unidade experimental da fase de crescimento. As aves foram alojadas em gaiolas (unidade experimental) de arame galvanizado, dispostas em escada, com as dimensões de 50 x 34 cm, equipadas com comedouros do tipo calha, e bebedouros do tipo nipple, sendo o comedouro posicionado na parte frontal de cada gaiola. Cada unidade experimental forneceu no mínimo 106,2 cm² /ave, quando não houve mortalidade na respectiva unidade experimental durante a fase de recria. O programa de luz foi de 16 horas diárias, permanecendo o mesmo até o término do período experimental. A temperatura ambiente foi verificada automaticamente a cada segundo por sensores.

Na fase de postura as codornas foram alimentadas com uma única ração à base de milho e farelo de soja (Tabela 2), formulada para atender suas exigências nutricionais preconizadas por Rostagno et al. (2011).

Tabela 2: Composição e valor nutricional da dieta, na matéria natural, para codornas na fase de postura

Ingredientes	g/kg
Milho moído	581,20
Farelo de soja (45%)	313,80
Calcário	71,10
Fosfato bicálcico	11,00
Óleo de soja	12,00
Sal comum refinado	3,30
Mistura mineral ¹	0,50
Mistura vitamínica ²	1,00
DL- Metionina (98,0%)	3,00
L-Lisina HCL (78,8%)	2,00
Antioxidante ³	0,10
Cloreto de colina (60%)	1,00
Total	1000,00
Composição calculada	
Energia metabolizável (MJ/kg)	11,72
Proteína bruta (g/kg)	193,10
Lisina digestível (g/kg)	10,80
Metionina+cistina digestível (g/kg)	8,64
Triptofano digestível (g/kg)	2,26
Treonina digestível (g/kg)	5,93
Cálcio (g/kg)	30,90
Fósforo disponível (g/kg)	3,00
Sódio (g/kg)	1,45
Fibra (g/kg)	27,00

¹ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

² 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: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno

Parâmetros avaliados

O consumo de ração foi avaliado semanalmente. A conversão alimentar na fase de crescimento foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso corporal acumulado no período (kg de ração/kg de ganho de peso).

Todas as aves foram pesadas ao início e ao término da fase de crescimento e da fase de postura, para determinação do peso aos 40 e 110 dias e do ganho de peso dos animais

em cada fase.

Para a determinação da viabilidade das aves na fase de crescimento e postura, o número de codornas mortas foi anotado diariamente. A mortalidade das aves foi subtraída do número total de aves vivas na fase de crescimento e de postura, sendo os valores obtidos no final do período, convertidos em percentagem.

Todas as aves foram pesadas individualmente para determinação da uniformidade em cada unidade experimental, na fase de crescimento e de postura, sendo expressa como a percentagem dos pesos que se encontravam com variação de $\pm 10\%$ da média obtida na respectiva unidade.

Aos 40 dias de idade, foram sacrificadas duas codornas com o peso próximo do peso médio da unidade experimental. As aves foram depenadas a seco e as penas foram pesadas para cálculo do empenamento. Posteriormente foram evisceradas, resfriadas, congeladas e moídas, para determinação dos teores de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, segundo descrito em Silva e Queiroz (2002). O abate das aves foi executado de acordo com as recomendações do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008) e aprovado pelo comitê de ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

A deposição de proteína e de gordura corporal foi calculada por meio do abate feito a parte de um grupo adicional de 50 codornas de um dia de idade. Estas foram comparadas com aquelas codornas abatidas ao término da fase de crescimento. Para o cálculo final da deposição de proteína e gordura corporal, corrigiu-se o valor encontrado na amostra, para o peso médio do animal vivo em cada unidade experimental, segundo Pinto et al. (2003).

A produção média de ovos no período foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais, sendo expressa sobre o número de aves do período (ovo produzido / ave / dia) e, sobre o número de aves alojadas no início do experimento (ovo produzido/ave alojada).

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

Todos os ovos íntegros produzidos nos três últimos dias de cada semana, durante todo o período experimental, em cada repetição, foram pesados e o peso total obtido foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período, esta massa total foi dividida pelo número total de aves do período e também pelo número de dias do período (g ovo/ ave/ dia).

Análises estatísticas

Os efeitos dos tratamentos foram estimados por meio de análise das variáveis pelos modelos de regressão linear, quadrática e *Linear Response Plateau (LRP)*, conforme melhor ajustamento obtido para cada variável e considerando o comportamento biológico das aves. Os parâmetros foram submetidos a análises estatísticas de acordo com o programa Sistema para Análises Estatísticas - SAEG (2007), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS

Na fase de crescimento, as codornas necessitam de ambiente termo-higrométrico ideal de 35-37 °C e 65% de umidade relativa na primeira semana de vida; de 32 °C e 60% de umidade relativa na segunda semana e a partir dos 15 dias de idade, estas aves não requerem mais aquecimento artificial, pois apresentam bom empenamento, com temperatura máxima e mínima ideal de 31°C e 19°C, respectivamente e 60 a 65% de umidade relativa (Vohra Pran, 1971; Reis, 1980; Singh & Narayam, 2002; Pinto et al., 2003; Oliveira, 2004). Na fase adulta (dados de 41 a 100 dias de idade) a faixa de conforto térmico das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar entre 65 e 70% (Oliveira, 2004).

Considerando as informações da literatura, as mensurações das temperaturas máxima e mínima e a umidade relativa do ar nas unidades experimentais (Tabela 3), assim como o comportamento das codornas, verificou-se que, de maneira geral, as aves obtiveram ambiente adequado de temperatura e umidade. Por outro lado, ficaram expostas a condições de estresse por calor durante certo período do dia. Contudo, este fato não indica ter

influenciado a produção das codornas, visto que o desempenho esteve dentro da faixa considerada normal para a espécie.

Tabela 3: Temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão experimental

Idade das aves (dias)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)	
		09:00h	15:00h
1 a 7	31,64±2,13	89,07±3,17	76,86±13,46
8 a 14	29,10±2,03	84,50±6,03	76,43±10,75
15 a 40	25,12±2,54	87,11±6,07	72,31±9,93
41 a 100	24,38±2,17	86,94±5,85	71,71±8,97

Ainda que durante o experimento as aves tenham ficado submetidas a períodos de estresse por calor, a temperatura crítica superior da zona de termoneutralidade para codornas japonesas de 27°C (Vercese, 2010), não foi de maneira geral, excedida nas unidades experimentais após as aves apresentarem empenamento completo, evitando assim, prejuízos por efeitos de ambiente no desempenho das codornas.

Na fase de crescimento, níveis crescentes de inclusão de metionina na ração resultaram em aumento linear ($P < 0,01$) no peso das aves aos 40 dias ($\hat{Y} = 91,8470 + 54,9833 X$; $R^2 = 0,91$), ganho em peso aos 40 dias ($\hat{Y} = 84,3500 + 54,8333 X$; $R^2 = 0,91$), consumo de ração ($\hat{Y} = 5,34000 + 7,66667 X$; $R^2 = 0,85$), consumo de metionina mais cistina ($\hat{Y} = -33,3400 + 160,667 X$; $R^2 = 0,99$), peso de carcaça ($\hat{Y} = 63,4220 + 50,0333 X$; $R^2 = 0,99$), deposição de gordura ($\hat{Y} = 0,0350000 + 0,916667 X$; $R^2 = 0,80$) e de proteína na carcaça ($\hat{Y} = 0,240000 + 0,366667 X$; $R^2 = 0,99$), consumo de metionina mais cistina ($\hat{Y} = -33,3400 + 160,667 X$; $R^2 = 0,99$) e viabilidade das aves ($\hat{Y} = 86,7000 + 15,0000 X$; $R^2 = 0,76$), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Desempenho de codornas japonesas em crescimento com repercussão na postura em função das relações entre metionina + cistina digestível e lisina digestível na dieta de crescimento

Parâmetros	Relações metionina + cistina / lisina					CV (%)
	0,54	0,60	0,66	0,72	0,78	
Fase de crescimento (1– 40 dias de idade)						
Peso corporal aos 40 dias (g) ¹	119,6	126,7	129,6	130,8	134,0	3,7
Ganho de peso (g) ¹	112,0	119,1	122,0	123,2	126,4	3,9
Consumo de ração (g/ave/dia) ¹	9,1	10,3	10,6	10,9	11,1	4,5
Consumo de M+C (mg/ave/dia) ¹	51,3	65,1	73,7	82,7	90,7	4,2
Conversão alimentar (g/g) ²	3,23	3,47	3,49	3,55	3,50	4,5
Peso de carcaça (g) ¹	89,9	93,7	97,2	99,1	102,2	6,4
Porcentagem de pena ^{ns}	6,8	6,7	6,5	5,6	6,0	8,5
Deposição de gordura (g/dia) ¹	0,058	0,052	0,063	0,071	0,076	20,8
Deposição de proteína (g/dia) ¹	0,44	0,46	0,48	0,50	0,53	9,1
Uniformidade aos 40 dias (%) ²	58,4	68,8	77,6	78,2	77,7	16,9
Viabilidade das aves (%) ¹	94,0	97,0	96,5	97,0	98,5	4,2
Fase de postura (41 – 110 dias de idade)						
Produção de ovos/ave/dia (%) ^{ns}	66,5	64,5	67,4	66,9	67,3	7,8
Produção de ovos/ave alojada (%) ^{ns}	65,5	62,2	65,9	64,9	65,1	8,7
Consumo de ração (g/ave/dia) ¹	24,8	22,9	22,9	22,0	22,4	7,5
Conversão alimentar/dúzia (kg/dz) ³	0,45	0,43	0,41	0,39	0,40	9,5
Peso dos ovos (g) ^{ns}	10,41	10,1	10,35	10,37	10,34	2,5
Massa de ovos (g/ave/dia) ^{ns}	6,92	6,52	6,98	6,95	6,96	8,7
Conversão/massa de ovos (kg/kg) ^{ns}	3,30	3,92	3,63	3,75	3,74	13,4
Peso corporal aos 110 dias (g) ^{ns}	170,0	169,9	169,7	170,0	171,6	2,8
Ganho de peso (g) ¹	50,4	43,3	40,1	39,2	37,6	11,3
Uniformidade aos 110 dias (%) ^{ns}	76,8	76,6	80,6	84,3	77,2	15,2
Viabilidade das aves (%) ^{ns}	97,4	95,9	94,0	96,1	93,7	5,6

¹Efeito linear (P<0,01); ²Efeito Quadrático (P<0,01); ³LRP (P<0,01); ^{ns}Efeito não significativo (P≥0,05).

Já a conversão alimentar e a uniformidade das aves aos 40 dias foram influenciadas (P<0,01) de forma quadrática, tendo a conversão alimentar ($\hat{Y} = 1,82400 + 15,1762 X - 10,7143 X^2$; $R^2 = 0,94$) piorado até a relação estimada de 0,71 (Figura 1) e a uniformidade das aves aos 40 dias ($\hat{Y} = -235,784 + 866,171 X - 595,635 X^2$; $R^2 = 0,99$) melhorado até a relação de metionina + cistina com a lisina digestível de 0,73 (Figura 2). Não se observou influencia (P≥0,05) das relações entre metionina + cistina e lisina digestíveis sobre a porcentagem de penas das aves.

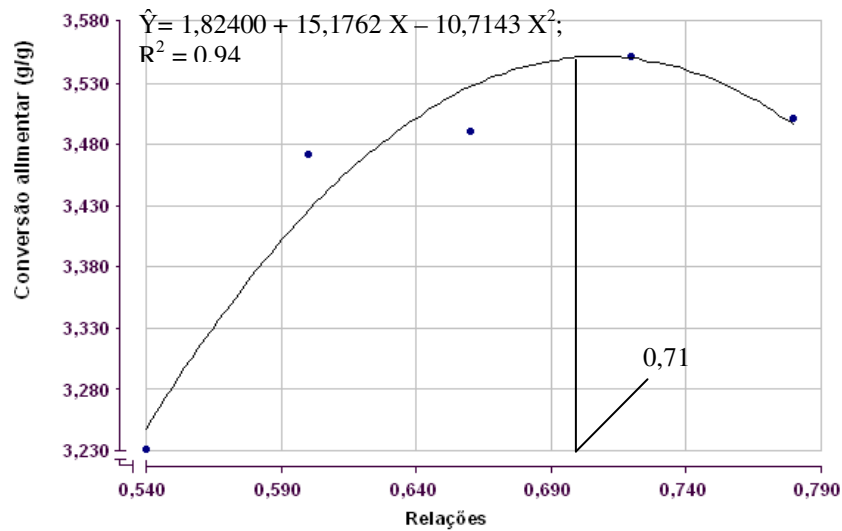


Figura 1: Conversão alimentar de codornas japonesas em crescimento em função das relações entre metionina + cistina digestível e lisina digestível na dieta.

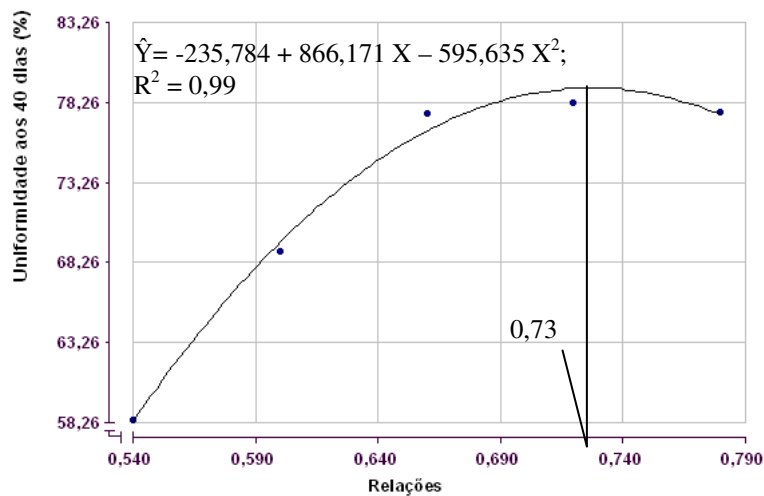


Figura 2: Uniformidade aos 40 dias de idade de codornas japonesas em crescimento em função das relações entre metionina + cistina digestível e lisina digestível na dieta.

Na fase de postura, somente o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar por dúzia de ovos foram influenciados ($P < 0,01$) pelas relações entre metionina + cistina e lisina digestíveis na ração que as aves receberam na fase de crescimento. Ocorreu efeito linear ($P < 0,01$) para consumo de ração ($\hat{Y} = 29,0620 + 9,16667 X$; $R^2 = 0,70$) e ganho de peso das aves aos 110 dias de idade ($\hat{Y} = 74,7900 + 49,5000 X$; $R^2 = 0,86$). Embora a

conversão alimentar por dúzia de ovos tenha melhorado de forma linear, o LRP foi o que melhor se ajustou ($P < 0,01$), estimando em 0,69 ($\hat{Y} = 0,63000 + 0,333333 X$, $R^2 = 0,99$; $y = 0,400$) a melhor relação entre metionina mais cistina e lisina digestíveis na dieta de codornas na fase de crescimento (Figura 3).

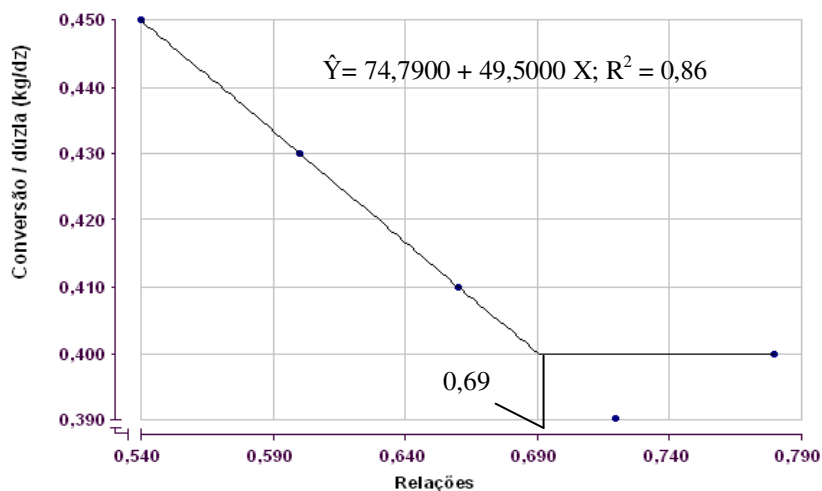


Figura 3: Conversão alimentar por dúzia de ovos de codornas japonesas em função da relação entre metionina + cistina digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

Houve aumento linear ($P < 0,01$) para produção de ovos por ave ao dia em função das relações aminoacídicas, nas duas primeiras semanas de produção, conforme as equações para 1ª semana: $\hat{Y} = -10,9184 + 20,1133 X$; $R^2 = 0,91$; e 2ª semana: $\hat{Y} = -37,1919 + 83,0017 X$; $R^2 = 0,96$. A produção de ovos por ave ao dia não apresentou diferença ($P \geq 0,05$) somente a partir da terceira semana (Figura 4). Não foi observado efeito ($P \geq 0,05$) na fase de crescimento para porcentagem de pena e na fase de postura para produção de ovos por ave ao dia e por ave alojada, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos, viabilidade das aves e peso e uniformidade das aves aos 110 dias.

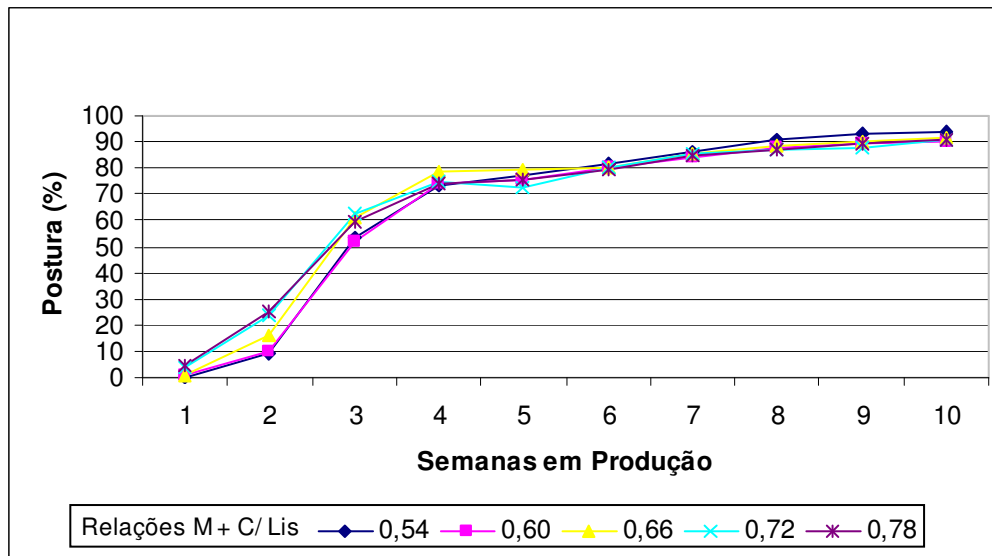


Figura 4: Produção de ovos de codornas japonesas por semana em função das relações entre metionina + cistina digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

DISCUSSÃO

Como as condições de temperatura e umidade nas unidades experimentais não passaram por variações extremas, em função das necessidades de conforto ambiental das codornas e, como não houve outros fatores que deixassem heterogêneas as unidades experimentais, pode-se inferir que os resultados observados para os parâmetros em estudo foram decorrentes das diferentes relações aminoacídicas das dietas.

Maior relação entre metionina + cistina e lisina proporcionou maior crescimento das aves e menor relação, por estar vinculada ao desenvolvimento de aves de peso inferior, ocasionou aumento na ingestão alimentar e maior ganho em peso durante a fase de produção. Dessa forma, aves mais leves ao final do período de crescimento tiveram maior consumo de ração de postura, obtendo um ganho compensatório, com maior gasto de ração para que as aves atingissem peso similar às demais aos 110 dias de idade. Verificou-se que codornas alimentadas com rações contendo menores relações entre metionina + cistina e lisina digestíveis (relações 0,54 e 0,60) não obtiveram peso adequado aos 40 dias de idade para maior produção de ovos no início da fase de postura, tendo prolongado a fase de desenvolvimento físico e aporte corporal para a idade em que as aves normalmente estariam em postura.

Pinto et al. (2003), de forma similar, verificaram efeito linear para peso corporal e ganho em peso das codornas em função das relações entre metionina mais cistina e lisina na dieta das aves em crescimento. Conforme estes autores, relação entre estes aminoácidos menor que 0,68 pode comprometer a resposta de ganho em peso das codornas em fase de crescimento.

Uma vez que não houve diferença ($P \geq 0,05$) para porcentagem de pena, possivelmente as aves privilegiaram a manutenção ao crescimento. Dentre os fatores nutricionais associados à formação das penas, têm-se a proteína total da dieta e os aminoácidos específicos como a cistina, metionina, arginina, isoleucina, leucina, valina, lisina, serina, treonina, histidina, fenilalanina, tirosina e triptofano. A insuficiência de proteína bruta na dieta poderia resultar em empenamento deficiente das aves. Isto permite inferir que a redução feita no teor protéico neste trabalho, comparada ao recomendado pelo NRC (1994), com conseqüente suplementação de aminoácidos industriais, sendo as dietas isonitrogênicas, não ocasionou prejuízos na manutenção e no empenamento das aves. Contudo, em termos de desempenho, uma maior relação entre metionina + cistina e lisina digestíveis é requerida pelas codornas.

Efeito quadrático das relações entre metionina + cistina e lisina foi observado por Pinto et al. (2003) sobre o empenamento das aves, que aumentou até a relação de 0,61. Sendo a relação que proporcionou maior empenamento das aves inferior às melhores respostas para ganho em peso e conversão alimentar, os referidos autores afirmaram que este parâmetro não é adequado para estabelecer a exigência de metionina mais cistina para codornas em crescimento. Embora tenha sido observada similaridade de resposta, quanto ao melhor resultado para empenamento ser obtido em relação menor que para ganho em peso e conversão alimentar, a relação observada para porcentagem de penas difere da determinada por Pinto et al. (2003).

Considerando que as codornas, pela porcentagem de penas, privilegiaram a manutenção, sendo que a metionina tem ampla interação com esta exigência, pode ter havido escassez deste aminoácido para outras funções nas aves alimentadas com menores relações entre metionina + cistina e lisina. Tendo em vista que a metionina é um aminoácido sulfurado relevante na tradução do RNA mensageiro, sendo o primeiro aminoácido incorporado na posição N-terminal de todas as proteínas, a demanda de metionina para

manutenção e síntese de proteína das penas é tão importante quanto a necessidade deste aminoácido para a síntese de proteína corporal. Dessa forma, dietas que não atenderam às necessidades das aves em aminoácidos sulfurados, ou na adequada relação entre metionina mais cistina e lisina, não proporcionaram melhores condições de desenvolvimento para as codornas, diminuindo a viabilidade e uniformidade destas aves na fase de crescimento.

O aumento nas relações aminoacídicas proporcionou às aves maior consumo de ração e de metionina + cistina na fase de crescimento. As codornas alimentadas com as maiores relações apresentaram maior desenvolvimento e ganharam mais peso, obtendo maior peso de carcaça e deposição de proteína na carcaça que, por outro lado, também foi acompanhada de uma maior deposição de gordura. Resultados diferentes das relações entre metionina + cistina e lisina digestíveis sobre os parâmetros de composição química corporal foram observados por Pinto et al. (2003), que verificaram variação quadrática, com a máxima taxa de deposição de proteína, ocorrendo no nível estimado de 0,746% de metionina mais cistina, correspondendo a uma relação de 0,65.

No presente estudo, a melhor relação entre metionina + cistina e lisina digestíveis para conversão alimentar foi de 0,71, sendo que a relação para melhor resposta de ganho em peso, ficou acima da estimada para esse parâmetro. Para o nível que Pinto et al. (2003) observaram a melhor resposta em conversão alimentar, a relação entre metionina mais cistina digestível e lisina digestível correspondeu a 0,66. Considerando as relações entre metionina mais cistina e lisina digestíveis para codornas em crescimento preconizadas por Rostagno et al. (2011) de 0,68 e de aminoácidos totais recomendadas pelo NRC (1994) de 0,58 e por Svacha et al. (1970) de 0,54, estas não atenderiam a exigência dessas aves para máximo peso final, ganho de peso e conversão alimentar estimadas por pesquisas recentes e pelo presente estudo. Todavia, codornas mais pesadas não obtiveram maior produção de ovos por ave ao dia ou por ave alojada, não justificando adotar a relação pelo ganho de peso das aves aos 40 e 110 dias de idade.

Parâmetros de produção como peso e massa de ovos, assim como conversão alimentar por massa de ovos, não foram influenciados pelas relações entre metionina + cistina e lisina na dieta de crescimento, mas aves mais leves obtiveram menor produção de ovos na duas primeiras semanas iniciais, por ter havido desvio dos nutrientes da ração para conformação corporal. As relações entre metionina + cistina e lisina digestíveis de 0,54 e

0,60 proporcionaram peso das aves até 6 semanas de idade, inferior ao determinado por Leeson e Summers (2005) e Lima et al. (2011). Assim, as codornas alimentadas com dietas contendo as menores relações retardaram o início da postura, apresentando produção igual às demais apenas a partir da terceira semana de produção. A conversão alimentar por dúzia de ovos foi pior para codornas alimentadas com as menores relações na fase de crescimento, devido ao maior consumo de ração de postura não direcionado à produção de ovos, mas a ganho de peso. Não foram encontrados na literatura dados sobre relações entre metionina mais cistina e lisina na dieta de crescimento com influência na fase de postura das codornas.

Para que as codornas mantenham crescimento uniforme e não necessitem de maior consumo de ração na fase de postura a melhor relação definida foi de 0,73 para uniformidade das aves aos 40 dias de idade. Esta relação é superior a 0,58 preconizada pelo NRC (1994), 0,66 estimada por Pinto et al. (2003) e 0,68 recomendada por Rostagno et al. (2011), sendo inferior a 0,85 determinada por Leeson e Summers (2005) e mais próxima a 0,70 determinada por Silva e Costa (2009).

CONCLUSÃO

A relação entre metionina + cistina e lisina digestível de 0,73 (7,66 g de metionina mais cistina / kg e 10,5 g de lisina / kg) na dieta de crescimento, correspondente a um consumo de 83,85 mg de metionina mais cistina por ave ao dia, proporciona crescimento uniforme e melhor resultado de desempenho de codornas japonesas na fase inicial de postura.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. LEI 11.794 DE 08 DE OUTUBRO DE 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 9p. 2008.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 3.ed. Guelph - Ontario: University Books, 2005. 398 p.
- LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T.; MELO, D.S. et al. Diferentes pesos corporais ao final da fase de recria sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas. **Enciclopédia Biosfera**. v.7, n.3, p.404-409, 2011.
- MANDAL, A.B.; ELANGOVA, A.V.; TYAGI, P.K. et al. Effect of enzyme supplementation on the metabolizable energy content of solvent-extracted rapeseed and sunflower seed meals for chicken, guinea fowl and quail. **British Poultry Science**. v. 46, p.75-79. 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of poultry**. National Academy Press, Washington, D. C., p. 44-45, 1994.
- OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2004. Lavras, **Anais...** Lavras, Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1174-1181, 2003.
- REIS, L.F.S.D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa, Agros, 10, 1980. 222p.
- 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: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, IMP. Univ. 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. 3.ed. Jaboticabal – SP: Funep, 2009. 107p.
- SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., Lavras, 2002. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36.
- SVACHA, A.; WEBER, C.W.; REID, B.L. Lysine, methionine and glycine requirements of Japanese quail to five weeks of age. **Poultry Science**, v.49, n.1, p.54-59, 1970.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análises estatísticas- SAEG** , versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

VERCESE, F. **Efeito da temperatura sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas.** Botucatu SP: UNESP, 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista.

VOHRA, P. A. Review of the nutrition of Japanese Quail. **World Poultry Science Journal**, v.27, p.26-33. 1971.

RELAÇÃO ENTRE TREONINA DIGESTÍVEL E LISINA DIGESTÍVEL NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE CRESCIMENTO

Resumo 1. O experimento foi conduzido para avaliar a relação treonina digestível e lisina digestível na dieta para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 40 dias de idade) com repercussão na fase inicial de postura (41 a 110 dias de idade). Foram utilizadas 800 codornas japonesas com 1 dia de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 5 relações treonina digestível e lisina digestível, 8 repetições e 20 aves por unidade experimental.

2. Foi formulada uma ração basal, deficiente em treonina, a base de milho e farelo de soja, contendo 6,6 g de treonina digestível/kg, correspondendo à relação entre treonina e lisina de 0,63. Esta ração basal foi suplementada com 5 níveis de L- treonina (98%), em substituição ao ácido glutâmico correspondente à relação entre treonina e lisina de 0,63; relação de 0,68; 0,73; 0,78 e 0,83, sendo as dietas isocalóricas e isonitrogênicas. Foi avaliado o desempenho das aves nas fases de crescimento e postura.

3. As relações treonina digestível e lisina digestível não influenciaram os parâmetros na fase de crescimento e postura, com exceção do consumo de treonina que aumentou de forma linear. Neste sentido, a menor relação entre treonina e lisina (0,63) foi suficiente para atender as necessidades das codornas em crescimento, sem que houvesse comprometimento do desempenho na fase de produção de ovos estudada.

4. Não houve efeitos negativos no crescimento e no desempenho ocasionados pela limitação de treonina na dieta. Assim, adequada uniformidade e viabilidade das aves na fase de crescimento e postura, ganho em peso, empenamento, assim como produção e peso de ovos foram alcançados com a menor relação estudada.

5. A relação treonina digestível e lisina digestível de 0,63 (6,6 g de treonina / kg e 10,5 g de lisina / kg) na dieta de crescimento proporciona desenvolvimento adequado e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase inicial de postura.

INTRODUÇÃO

A fim de manter ótimas taxas de crescimento e produção, as codornas precisam ser alimentadas com dietas contendo níveis adequados de nutrientes. A exigência da codorna em proteína bruta tem recebido muita atenção, refletindo o alto custo das fontes protéicas. Contudo, poucos estudos têm examinado as exigências de aminoácidos destas aves na fase de crescimento. Uma melhor compreensão do que as codornas necessitam em aminoácidos poderia resultar em melhor desempenho das aves com dietas contendo menor teor de proteína bruta. Isto poderia reduzir o custo das rações, assim como o impacto das excretas dessas aves no meio ambiente (Bennett & Cheng, 2010).

Durante muitos anos, estudos na área de nutrição de aves avaliaram o desempenho animal com base nos níveis de proteína bruta da ração. Entretanto, verificou-se que as aves não apresentam exigência específica para proteína bruta, mas para aminoácidos. No conceito de proteína ideal, as formulações se baseiam inicialmente em atender às necessidades nutricionais dos aminoácidos e não apenas em proteína bruta. Além disso, com a suplementação de aminoácidos industriais na dieta, a proteína bruta tende a cair, contudo, tem um limite para esta redução, haja vista que os aminoácidos não essenciais são sintetizados a partir desta proteína (Costa et al., 2010).

A L-treonina pura é 100% digestível e está disponível comercialmente, oferecendo maior flexibilidade na formulação de dietas. Sua suplementação permite menor inclusão de alimentos protéicos, acarretando menor excreção de nitrogênio e poluição ambiental (Umigi et al., 2007). Em dietas para frangos e perus à base de milho e farelo de soja, a treonina é considerada o terceiro aminoácido limitante, precedido dos aminoácidos sulfurosos e da lisina, mas é o segundo, depois da metionina, nas rações de codornas contendo os mesmos ingredientes (Mandal et al., 2006). Dos aminoácidos considerados essenciais para codornas, apenas lisina e aminoácidos sulfurosos foram avaliados na maioria dos estudos, enquanto, escassas pesquisas foram realizadas com treonina (Silva, 2011).

Necessária para formação da proteína corporal e manutenção do *turnover* protéico, a treonina auxilia na formação do colágeno e da elastina e atua na produção de anticorpos. Este aminoácido está presente no epitélio gastrointestinal, nas células da mucosa, muco e

enzimas digestivas e algumas imunoproteínas são ricas em treonina. É um aminoácido muito importante na função intestinal porque está envolvido na síntese de mucinas intestinais. O revestimento de muco do intestino o protege da ação de toxinas, microrganismos, autodigestão e abrasão física, protegendo a mucosa das enzimas digestivas e dano físico pela digesta (Law et al., 2000; Faure et al., 2005; Faure et al., 2007).

Neste sentido, para redução do teor de proteína bruta da dieta com o uso do conceito de proteína ideal, objetivou-se avaliar a relação entre treonina digestível e lisina digestível na dieta para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 40 dias de idade) com repercussão na fase inicial de postura (41 a 110 dias de idade).

MATERIAIS E MÉTODOS

Fase de crescimento (1 a 40 dias de idade)

O experimento foi desenvolvido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, tendo início em maio de 2010.

Um total de 800 codornas fêmeas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 1 dia de idade, peso corporal de $7,86 \pm 0,18$ g, foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos dietéticos (relações entre treonina digestível e lisina digestível), 8 repetições e 20 aves por gaiola (unidade experimental). Cada gaiola possuía 50 cm de largura e 50 cm de comprimento, proporcionando $125 \text{ cm}^2/\text{ave}$, sendo o piso de alvenaria coberto com 4 cm de maravalha. Para o aquecimento das aves foi utilizada uma lâmpada de 60 w até os 15 dias de idade em cada gaiola.

Os bebedouros utilizados foram copos de pressão, na proporção de um bebedouro por gaiola. Logo após o alojamento, as codornas foram orientadas quanto à presença de água. A partir dos 12 dias de idade, os bebedouros copo de pressão foram substituídos pelos bebedouros do tipo nipple com copinho, na proporção de um bebedouro por gaiola.

Os comedouros utilizados foram do tipo bandeja, com diâmetro de 18 cm, na proporção de um por gaiola até 12 dias de idade das aves, quando estes foram substituídos por comedouros do tipo calha, posicionados na parte frontal das gaiolas.

O programa de iluminação foi de 24 horas de luz artificial (mesmas lâmpadas utilizadas como fonte de aquecimento) até o 15º dia de vida das aves, e posteriormente, até os 40 dias de idade foi utilizado fotoperíodo apenas natural para evitar a maturidade sexual precoce das codornas.

O controle de temperatura foi feito com auxílio de sensores instalados nas gaiolas e com base no comportamento das codornas. A temperatura ambiente das gaiolas foi verificada automaticamente, a cada segundo, por sensores de temperatura e a umidade relativa do ar por termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, ambos instalados junto às gaiolas. Os dados do termômetro de bulbo seco e bulbo úmido foram coletados duas vezes ao dia, às 09:00h e às 15:00h.

As aves foram submetidas à ração basal, deficiente em treonina digestível, a base de milho e farelo de soja, contendo 201 g PB/kg, 12,14 MJ/kg, 10,5 g lisina digestível/kg (nível sub-ótimo) e 6,6 g de treonina digestível/kg, correspondendo à relação entre treonina e lisina de 0,63 digestíveis (Tabela 1). Esta ração basal foi suplementada com 5 níveis de L-treonina (98%), em substituição ao ácido glutâmico, com base no equivalente protéico, correspondente à relação entre treonina e lisina de 0,63 (sem suplementação, 6,6 g de treonina digestível/kg); relação de 0,68 (7,1 g treonina digestível/kg); 0,73 (7,7 g treonina digestível/kg); 0,78 (8,1 g treonina digestível/kg) e 0,83 (8,7 g treonina digestível/kg), sendo as dietas isocalóricas e isonitrogênicas. Foram mantidas as relações aminoacídicas com a lisina, propostas pelo NRC (1994), exceto entre metionina + cistina e lisina que variaram em função de Lima et al. (2010). Afim de assegurar que nenhum aminoácido ficasse deficiente na dieta, foram acrescentados 3% nas exigências de cada aminoácido, exceto lisina digestível e treonina digestível.

Aos 40 dias de idade, antes da transferência para as gaiolas de postura, as codornas foram debicadas para prevenção de canibalismo de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008) e aprovado pelo comitê de ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 1: Composição e valor nutricional da ração basal, na matéria natural, para codornas japonesas na fase de crescimento

Ingredientes (g/kg)	Relações treonina / lisina				
	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83
Milho Moído	643,2	643,2	643,2	643,2	643,2
Farelo de Soja (45%)	310,0	310,0	310,0	310,0	310,0
Calcário	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
Fosfato Bicálcico	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7
Sal	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Mistura Mineral ¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mistura Vitamínica ²	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Cloreto de Colina (60%)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Antioxidante ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coccidiostático ⁴	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
L- Lisina (78,8%)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
DL- Metionina (98%)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
L- Treonina (98%)	0,0	0,5	1,1	1,6	2,2
L- Isoleucina (98%)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
L-Glutâmico	8,0	7,3	6,5	5,8	4,9
Amido	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
Total	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (MJ/kg)	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14
Proteína Bruta (g/kg)	201,00	201,00	201,00	201,00	201,00
Cálcio (g/kg)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Fósforo disponível (g/kg)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Sódio (g/kg)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Fibra bruta (g/kg)	27,90	27,90	27,90	27,90	27,90
Aminoácidos Digestíveis					
Lisina (g/kg)	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50
Metionina +Cistina (g/kg)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Triptofano (g/kg)	2,09	2,09	2,09	2,09	2,09
Treonina (g/kg)	6,60	7,10	7,70	8,10	8,70
Arginina (g/kg)	10,39	10,39	10,39	10,39	10,39
Isoleucina (g/kg)	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23
Valina (g/kg)	7,98	7,98	7,98	7,98	7,98

¹ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

² 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: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno.

⁴ Salinomicina 12%

Fase de postura (41 a 110 dias de idade)

Para avaliar a repercussão do crescimento e desenvolvimento das codornas na fase de postura, aos 41 dias de idade as aves foram transferidas para gaiolas de postura, sendo mantidas nestas, as mesmas aves restantes de cada unidade experimental da fase de crescimento.

As aves foram alojadas em gaiolas (unidade experimental) de arame galvanizado, dispostas em escada, com as dimensões de 50 x 34 cm, equipadas com comedouros do tipo calha, posicionados na parte frontal de cada gaiola e bebedouros do tipo nipple. Cada unidade experimental forneceu no mínimo 106,2 cm² /ave, quando não houve mortalidade na respectiva unidade experimental durante a fase de recria. O programa de luz foi de 16 horas diárias, permanecendo o mesmo até o término do período experimental. Este fornecimento de luz foi controlado por um timer, que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais. A temperatura ambiente foi verificada automaticamente a cada segundo por sensores.

Na fase de postura as codornas foram alimentadas com ração única à base de milho e soja (Tabela 2), formulada para atender as exigências nutricionais apresentadas, assim como a composição química e os valores nutricionais dos ingredientes utilizados para a formulação da dieta, em Rostagno et al. (2011).

Tabela 2: Composição e valor nutricional da dieta, na matéria natural, para codornas na fase de postura

Ingredientes	g/kg
Milho moído	581,20
Farelo de soja (45%)	313,80
Calcário	71,10
Fosfato bicálcico	11,00
Óleo de soja	12,00
Sal comum refinado	3,30
Mistura mineral ¹	0,50
Mistura vitamínica ²	1,00
DL- Metionina (98,0%)	3,00
L-Lisina HCL (78,8%)	2,00
Antioxidante ³	0,10
Cloreto de colina (60%)	1,00
Total	1000,00
Composição calculada	
Energia metabolizável (MJ/kg)	11,72
Proteína bruta (g/kg)	193,10
Lisina digestível (g/kg)	10,80
Metionina+cistina digestível (g/kg)	8,64
Triptofano digestível (g/kg)	2,26
Treonina digestível (g/kg)	5,93
Cálcio (g/kg)	30,90
Fósforo disponível (g/kg)	3,00
Sódio (g/kg)	1,45
Fibra (g/kg)	27,00

¹ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

² 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: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno

Parâmetros avaliados

O consumo de ração foi medido semanalmente. No caso de aves mortas, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental.

A conversão alimentar na fase de crescimento foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso corporal acumulado no período (kg de ração/kg de

ganho de peso).

Todas as aves foram pesadas ao início e ao término da fase de crescimento e da fase de postura, para determinação do peso aos 40 e 110 dias e do ganho de peso dos animais em cada fase.

Para a determinação da viabilidade das aves na fase de crescimento e postura, o número de codornas mortas foi anotado diariamente. A mortalidade das aves foi subtraída do número total de aves vivas na fase de crescimento e de postura, sendo os valores obtidos no final do período, convertidos em percentagem.

Todas as aves foram pesadas individualmente para determinação da uniformidade em cada unidade experimental, na fase de crescimento e de postura, sendo expressa como a percentagem dos pesos que se encontravam com variação de $\pm 10\%$ média obtida na respectiva unidade.

Aos 40 dias de idade, foram sacrificadas duas codornas dentro do peso médio de cada unidade experimental. O abate das aves foi de acordo com o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008) e aprovado pelo comitê de ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. As aves foram depenadas a seco e as penas foram pesadas para cálculo do empenamento. Posteriormente foram evisceradas, resfriadas, congeladas e moídas, para determinação dos teores de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, segundo descrito em Silva e Queiroz (2002).

A deposição de proteína e de gordura corporal foi calculada por meio do abate feito a parte de um grupo adicional de 50 codornas de um dia de idade. Estas foram comparadas com aquelas codornas abatidas ao término da fase de crescimento. Para o cálculo final da deposição de proteína e de gordura corporal, corrigiu-se o valor encontrado na amostra, para o peso médio do animal vivo em cada unidade experimental, segundo Pinto et al. (2003).

A produção média de ovos no período foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais, sendo expressa sobre o número de aves do período (ovo produzido/ ave/dia) e, sobre o número de aves alojadas no início do experimento (ovo produzido/ave - alojada).

Foi avaliada a conversão alimentar por dúzia de ovos, expressa pelo consumo total de ração em quilogramas dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz), e a conversão por

massa de ovos, que foi obtida pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa de ovos produzidas em quilogramas (kg/kg).

Todos os ovos íntegros produzidos nos três últimos dias de cada semana, durante todo o período experimental, em cada repetição, foram pesados e o peso total obtido foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período, esta massa total foi dividida pelo número total de aves do período e também pelo número de dias do período, sendo expressa em gramas de ovo por ave por dia (g ovo/ ave/ dia).

Análises estatísticas

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados por meio de análise das variáveis pelos modelos de regressão linear, quadrática e *Linear Response Plateau (LRP)*, conforme melhor ajustamento obtido para cada variável e considerando o comportamento biológico das aves. Os parâmetros foram submetidos a análises estatísticas de acordo com o programa Sistema para Análises Estatísticas - SAEG (2007), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS

Na fase de crescimento, as codornas necessitam de ambiente termo-higrométrico ideal de 35-37 °C e 65% de umidade relativa na primeira semana de vida; de 32 °C e 60% de umidade relativa na segunda semana e a partir dos 15 dias de idade, estas aves não requerem mais aquecimento artificial, pois apresentam bom empenamento, com temperatura máxima e mínima ideal de 31°C e 19°C e 60-65% de umidade relativa (Vohra Pran, 1971; Reis, 1980; Singh & Narayam, 2002; Pinto et al., 2003; Oliveira, 2004). Na fase adulta (dados de 41 a 100 dias de idade) a faixa de conforto térmico das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar, entre 65 e 70% (Oliveira, 2004).

Considerando as informações da literatura, as mensurações de temperatura e umidade (Tabela 3), assim como o comportamento das codornas, verificou-se que as aves de maneira geral obtiveram ambiente termo-higrométrico adequado, contudo ficaram

expostas a condições de estresse por calor durante certo período do dia. Por outro lado, este fato não indica ter afetado a produção das codornas, visto que o desempenho esteve dentro da faixa considerada normal para a espécie.

Tabela 3: Temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão experimental

Idade das aves (dias)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)	
		09:00h	15:00h
1 a 7	35,86±2,40	76,86±5,96	74,00±13,28
8 a 14	29,77±1,98	79,64±6,13	65,86±8,55
15 a 40	21,01±2,58	78,63±5,66	67,62±8,62
41 a 100	20,72±3,01	75,72±6,84	58,33±8,67

A temperatura crítica superior da zona de termoneutralidade para codornas japonesas de 27°C (Vercese, 2010), não foi excedida nas unidades experimentais após as aves terem apresentado empenamento completo, evitando assim, prejuízos por efeito de calor no desempenho das codornas.

Temperaturas amenas observadas durante o período em que as codornas estavam adultas, associadas a condições de baixa umidade relativa do ar são características do inverno brasileiro, estação do ano que coincidiu com a fase de postura das aves.

As relações entre treonina digestível e lisina digestível não influenciaram ($P \geq 0,05$) os parâmetros na fase de crescimento e postura (Tabela 4), com exceção do consumo de treonina.

Tabela 4: Desempenho de codornas japonesas em crescimento com repercussão na postura em função das relações entre treonina digestível e lisina digestível na dieta de crescimento

Parâmetros	Relações Treonina dig : lisina dig (%)					CV (%)
	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	
Fase de crescimento (1 a 40 dias de idade)						
Peso aos 40 dias (g) ^{ns}	130,35	131,48	128,04	129,01	127,68	3,5
Ganho de peso aos 40 dias (g) ^{ns}	122,42	123,65	120,13	121,12	119,89	3,7
Consumo de ração (g/dia) ^{ns}	11,09	11,12	11,17	11,20	11,12	3,0
Consumo de treonina (mg/ave/dia) ¹	51,27	62,28	68,49	76,23	82,83	7,5
Conversão alimentar (g/g) ^{ns}	3,62	3,60	3,72	3,70	3,71	4,3
Uniformidade aos 40 dias (%) ^{ns}	85,5	86,2	85,3	81,5	92,0	8,7
Peso de carcaça (g) ^{ns}	94,2	99,1	95,3	93,9	95,9	6,0
Porcentagem de pena ^{ns}	8,1	8,0	8,3	8,3	8,1	6,9
Deposição de gordura (g/dia) ^{ns}	0,03	0,04	0,04	0,03	0,05	20,9
Deposição de proteína (g/dia) ^{ns}	0,51	0,55	0,53	0,52	0,52	9,1
Viabilidade das aves (%) ^{ns}	96,8	96,2	98,1	98,1	95,6	3,2
Fase de postura (41 a 110 dias de idade)						
Produção de ovos por ave dia (%) ^{ns}	60,7	63,6	60,4	58,4	61,4	8,1
Produção de ovos/ave alojada (%) ^{ns}	53,9	57,2	55,7	53,0	55,4	9,8
Consumo de ração (g) ^{ns}	18,5	19,1	17,8	17,8	18,1	9,9
Conversão alimentar/dúzia (kg/dz) ^{ns}	0,37	0,36	0,35	0,37	0,35	11,6
Peso dos ovos (g) ^{ns}	11,2	11,3	11,3	11,2	11,3	2,7
Massa de ovos (g/ave/dia) ^{ns}	6,82	7,13	6,86	6,60	6,99	8,7
Conversão/massa de ovos (kg/kg) ^{ns}	2,95	2,74	2,93	3,01	2,76	11,7
Peso aos 110 dias (g) ^{ns}	177,4	179,9	181,5	177,3	180,3	3,3
Ganho de peso aos 110 dias (g) ^{ns}	47,02	48,42	53,5	48,3	52,7	12,1
Uniformidade aos 110 dias (%) ^{ns}	75,4	83,0	85,4	79,3	86,1	13,0
Viabilidade das aves (%) ^{ns}	93,3	91,2	94,4	92,8	91,0	5,7

¹Efeito linear (P<0,01); ^{ns}Efeito não significativo (P≥0,05).

O consumo de treonina aumentou (P<0,01) de forma linear à medida que se elevou a relação entre treonina e lisina na ração, de acordo com a equação $\hat{Y} = -16,5400 + 128,427 X$; $R^2 = 0,99$.

DISCUSSÃO

Não foram encontrados na literatura dados sobre relações entre treonina e lisina na dieta de crescimento com repercussão na fase de postura das codornas. Por não ter havido fatores que deixassem heterogêneas as unidades experimentais, como as condições de

temperatura e umidade, pode-se inferir que os resultados observados para os parâmetros em estudo foram decorrentes das diferentes relações aminoacídicas das dietas.

A diferença observada no consumo de treonina, em razão do aumento das relações entre treonina e lisina digestíveis na dieta, pode ser justificada pelo fato do consumo de ração na fase de crescimento não ter variado significativamente entre os tratamentos. Neste sentido, a menor relação entre treonina e lisina (0,63) foi suficiente para atender às necessidades das codornas em crescimento, sem comprometer o desempenho na fase de produção de ovos. Com esse resultado ficou evidenciado que níveis de treonina acima do necessário para promover máximo crescimento, não influenciam negativamente o consumo voluntário de ração pelas codornas.

A variação nas relações aminoacídicas não produziu desbalanceamento entre aminoácidos que resultasse em alteração do perfil plasmático das codornas, ativando mecanismos reguladores do apetite, como descrito por Harper et al. (1970), portanto, não proporcionou resultados diferentes no desempenho das codornas. O consumo de rações com conteúdo de aminoácidos desproporcional às reais necessidades metabólicas das aves poderia ocasionar alterações fisiológicas com efeitos metabólicos que influenciariam no comportamento alimentar. A ingestão de dieta desbalanceada alteraria a concentração de aminoácidos do plasma e tecidos, com redução substancial do aminoácido limitante. Este fato seria acompanhado de um decréscimo no consumo e retardamento do crescimento da ave (Bertechini, 2006). Assim, poderia haver efeitos adversos no crescimento e desempenho das codornas se houvesse limitação de treonina na dieta, o que não ocorreu neste estudo.

Considerando que a treonina é importante na fase de crescimento para formação das penas, correspondendo juntamente com a serina a mais de 20% dos aminoácidos presentes nos resíduos de penas (Kidd, 2000) e ainda, pela não observação de diferença no empenamento, a relação aminoacídica de 0,63 proporcionou adequado nível de treonina na dieta para formação das penas das codornas.

Além disso, pela relevância da treonina no período de crescimento, devido à sua alta taxa de *turnover*, ou seja, ser um aminoácido em grande parte vinculado à renovação celular e síntese protéica para composição corporal, com abundante participação no conteúdo das secreções intestinais endógenas, a menor relação estudada não causou

prejuízos no crescimento e desempenho das codornas, tampouco causou necessidade de maior consumo de ração para suprir a exigência de treonina das aves.

Por causa da baixa digestibilidade, os aminoácidos que constituem as mucinas são pouco reabsorvidos. Em função disto, as mucinas contribuem com, aproximadamente, 30% das perdas endógenas da treonina. Ainda, estima-se que mais da metade da treonina consumida seja utilizada em nível intestinal para as funções de manutenção, sendo primariamente utilizada na síntese de muco. O intestino usa cerca de 60% da treonina dietética consumida primariamente para síntese de mucina intestinal (Myrie et al., 2001). O tipo e quantidade de mucina produzida no trato gastrointestinal influenciam as comunidades microbianas, a disponibilidade de nutrientes e a função imune (Corzo et al., 2007). Neste sentido, a insuficiência de treonina dietética, que não foi observada com as relações entre treonina e lisina deste estudo, poderia prejudicar o sistema imunológico e a disponibilidade e absorção de nutrientes, com conseqüente piora na uniformidade das aves, baixo ganho em peso, menor viabilidade das codornas na fase de crescimento e postura, assim como baixa produção de ovos.

Considerando a importância das secreções digestórias para a saúde do intestino e para o processo de digestão, um nível adequado de treonina na ração é essencial para permitir uma função digestória adequada (Le Bellego et al., 2002). O correto funcionamento do sistema digestivo, atrelado ao adequado desempenho das demais funções fisiológicas nas codornas, como o sistema imune, poderia promover crescimento e desempenho satisfatório das aves, o que neste estudo foi alcançado com a relação de 0,63 entre treonina e lisina na dieta de crescimento.

Na fase inicial de vida, o crescimento do trato digestório excede o de outros órgãos das aves, sendo esse desenvolvimento fundamental para que as codornas maximizem a absorção dos nutrientes fornecidos na dieta. Efeitos adversos no desempenho são possíveis durante o crescimento das aves caso haja limitação de aminoácidos, pois seu teor é fator determinante na síntese protéica. Dessa forma, o apropriado desenvolvimento do trato digestório das codornas nas primeiras semanas de vida favorece a correta conformação corporal das aves, com adequado peso de carcaça, deposição de proteína e gordura nesta e peso propício à maturidade sexual. Aves com viabilidade, uniformidade e pesos adequados, apresentam postura, peso corporal e massa de ovos normais, assim como conversões

alimentares em valores satisfatórios. Por não ter havido diferenças nos referidos parâmetros, a relação de 0,63 foi suficiente para proporcionar melhor desempenho às aves.

Estudos recentes como este sobre a relação entre treonina e lisina na dieta de crescimento e sobre esta relação na dieta de postura (Umigi et al., 2007; Umigi, 2009), com as variações aminoacídicas em função do recomendado pelo NRC (1994), não têm encontrado diferenças entre os parâmetros avaliados, sendo sugeridas as menores relações. Este fato permite inferir que as recomendações sobre a treonina na ração de codornas sugeridas pelo NRC (1994), estão extrapoladas para os genótipos atuais das codornas japonesas criadas nas condições brasileiras. A relação preconizada de 0,63 é inferior a 0,78 recomendada pelo NRC (1994) e Silva e Costa (2009), a 0,85 determinada por Leeson e Summers (2005) e a 0,71 estimada por Rostagno et al. (2011).

CONCLUSÃO

A relação entre treonina digestível e lisina digestível de 0,63 (6,6 g de treonina / kg e 10,5 g de lisina / kg) na dieta de crescimento, correspondente a um consumo de 51,27 mg de treonina por ave ao dia, proporciona crescimento adequado e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase inicial de postura.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNETT, D.C.; CHENG, K.M.. Exigências nutricionais da codorna japonesa. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2010. Lavras, **Anais...** Lavras, Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2010. p.89-104.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301p.
- BRASIL. LEI 11.794 DE 08 DE OUTUBRO DE 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico

- de animais. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 9p. 2008.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; DOZIER, W.A. et al. Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 16, p. 574-582, 2007.
- COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V.; LIMA, M.R. et al. Relação entre exigências nutricionais vs qualidade de ovos de codornas japonesas. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2010. Lavras, **Anais...** Lavras, Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2010. p.50-70.
- LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T. FREITAS, C.A.S. et al. Relação metionina + cistina digestível: lisina digestível na dieta de codornas japonesas em recria com repercussão na postura. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. p.213.
- FAURE, M.; CHONE', F.; METTRAUX, C. Et al. Threonine utilization for synthesis of acute phase proteins, intestinal proteins, and mucins is increased during Sepsis in rats. **Journal of Nutrition**, v. 137, p. 1802-1807, 2007.
- FAURE, M.; MOENNOZ, D.; MONTIGON, F. et al. Dietary threonine restriction specifically reduces intestinal mucin synthesis in rats. **Journal of Nutrition**, v. 135, p. 486-491, 2005.
- 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.428-558, 1970.
- KIDD, M.T. Nutritional considerations concerning threonine for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.56, p.139-151, 2000.
- LAW, G; ADJIRI-AWERE, A.; PENCHARZ, P.B. et al. Gut mucins in piglets are dependent upon dietary threonine. **Advances in Pork Production**, Alberta, CA, v.11, abstract n.10, 2000.
- LE BELLEGO, L.; RELANDEAU, C.; VAN CAUWENBERGHE, S. Threonine requirement in pigs - Benefits of L-Threonine supplementation. Ajinomoto Eurolysine. Technical Information. n. 26, p.1-23. 2002.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 3.ed. Guelph - Ontario: University Books, 2005. 398 p.
- MANDAL, A.B.; KAUR, S.; JOHRI, A.K. et al. Response of growing Japanese quails to dietary concentration of L-threonine. **Journal of the Science and Food and Agriculture**, v. 86, p.793-798, 2006.
- MYRIE, S.B.; BERTOLO, R.F.P.; MÖHN, S. et al. Threonine requirement and availability are affected by feed that stimulate gut mucin. **Advances in Pork Production**, Alberta, CA, v.12, abstract n.23, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of poultry**. National Academy Press, Washington, D. C., p. 44-45, 1994.

- OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2004. Lavras, **Anais...** Lavras, Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1174-1181, 2003.
- REIS, L.F.S.D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa, Agros, 10, 1980. 222p.
- 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: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, IMP. Univ. 2002. 235p.
- SILVA, J.H.S.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P.. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2011, Alagoas. **Anais...** Associação Brasileira de Zootecnistas, [2011] (CD-ROM).
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. 3.ed. Jaboticabal – SP: Funep, 2009. 107p.
- SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., Lavras, 2002. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36.
- UMIGI, R.T. **Redução da proteína utilizando-se o conceito de proteína ideal e nível de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura**. Viçosa, MG: UFV. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009. 92p.
- UMIGI, R.T.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1868-1874, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análises estatísticas- SAEG** , versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- VERCESE, F. **Efeito da temperatura sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas**. Botucatu SP: UNESP, 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista.
- VOHRA, P. A. Review of the nutrition of Japanese Quail. **World Poultry Science Journal**, v.27, p.26-33. 1971.

RELAÇÃO ENTRE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL E LISINA DIGESTÍVEL NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS NA FASE DE CRESCIMENTO

Resumo 1. O experimento foi conduzido para avaliar a relação entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 40 dias de idade) com repercussão na fase inicial de postura (41 a 110 dias de idade). Foram utilizadas 800 codornas japonesas com 1 dia de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 5 relações entre triptofano digestível e lisina digestível, 8 repetições e 20 aves por unidade experimental.

2. Foi formulada uma ração basal, deficiente em triptofano, com 1,48 g de triptofano digestível/kg, correspondendo à relação entre triptofano e lisina de 0,14. Esta ração basal foi suplementada com 5 níveis de L- triptofano (98%), em substituição ao ácido glutâmico correspondente à relação entre triptofano e lisina de 0,14 (sem suplementação); relação 0,16; 0,18; 0,20 e 0,22, sendo as dietas isocalóricas e isonitrogênicas. Foi avaliado o desempenho das aves nas fases de crescimento e postura.

3. Embora o peso corporal e o ganho em peso das aves até os 40 dias tenham aumentado e o consumo de ração na fase de postura diminuído de forma linear, o LRP foi o que melhor se ajustou para estes parâmetros. Para consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade das aves na fase de crescimento, o efeito foi quadrático.

4. Na fase de postura foi observado efeito quadrático para produção de ovos por ave alojada com 1 dia, peso de ovos, ganho em peso aos 110 dias e conversão alimentar por massa de ovos. O consumo de triptofano aumentou e a produção de ovos por ave alojada na fase de postura decresceu de forma linear com o aumento das relações entre triptofano e lisina.

5. A relação entre triptofano digestível e lisina digestível de 0,18 (1,88 g de triptofano / kg e 10,5 g de lisina / kg de ração), correspondente a um consumo de 20,63 mg de triptofano por ave ao dia, na dieta de crescimento, proporciona maior viabilidade das aves na fase de crescimento e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase de postura.

INTRODUÇÃO

O triptofano pertence à classe dos aminoácidos essenciais, ou seja, não é produzido pelo organismo das aves em velocidade suficiente às suas necessidades de máximo desempenho. Está envolvido em várias funções metabólicas, sendo componente estrutural de todas as proteínas, além de ser precursor da síntese de serotonina e melatonina (Corzo et al., 2005). Durante a resposta imune, altas concentrações dos metabólitos do triptofano estão presentes no sangue, órgãos e locais de inflamação (Moffett & Namboodiri, 2003). Esse aminoácido necessita de muitos passos metabólicos para biossíntese, sendo que a sua ausência impediria o organismo animal de realizar síntese protéica e, conseqüentemente, de crescer (Bertechini, 2006).

Pesquisas têm relacionado o aumento no índice de agressividade dos animais em sistemas de produção, principalmente aves alojadas em gaiola, à deficiência de triptofano na dieta. Por ser a codorna uma ave de comportamento agitado e, considerando ainda a importância do triptofano na síntese protéica e crescimento animal, assim como a necessidade de determinação de um padrão aminoacídico, com base no conceito de proteína ideal para codornas, fazem-se necessários estudos sobre a relação entre triptofano e lisina na dieta destas aves. A nutrição de codornas em crescimento tem sido baseada em dados antigos e em experimentos que não englobaram toda a fase de crescimento das aves, ou seja, não consideraram o alojamento das codornas desde o primeiro dia de vida.

Exigências de aminoácidos para codornas em crescimento tem recebido muito pouca atenção (Bennett & Cheng, 2010). Considerando a precocidade e alta produtividade das codornas, a realização de pesquisas para a implementação de corretos programas de alimentação, torna-se relevante, especialmente na fase inicial de criação, onde o volume de estudos é menor comparativamente à fase de produção. Com a atual disponibilidade de aminoácidos industriais, a redução da proteína bruta da dieta, com base na relação dos aminoácidos com a lisina, pode ser utilizada.

Estudos com base nas relações entre aminoácidos e lisina para codornas poderão viabilizar a redução do teor protéico das rações com a suplementação de aminoácidos essenciais. Neste sentido, para redução do nível de proteína bruta da dieta com o uso do conceito de proteína ideal, objetivou-se avaliar a relação entre triptofano digestível e lisina

digestível na dieta para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 40 dias de idade) com repercussão na fase inicial de postura (41 a 110 dias de idade).

MATERIAIS E MÉTODOS

Fase de crescimento (1 a 40 dias de idade)

O experimento foi desenvolvido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, tendo início em setembro de 2010.

Um total de 800 codornas fêmeas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 1 dia de idade, peso corporal de $8,37 \pm 0,27$ g, foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos dietéticos (relações entre triptofano digestível e lisina digestível), 8 repetições e 20 aves por gaiola (unidade experimental). Cada gaiola possuía 50 cm de largura e 50 cm de comprimento, proporcionando $125 \text{ cm}^2/\text{ave}$, sendo o piso de alvenaria coberto com 4 cm de maravalha. Para o aquecimento das aves foram utilizadas lâmpadas de 60 w até os 15 dias de idade em cada gaiola. As lâmpadas foram acionadas duas horas antes da chegada do lote para adequar a temperatura da instalação e fornecer o calor necessário às aves.

As gaiolas, instaladas no interior de um galpão, eram de arame galvanizado, sendo cobertas e manejadas com cortina de ráfia nos primeiros 15 dias de idade das aves para manter o aquecimento, o que também foi conseguido com a instalação de cortinas nas laterais do galpão.

Os bebedouros utilizados foram copos de pressão, na proporção de um bebedouro por gaiola. Logo após o alojamento, as codornas foram orientadas quanto à presença de água. A partir dos 12 dias de idade, os bebedouros copo de pressão foram substituídos pelos bebedouros do tipo nipple com copinho, na proporção de um bebedouro por gaiola.

Os comedouros utilizados foram do tipo bandeja, com diâmetro de 18 cm, na proporção de um por gaiola até 12 dias de idade das aves, quando estes foram substituídos por comedouros do tipo calha, posicionados na parte frontal das gaiolas.

O programa de iluminação foi de 24 horas de luz artificial (mesmas lâmpadas utilizadas como fonte de aquecimento) até o 15º dia de vida das aves, e posteriormente, até

os 40 dias de idade foi utilizado fotoperíodo apenas natural para evitar a maturidade sexual precoce das codornas.

O controle de temperatura foi feito com auxílio de sensores instalados nas gaiolas e com base no comportamento das codornas. A temperatura ambiente das gaiolas foi verificada automaticamente, a cada segundo, por sensores de temperatura e a umidade relativa do ar por termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, ambos instalados junto às gaiolas. Os dados do termômetro de bulbo seco e bulbo úmido foram coletados duas vezes ao dia, às 09:00h e às 15:00h.

As aves foram submetidas à ração basal, deficiente em triptofano digestível, a base de milho e soja, contendo 174,0 g PB/kg, 12,14 MJ/kg, 10,5 g lisina digestível/kg (nível sub-ótimo) e 1,48 g de triptofano digestível/kg, correspondendo à relação entre triptofano e lisina de 0,14 (Tabela 1). Esta ração basal foi suplementada com 5 níveis de L- triptofano (98%), em substituição ao ácido glutâmico correspondente à relação entre triptofano e lisina de 0,14 (sem suplementação, 1,48 g de triptofano digestível/kg); relação 0,16 (1,68 g de triptofano digestível/kg); 0,18 (1,88 g de triptofano digestível/kg); 0,20 (2,08 g de triptofano digestível/kg) e 0,22 (2,36 g de triptofano digestível/kg), sendo as dietas isoprotéicas, isocalóricas e isonitrogênicas. Foram mantidas as relações aminoacídicas com a lisina, propostas pelo NRC (1994), exceto entre metionina + cistina e lisina que foi em função de Lima et al. (2010) e entre treonina e lisina que foi de acordo com Lima et al. (2011). Para assegurar a ausência de deficiências, foram acrescentados 3% nas exigências de cada aminoácido, exceto lisina digestível e triptofano digestível.

Aos 40 dias de idade, antes da transferência para as gaiolas de postura, as codornas foram debicadas para prevenção de canibalismo de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008) e aprovado pelo comitê de ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 1 – Composição e valor nutricional da ração basal, na matéria natural, para codornas japonesas na fase de crescimento

Ingredientes (g/kg)	Relações triptofano / lisina				
	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22
Milho Moído	625,0	625,0	625,0	625,0	625,0
Farelo de Soja (45%)	141,3	141,3	141,3	141,3	141,3
Farinha de carne e ossos (35%)	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0
Farelo de trigo	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
Calcário	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Sal Comum	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Mistura Mineral ¹	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mistura Vitaminica ²	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Cloreto de Colina (60%)	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Antioxidante ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Coccidiostático ⁴	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
L- Lisina (78,8%)	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
DL- Metionina (98,0%)	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
L- Treonina (98%)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
L- Isoleucina (98%)	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Arginina (98%)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Valina (98%)	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
L- Triptofano (99%)	0,0	0,2	0,4	0,6	0,9
L- Glutâmico	9,0	8,7	8,4	8,1	7,7
Amido	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (MJ/kg)	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14
Proteína Bruta (g/kg)	174,00	174,00	174,00	174,00	174,00
Cálcio (g/kg)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Fósforo disponível (g/kg)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Sódio (g/kg)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Fibra bruta (g/kg)	32,29	32,29	32,29	32,29	32,29
Aminoácidos digestíveis					
Lisina (g/kg)	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50
Metionina +Cistina (g/kg)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Triptofano (g/kg)	1,48	1,68	1,88	2,07	2,36
Treonina (g/kg)	6,90	6,90	6,90	6,90	6,90
Arginina (g/kg)	10,39	10,39	10,39	10,39	10,39
Isoleucina (g/kg)	8,23	8,23	8,23	8,23	8,23
Valina (g/kg)	7,98	7,98	7,98	7,98	7,98

¹ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

² 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: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno.

⁴ Salinomicina 12%

Fase de postura (41 a 110 dias de idade)

Para avaliar a repercussão do crescimento e desenvolvimento das codornas na fase de postura, aos 41 dias de idade as aves foram transferidas para gaiolas de postura, sendo mantidas nestas, as mesmas aves restantes de cada unidade experimental da fase de crescimento.

As aves foram alojadas em gaiolas (unidade experimental) de arame galvanizado, dispostas em escada, com as dimensões de 50 x 34 cm, equipadas com comedouros do tipo calha, posicionados na parte frontal de cada gaiola e bebedouros do tipo nipple. Cada unidade experimental forneceu no mínimo 106,2 cm² /ave, quando não houve mortalidade na respectiva unidade experimental durante a fase de recria. O programa de luz foi de 16 horas diárias, permanecendo o mesmo até o término do período experimental. Este fornecimento de luz foi controlado por um timer, que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais. A temperatura ambiente foi verificada automaticamente a cada segundo por sensores.

Na fase de postura as codornas foram alimentadas com ração única à base de milho e soja (Tabela 2), formulada para atender as exigências nutricionais apresentadas, assim como a composição química e os valores nutricionais dos ingredientes utilizados para a formulação da dieta, em Rostagno et al. (2011).

Tabela 2: Composição e valor nutricional da dieta, na matéria natural, para codornas na fase de postura

Ingredientes	g/kg
Milho moído	581,20
Farelo de soja (45%)	313,80
Calcário	71,10
Fosfato bicálcico	11,00
Óleo de soja	12,00
Sal comum refinado	3,30
Mistura mineral ¹	0,50
Mistura vitamínica ²	1,00
DL- Metionina (98,0%)	3,00
L-Lisina HCL (78,8%)	2,00
Antioxidante ³	0,10
Cloreto de colina (60%)	1,00
Total	1000,00
Composição calculada	
Energia metabolizável (MJ/kg)	11,72
Proteína bruta (g/kg)	193,10
Lisina digestível (g/kg)	10,80
Metionina+cistina digestível (g/kg)	8,64
Triptofano digestível (g/kg)	2,26
Treonina digestível (g/kg)	5,93
Cálcio (g/kg)	30,90
Fósforo disponível (g/kg)	3,00
Sódio (g/kg)	1,45
Fibra (g/kg)	27,00

¹ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

² 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: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno

Parâmetros avaliados

O consumo de ração foi medido semanalmente. No caso de aves mortas, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental.

A conversão alimentar na fase de crescimento foi calculada dividindo-se o

consumo de ração pelo ganho de peso corporal acumulado no período (kg de ração/kg de ganho de peso).

Todas as aves foram pesadas ao início e ao término da fase de crescimento e da fase de postura, para determinação do peso aos 40 e 110 dias e do ganho de peso dos animais em cada fase.

Para a determinação da viabilidade das aves na fase de crescimento e postura, o número de codornas mortas foi anotado diariamente. A mortalidade das aves foi subtraída do número total de aves vivas na fase de crescimento e de postura, sendo os valores obtidos no final do período, convertidos em percentagem.

Todas as aves foram pesadas individualmente para determinação da uniformidade em cada unidade experimental, na fase de crescimento e de postura, sendo expressa como a percentagem dos pesos que se encontravam com variação de $\pm 10\%$ média obtida na respectiva unidade.

Aos 40 dias de idade, foram sacrificadas duas codornas dentro do peso médio de cada unidade experimental. O abate das aves foi de acordo com o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008) e aprovado pelo comitê de ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. As aves foram depenadas a seco e as penas foram pesadas para cálculo do empenamento. Posteriormente foram evisceradas, resfriadas, congeladas e moídas, para determinação dos teores de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, segundo descrito em Silva e Queiroz (2002).

A deposição de proteína e gordura corporal foi calculada por meio do abate feito a parte de um grupo adicional de 50 codornas de um dia de idade. Estas foram comparadas com aquelas codornas abatidas ao término da fase de crescimento. Para o cálculo final da deposição de proteína e gordura corporal, corrigiu-se o valor encontrado na amostra, para o peso médio do animal vivo em cada unidade experimental, segundo Pinto et al. (2003).

A produção média de ovos no período foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais, sendo expressa sobre o número de aves do período (ovo produzido/ ave/dia) e, sobre o número de aves alojadas no início do experimento (ovo produzido/ave - alojada).

Foi avaliada a conversão alimentar por dúzia de ovos, expressa pelo consumo total de ração em quilogramas dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz), e a conversão por

massa de ovos, que foi obtida pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa de ovos produzidas em quilogramas (kg/kg).

Todos os ovos íntegros produzidos nos três últimos dias de cada semana, durante todo o período experimental, em cada repetição, foram pesados e o peso total obtido foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período, esta massa total foi dividida pelo número total de aves do período e também pelo número de dias do período, sendo expressa em gramas de ovo por ave por dia (g ovo/ ave/ dia).

Análises estatísticas

Os efeitos dos tratamentos foram estimados por meio de análise das variáveis pelos modelos de regressão linear, quadrática e *Linear Response Plateau (LRP)*, conforme melhor ajustamento obtido para cada variável e considerando o comportamento biológico das aves. Os parâmetros foram submetidos a análises estatísticas de acordo com o programa Sistema para Análises Estatísticas - SAEG (2007), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS

Na fase de crescimento, as codornas necessitam de ambiente termo-higrométrico ideal de 35 a 37°C e 65% de umidade relativa na primeira semana de vida; de 32 °C e 60% de umidade relativa na segunda semana e a partir dos 15 dias de idade, estas aves não requerem mais aquecimento artificial, pois apresentam bom empenamento, com temperatura máxima e mínima ideal de 31°C e 19°C e 60 a 65% de umidade relativa (Vohra Pran, 1971; Reis, 1980; Singh & Narayam, 2002; Pinto et al., 2003; Oliveira, 2004). Na fase adulta a faixa de conforto térmico das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar, entre 65 e 70% (Oliveira, 2004).

Considerando as informações da literatura, as mensurações de temperatura e umidade (Tabela 3), assim como o comportamento das codornas, verificou-se que as aves

de maneira geral estavam em ambiente termo-higrométrico adequado, contudo ficaram expostas a condições de estresse durante certo período do dia.

Tabela 3: Temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão experimental

Idade das aves (dias)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)	
		09:00h	15:00h
1 a 7	31,64±2,13	88,14±3,88	85,57±5,19
8 a 14	29,10±2,03	87,43±6,16	79,57±5,50
15 a 40	25,12±2,54	87,77±4,91	72,40±11,84
41 a 100	24,38±2,17	87,33±5,12	70,45±10,32

Ainda que a temperatura crítica superior da zona de termoneutralidade para codornas japonesas de 27°C (Vercese, 2010), não tenha sido excedida na maior parte do tempo nas unidades experimentais, após as aves apresentarem empenamento completo, as codornas ficaram expostas na fase de produção a períodos de temperatura e umidade superior à faixa de conforto térmico. Por outro lado, este fato não indica ter afetado a produção das codornas, visto que o desempenho das aves esteve dentro da faixa considerada normal para a espécie.

Embora o peso corporal e o ganho de peso das aves até os 40 dias de idade tenham aumentado e o consumo de ração na fase de postura diminuído de forma linear, o LRP foi o que melhor se ajustou ($P < 0,01$), estimando em 0,20; 0,20 e 0,17 as relações em que ocorreram platô para maiores peso aos 40 dias (Figura 1), ganho de peso até 40 dias de idade (Figura 2) e menor consumo de ração de postura (Figura 3) respectivamente (Tabela 4), conforme as equações: peso aos 40 dias: $\hat{Y} = 106,0790 + 139,050X$; $Y = 133,68$; $R^2 = 0,99$; ganho de peso até os 40 dias: $\hat{Y} = 97,6180 + 139,350X$; $Y = 125,33$; $R^2 = 0,99$ e consumo de ração na postura: $\hat{Y} = 27,3100 - 26,500X$; $Y = 22,7250$; $R^2 = 0,99$.

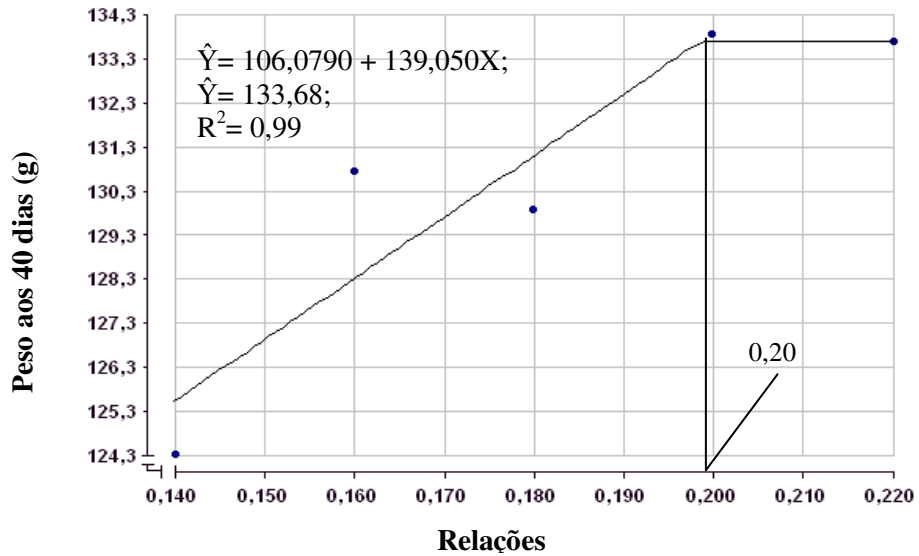


Figura 1: Peso corporal de codornas japonesas aos 40 dias de idade em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

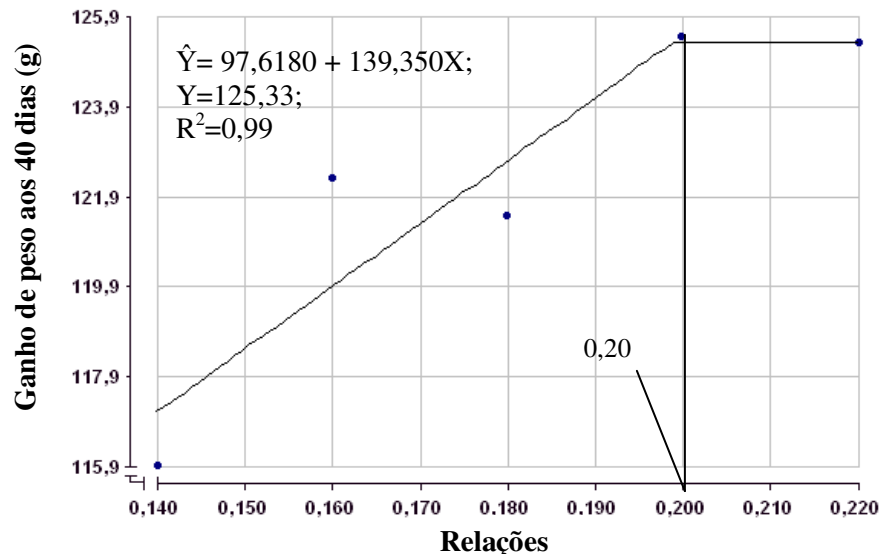


Figura 2: Ganho de peso de codornas japonesas aos 40 dias em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

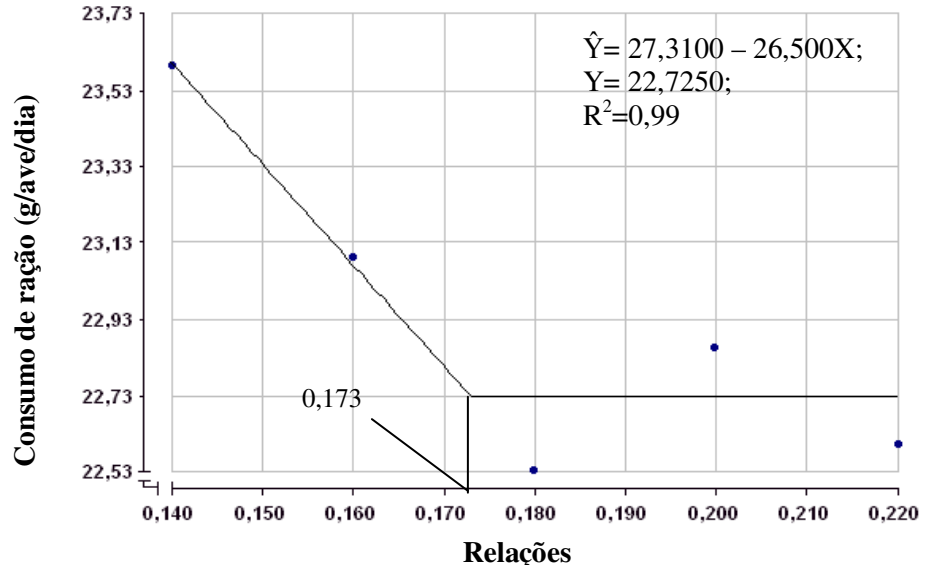


Figura 3: Consumo de ração de codornas japonesas na fase de postura em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

Tabela 4: Desempenho de codornas japonesas em crescimento com repercussão na postura em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

Parâmetros	Relações Triptofano dig : lisina dig (%)					CV (%)
	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	
Fase de crescimento (1 a 40 dias de idade)						
Peso aos 40 dias (g) ¹	124,23	130,77	129,87	133,90	133,68	2,6
Ganho de peso aos 40 dias (g) ¹	115,93	122,32	121,48	125,50	125,33	2,8
Consumo de ração (g/ave/dia) ²	9,60	10,84	10,97	10,83	11,01	3,8
Consumo de triptofano (mg/ave/dia) ³	14,21	18,22	20,63	22,41	26,10	3,7
Conversão alimentar (g/g) ²	3,23	3,46	3,52	3,36	3,43	3,8
Uniformidade aos 40 dias (%) ^{ns}	79,43	86,02	81,04	90,36	87,33	11,1
Peso de carcaça (g) ^{ns}	93,57	97,95	100,20	97,52	98,84	5,4
Porcentagem de pena ^{ns}	5,72	5,84	5,50	6,09	5,51	11,3
Deposição de gordura (g/dia) ^{ns}	0,08	0,08	0,07	0,09	0,10	19,9
Deposição de proteína (g/dia) ^{ns}	0,52	0,54	0,57	0,56	0,56	9,8
Viabilidade das aves (%) ²	84,37	96,87	98,12	90,62	92,50	5,5
Fase de postura (41 a 110 dias de idade)						
Produção de ovos por ave dia (%) ^{ns}	61,00	60,38	57,82	59,99	55,16	9,3
Produção de ovos/ave alojada (%) ³	61,00	59,39	57,26	58,68	54,14	9,5
Ovos/ave alojada com 1 dia (%) ²	42,9	53,1	53,8	50,0	47,2	11,0
Consumo de ração (g/ave/dia) ¹	23,59	23,09	22,53	22,85	22,60	4,0
Conversão alimentar/dúzia (kg/dz) ^{ns}	0,50	0,49	0,50	0,49	0,52	8,0
Peso dos ovos (g) ²	10,75	10,56	10,45	10,72	10,80	1,8
Massa de ovos (g/ave/dia) ^{ns}	5,65	5,43	5,04	5,42	4,92	11,3
Conversão/massa de ovos (kg/kg) ²	2,69	3,41	3,83	3,20	3,61	12,0
Peso aos 110 dias (g) ^{ns}	171,70	170,62	170,77	172,73	173,70	3,2
Ganho de peso aos 110 dias (g) ²	47,47	39,85	40,90	38,83	40,02	12,2
Uniformidade aos 110 dias (%) ^{ns}	82,77	88,41	73,69	81,58	79,59	12,1
Viabilidade das aves (%) ^{ns}	100,00	97,60	98,60	95,91	96,70	4,9

¹LRP (P<0,01); ²Efeito quadrático (P<0,01); ³Efeito linear (P<0,01); ^{ns}Efeito não significativo (P>0,05).

Para consumo de ração (Figura 4), conversão alimentar (Figura 5) e viabilidade das aves (Figura 6) na fase de crescimento, verificou-se efeito quadrático segundo as equações: Consumo de ração: $\hat{Y} = -5,29453 + 166,957X - 424,831X^2$, $R^2=0,85$; Conversão alimentar: $\hat{Y} = 0,0651752 + 36,4400X - 97,0582X^2$, $R^2=0,62$ e Viabilidade das aves: $\hat{Y} = -85,7857 + 1978,57X - 5357,14X^2$, $R^2=0,62$, sendo estimadas as relações de 0,196, 0,19 e 0,18, nas quais ocorreram maior consumo de ração, pior conversão alimentar e maior viabilidade das aves respectivamente.

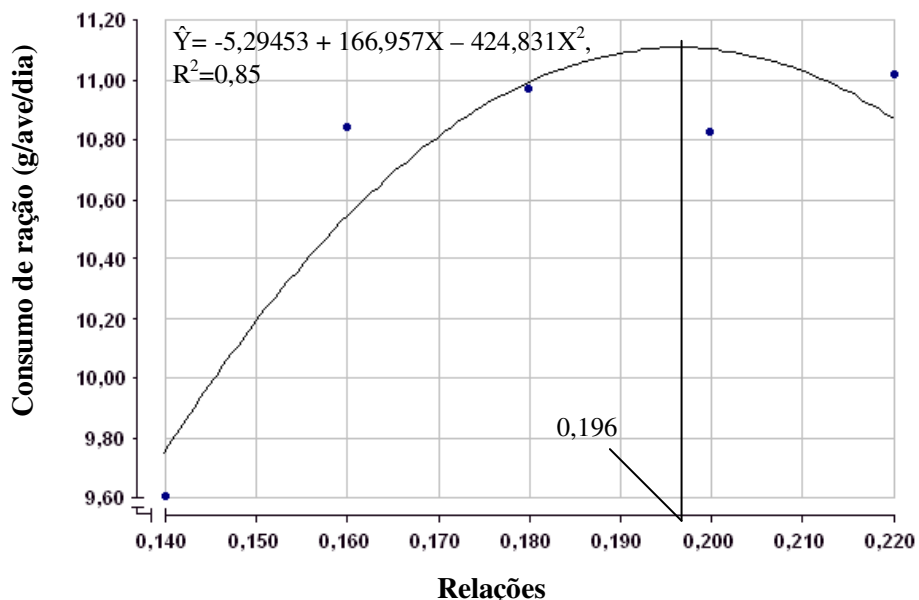


Figura 4: Consumo de ração de codornas japonesas em crescimento em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta.

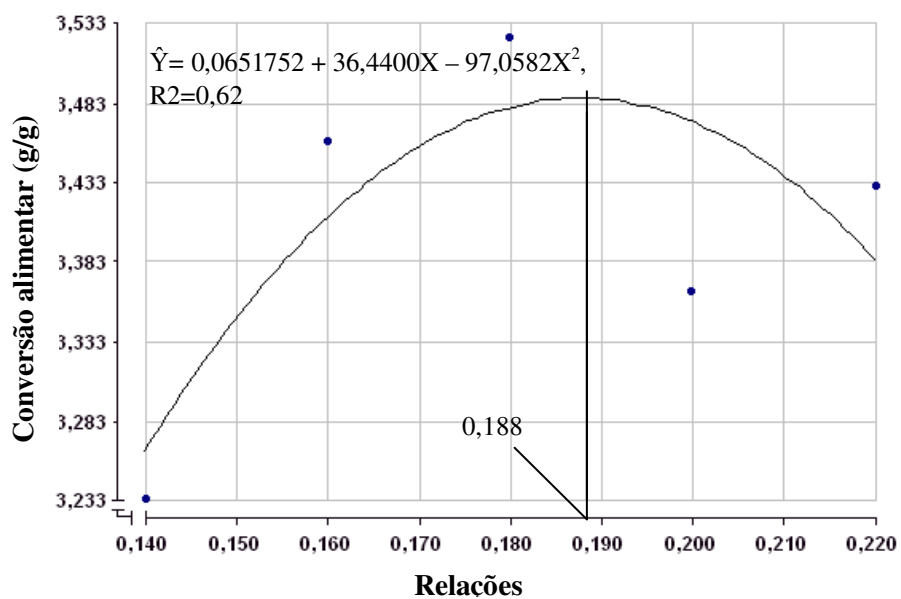


Figura 5: Conversão alimentar de codornas japonesas em crescimento em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta.

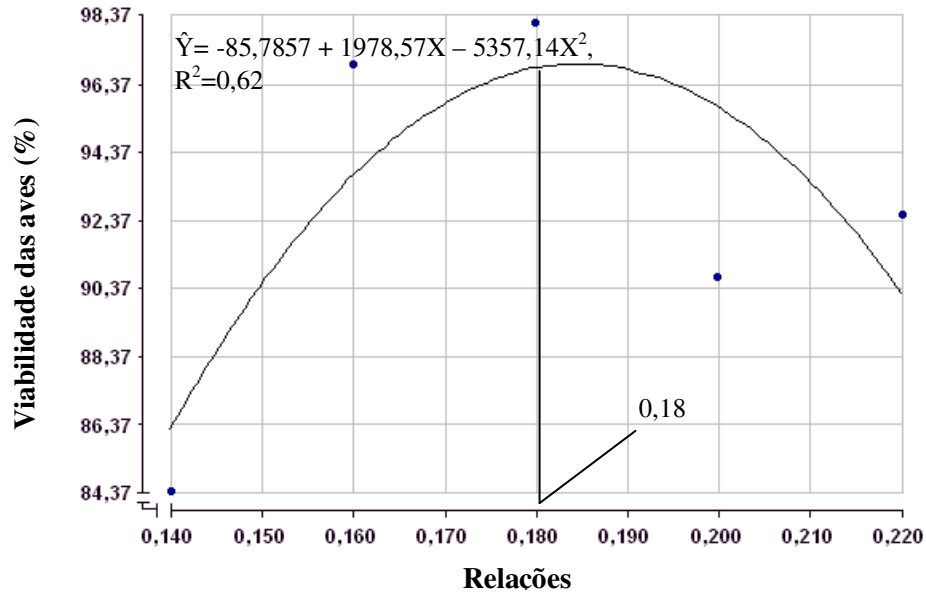


Figura 6: Viabilidade de codornas japonesas em crescimento em função das relações entre triptofano e lisina digestível na dieta.

Na fase de postura foi observado efeito quadrático ($P < 0,01$) para produção de ovos por ave alojada com 1 dia de idade, peso dos ovos, ganho de peso até os 110 dias de idade e conversão alimentar por massa de ovos (Figuras 7, 8, 9 e 10). Foram estimadas as relações 0,18 para maior produção de ovos por ave alojada com 1 dia; 0,18 para menor peso de ovos; 0,19 para menor ganho de peso aos 110 dias e 0,19 para pior (0,14 proporcionou melhor resultado) conversão alimentar por massa de ovos (equações: Ovos por ave alojada com 1 dia: $\hat{Y} = 128,540 + 1998,49X - 5474,80X^2$, $R^2 = 0,87$; Peso dos ovos: $\hat{Y} = 15,6769 - 58,5357X + 166,071X^2$, $R^2 = 0,80$; Ganho de peso aos 110 dias: $\hat{Y} = 137,563 - 1011,74X + 2589,29X^2$, $R^2 = 0,84$; Conversão alimentar por massa de ovos: $\hat{Y} = 7,54225 + 115,507X - 298,214X^2$, $R^2 = 0,61$).

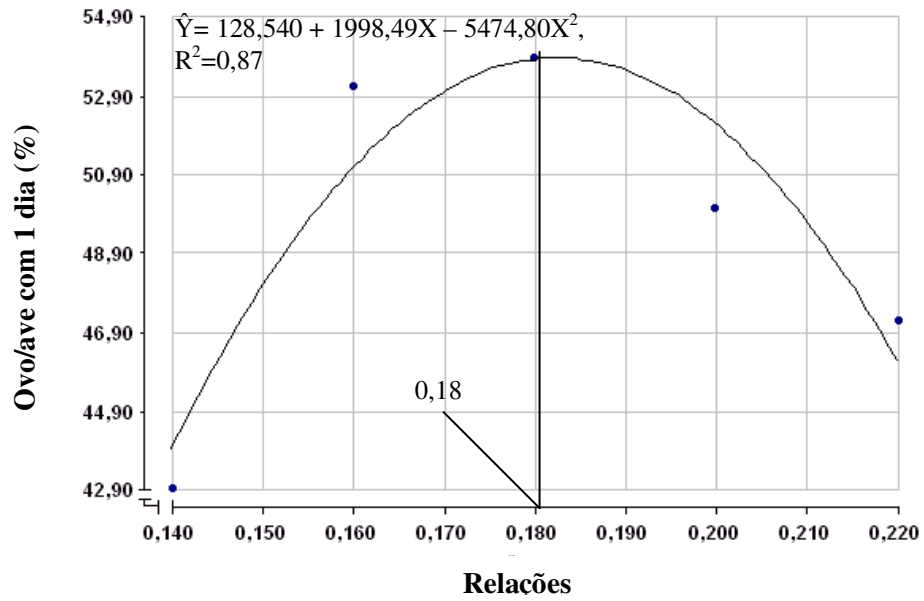


Figura 7: Produção de ovos por ave alojada com um dia de idade em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

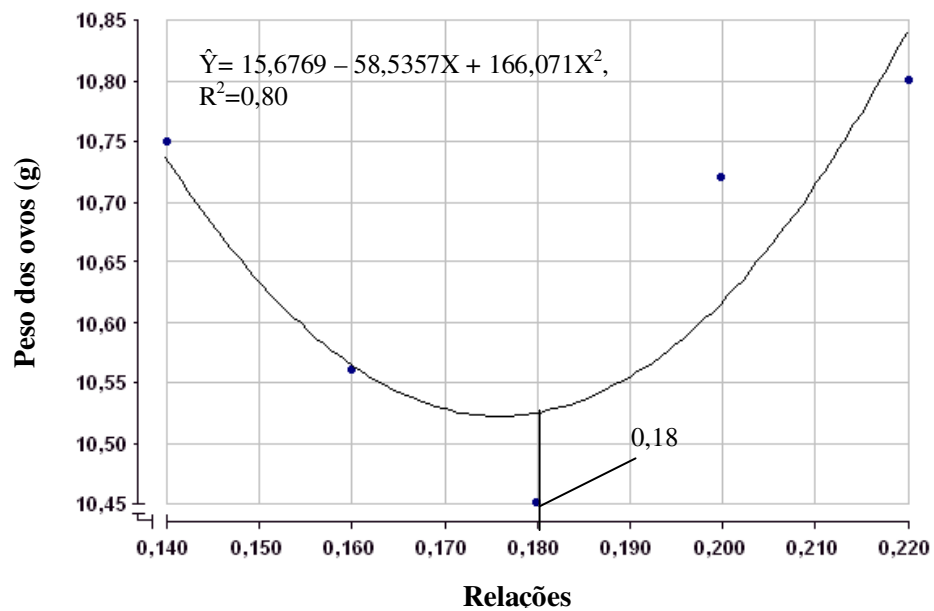


Figura 8: Peso dos ovos de codornas japonesas em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

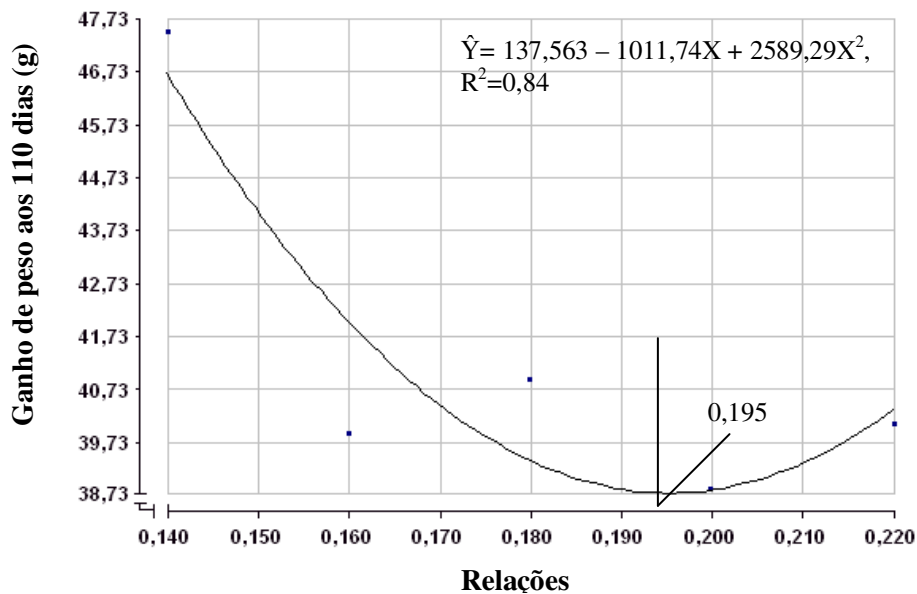


Figura 9: Ganho de peso de codornas japonesas aos 110 dias de idade em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

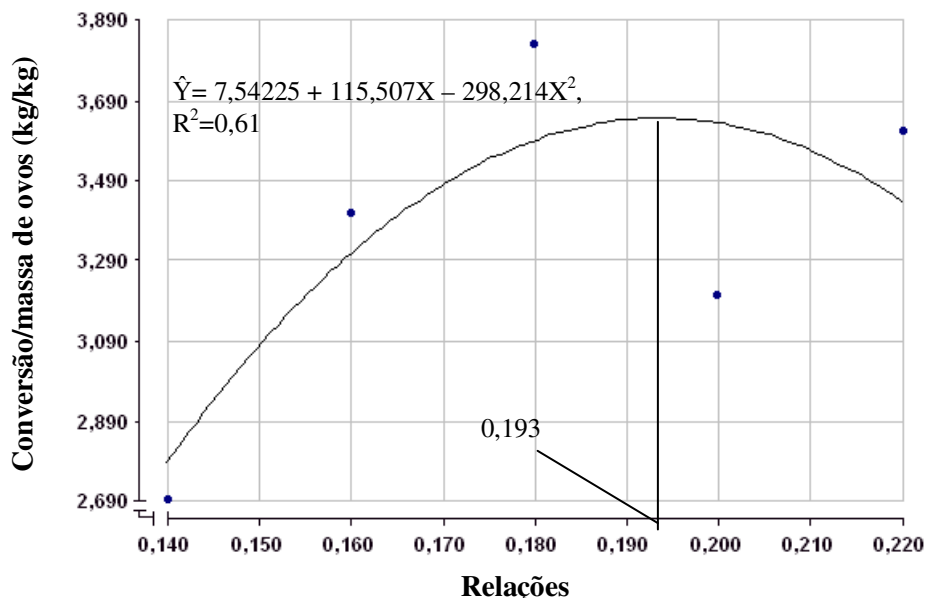


Figura 10: Conversão alimentar por massa de ovos de codornas japonesas em função das relações entre triptofano digestível e lisina digestível na dieta de crescimento.

O consumo de triptofano aumentou e a produção de ovos por ave alojada na fase de postura decresceu de forma linear ($P < 0,01$) com o aumento das relações entre triptofano e lisina (equações: consumo de triptofano: $\hat{Y} = -4,85900 + 139,850 X$, $R^2 = 0,98$; produção

de ovos por ave alojada na fase de postura: $\hat{Y} = 71,0810 - 72,1500 X$, $R^2 = 0,78$).

Os parâmetros da fase de crescimento, uniformidade aos 40 dias, peso de carcaça, porcentagem de pena e deposição de proteína e gordura na carcaça e da fase de postura, produção de ovos por ave ao dia, conversão alimentar por dúzia de ovos, massa de ovos e peso e uniformidade das aves aos 110 dias não apresentaram efeito ($P > 0,05$).

DISCUSSÃO

A relação entre triptofano e lisina digestíveis de 0,20 proporcionou maior peso e ganho de peso das aves aos 40 dias e consumo de ração estimado na fase de crescimento. Este fato pode estar relacionado a funções de neurotransmissores que são influenciados pelo estoque de seus precursores dietéticos, mais especificamente à serotonina formada a partir de triptofano. Como a serotonina está relacionada ao estímulo de ingestão de alimento, maior relação entre triptofano e lisina, proporcionou até a relação 0,20, maior consumo de ração e, por conseguinte, maior crescimento das codornas.

O supracitado pode ser confirmado pelo consumo de triptofano que foi crescente com o aumento das relações, possibilitando mais triptofano e conseqüentemente mais serotonina. Contudo, pelos resultados pode-se inferir que houve um ponto de máxima na relação 0,20 para disponibilização de triptofano para a síntese de serotonina. Isto pode ser explicado devido uma pequena proporção de triptofano servir como precursor para a síntese pelo cérebro, que produz somente 1 a 2% da serotonina corporal (Kerr et al., 2005). Neste sentido as menores relações não proporcionaram triptofano suficiente para crescimento adequado das codornas e, ainda que sendo pequena a exigência deste aminoácido para formação de serotonina, esta pode não ter sido suprida e também, possivelmente houve deficiência de triptofano associado às funções do sistema imune.

Pelo exposto, codornas alimentadas com ração contendo relação 0,14 apresentaram o menor consumo de ração na fase de crescimento, necessitando de maior consumo de ração na fase de postura para obter maior ganho de peso e mesma uniformidade aos 110 dias de idade das demais aves. O efeito negativo da deficiência de triptofano na ingestão voluntária de alimento e no desempenho na fase de crescimento também pode estar relacionado à diminuição da proteína bruta na ração, uma vez que o transporte de triptofano

pelas membranas celulares, tanto no intestino como no cérebro, compete com o transporte dos aminoácidos neutros de cadeia longa (valina, leucina, isoleucina, tirosina e fenilalanina). Assim, menor relação entre triptofano e lisina, mantendo constante a relação desta com os demais aminoácidos, pode ter proporcionado menor quantidade de triptofano metabolizado em serotonina e, conseqüentemente, menor ingestão de ração.

Não foram encontrados na literatura dados sobre relações entre triptofano e lisina na dieta de crescimento com repercussão na fase de postura das codornas. A massa de ovos por estar relacionada à produção de ovos por ave ao dia, não apresentou diferença em função das relações. Porém, codornas que receberam ração contendo relação 0,14 apresentaram melhor conversão alimentar na fase de crescimento e melhor conversão por massa de ovos, maior produção de ovos por ave alojada na fase de postura e viabilidade satisfatória na postura. Apesar disto, estas aves obtiveram baixa viabilidade na fase de crescimento, o que pode estar relacionado ao fato de os produtos formados tanto a partir da oxidação de triptofano quanto de melatonina, serem potenciais reguladores da resposta imune e poderem participar dos efeitos imunossupressores, nos quais a depleção de triptofano tem sido sugerida como principal mecanismo de regulação (Pedrosa, 2007).

Ainda, neste mesmo sentido, pelo envolvimento do triptofano no sistema serotoninérgico e desta forma no comportamento animal, baixa relação entre triptofano digestível e lisina digestível causou maior mortalidade das aves por, possivelmente, além de debilitar o sistema imune, ter acentuado o comportamento agressivo das codornas o que acentua os acidentes em gaiolas. Ferimentos na cabeça são freqüentes na criação de codornas em gaiolas (Cheng, 2002). As agressões ocorrem tanto em condições de criação intensiva como em pequenos grupos de codornas mantidas em sistema semi-intensivo (Schmid & Wechsler, 1997) e podem resultar em sérios ferimentos, alta mortalidade e variabilidade na produção (Jones & Mills, 1999). Alguns estudos têm demonstrado o efeito inibitório da serotonina na agressividade.

As codornas domésticas ainda conservam muitos caracteres de uma ave selvagem, de modo que o confinamento é suficiente para causar um aumento de mortalidade (Ito et al., 2009). Os parâmetros fisiológicos de avaliação do estresse, relação heterófilo/linfócito e concentração plasmática de corticosterona estudados por Rizzo et al. (2008), não diferiram entre os níveis de triptofano avaliados para codornas japonesas em crescimento,

considerando o alojamento inicial a partir dos 30 dias de idade das aves. Contudo, o menor nível de triptofano adotado por estes autores (2,7 g/kg) é superior ao utilizado para a maior relação entre triptofano e lisina no presente estudo (2,36 g/kg). Neste sentido, as menores relações presentemente estudadas podem ter sido, pela deficiência de triptofano, agentes potencializadores de estresse nas codornas.

A relação 0,18, embora não tenha proporcionado melhores resultados de conversão alimentar e peso dos ovos, foi a que possibilitou maior viabilidade das aves na fase de crescimento, proporcionando mais aves na fase de postura e maior produção de ovos por ave alojada a partir de um dia de idade. Codornas alimentadas com rações contendo relação de 0,18 entre triptofano e lisina apresentaram adequado peso de carcaça e deposição de proteína e gordura na carcaça como as demais aves, indicando adequado aporte corporal para a maturidade sexual. Porém, pela maior viabilidade na fase de crescimento, codornas que consumiram ração contendo relação de 0,18 apresentaram produção de ovos por ave alojada com 1 dia de idade 25,4% superior à das aves alimentadas com ração contendo a relação de 0,14.

Pode-se inferir que a redução da proteína bruta da ração, com base no conceito de proteína ideal, a partir do recomendado pelo NRC (1994) de 240 g/kg para 174 g/kg, mantendo a relação entre triptofano digestível e lisina digestível em 0,18, proporcionou crescimento adequado às codornas, consumo normal de ração e menor mortalidade, ou seja, maior viabilidade das aves na fase de crescimento, proporcionando maior número de aves para iniciarem a fase de produção de ovos. Esta relação é superior a do NRC (1994) e de Silva e Costa (2009) de 0,17 e 0,14 respectivamente, inferior a 0,19 recomendada por Rostagno et al. (2011) e similar a 0,18 preconizada por Leeson e Summers (2005).

CONCLUSÃO

A relação entre triptofano digestível e lisina digestível de 0,18 (1,88 g de triptofano / kg e 10,5 g de lisina / kg de ração) na dieta de crescimento, correspondente a um consumo de 20,63 mg de triptofano por ave ao dia, proporciona maior viabilidade das aves na fase de crescimento e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase de postura.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNETT, D.C.; CHENG, K.M.. Exigências nutricionais da codorna japonesa. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2010. Lavras, **Anais...** Lavras, Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2010. p.89-104.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301p.
- BRASIL. LEI 11.794 DE 08 DE OUTUBRO DE 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 9p. 2008.
- CHENG, K.M. Reprodução de codornas: onde estamos indo? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2002. p.79-92.
- CORZO, A.; KIDD, M.T.; THAXTON, J.P. et al. Dietary tryptophan effects on growth and stress responses of male broiler chicks. **British Poultry Science**, v.46, p.478-484, 2005.
- ITO, N.M.K.; MIYAJI, C.I.; MIYAJI, S.O. Redução da Mortalidade na Criação Industrial de Codornas. In: VII Congresso de Produção, Comercialização e Consumo de Ovos, 2009. São Pedro, **Anais...** São Pedro, São Paulo: Associação Paulista de Avicultura, 2009. p.101-109.
- JONES, R.B.; MILLS, A.D. Divergent selection for social reinstatement behaviour in japanese quail: effects on sociality and social discrimination. **Poultry and Avian Biology Review**, v.4, p.213-223, 1999.
- KERR, B. J.; MORAN JR., E. T.; KIDD, M. T. Effect of supplementary tryptophan prior to marketing on carcass quality in broilers. **Journal Applied Poultry Research** v. 14 p.306-314, 2005.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 3.ed. Guelph - Ontario: University Books, 2005. 398 p.
- LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T. FREITAS, C.A.S. et al. Relação metionina + cistina digestível: lisina digestível na dieta de codornas japonesas em recria com repercussão na postura. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. p.213.
- LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T.; Paula, E. et al. Relação entre treonina e lisina na dieta de codornas japonesas em recria com repercussão na fase de postura. . I CONGRESSO

- SOBRE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, ENZIMAS. 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, [2011] (CD-ROM).
- MOFFETT, J. R.; NAMBOODIRI, M. A. Tryptophan and the immune response. **Immunology Cell Biology**, n. 81, v.4. p. 247-265, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of poultry**. National Academy Press, Washington, D. C., p. 44-45, 1994.
- OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2004. Lavras, **Anais...** Lavras, Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.
- PEDROSA, A.M.C. **Triptofano, melatonina e seus produtos de oxidação: ações sobre os linfócitos T**. Viçosa: Universidade de São Paulo, 2007. 157p. Tese (Doutorado em Farmácia) - Universidade de São Paulo, 2007.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1174-1181, 2003.
- REIS, L.F.S.D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa, Agros, 10, 1980. 222p.
- RIZZO, P.V.; GUANDOLINI, G.C.; AMOROSO, L. et al. Triptofano na alimentação de codornas japonesas nas fases de recria e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1017-1022, 2008.
- 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: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SCHMID, I.; WECHSLER, B. Behaviour of japanese quail (*Coturnix japonica*) kept in semi-natural aviaries. **Applied Animal Behaviour Science**, v.55, p.103-112, 1997.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. 3.ed. Jaboticabal – SP: Funep, 2009. 107p.
- SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., Lavras, 2002. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, **Sistema para análises estatísticas- SAEG**, versão 9.1. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- VERCESE, F. **Efeito da temperatura sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas**. Botucatu SP: UNESP, 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista.
- VOHRA, P. A. Review of the nutrition of Japanese Quail. **World Poultry Science Journal**, v.27, p.26-33. 1971.

LISINA DIGESTÍVEL COM BASE EM PROTEÍNA IDEAL PARA CODORNAS JAPONESAS EM CRESCIMENTO

Resumo 1. O experimento foi conduzido para determinar a exigência de lisina digestível, com base no conceito de proteína ideal, na dieta para codornas japonesas na fase de crescimento (1 a 40 dias de idade) com repercussão na fase inicial de postura (41 a 100 dias de idade). Foram utilizadas 800 codornas japonesas com 1 dia de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com 5 níveis de lisina digestível, 8 repetições e 20 aves por unidade experimental.

2. Foi formulada uma ração basal, deficiente em lisina digestível, a base de milho e soja, contendo 200,6 g PB/kg, 12,14 MJ/kg, e 8,8 g lisina digestível/kg. Esta ração basal foi suplementada com L-lisina HCl (78,4%), em substituição ao ácido glutâmico, correspondendo aos níveis de lisina digestível de 8,8 g/kg (sem suplementação de L-lisina), 9,8 g/kg, 10,8 g/kg, 11,8 g/kg e 12,8 g/kg., sendo as dietas isoprotéicas, isocalóricas e isonitrogênicas. Foi avaliado o desempenho das aves nas fases de crescimento e postura.

3. O aumento nos níveis de lisina digestível proporcionou maior peso e ganho de peso das aves aos 40 dias de idade até 12,2 e 12,1 g de lisina/kg. O peso de carcaça aumentou com o acréscimo nos níveis até 11,85 g de lisina/kg e a produção de ovos por ave alojada foi crescente até 12,03 g de lisina/kg. Na fase de crescimento ocorreu aumento linear para porcentagem de pena, deposição de gordura na carcaça, deposição de proteína bruta na carcaça, consumo de ração e consumo de lisina. Houve aumento linear na fase de postura para a produção de ovos por ave ao dia e massa de ovos, decréscimo linear para o ganho de peso das aves até os 100 dias de idade e melhora linear na conversão alimentar por massa de ovos, em função dos níveis de lisina.

4. O nível de 11,85 g de lisina digestível / kg de ração, correspondente ao consumo de lisina de 120,5 mg/ave/dia proporciona melhor peso de carcaça ao final da fase de crescimento e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase inicial de postura.

INTRODUÇÃO

Os animais monogástricos são caracterizados pela necessidade de receberem quantidades específicas de aminoácidos na dieta. As principais fontes destes aminoácidos são as proteínas comumente utilizadas nas rações, além de uma parcela significativa fornecida pela fonte de energia (Bertechini, 2006).

A lisina é considerada aminoácido essencial porque é sintetizada nos tecidos em quantidade insuficiente para atender às necessidades das aves, obrigando o uso de lisina presente na proteína intacta do alimento ou em fontes sintéticas como a L-lisina HCl. A L-lisina HCl possui atividade de L-lisina de 78,4% e 100% de digestibilidade (Baker & Han, 1994). Considerada padrão no conceito de proteína ideal, a lisina vem sendo usada como referência para atualizar as necessidades de outros aminoácidos, por intermédio de relações simples (Silva, 2009).

As principais funções da lisina para as aves em crescimento são as formações dos tecidos ósseo, muscular e precursor da carnitina (Ribeiro et al., 2003). A glicosilação e hidroxilação da lisina têm importante função bioquímica na formação da matriz orgânica do osso em crescimento e as ligações cruzadas entre os resíduos de lisina e hidroxilisina estabilizam a estrutura fibrilar do colágeno e aumentam a força mecânica do osso (Smith et al., 1988). A função principal da lisina é na síntese protéica, sendo que a fase inicial de vida da ave é caracterizada pelo alto desenvolvimento corporal, alta taxa metabólica e baixo consumo de alimento.

Nível inadequado de lisina na dieta pode afetar o crescimento das aves e acarretar pior conformação de carcaça, com codornas apresentando peso inadequado à maturidade sexual ao final da fase de crescimento.

O amadurecimento precoce das codornas induz a necessidade de programas alimentares que maximizem a taxa de crescimento, e o bom desenvolvimento corporal, atingindo o peso ideal à maturidade sexual, permitindo a uniformidade do plantel e garantindo normalidade na fase de produção. Isto porque as condições nutricionais estabelecidas durante o período de crescimento influenciam o desempenho das aves na fase de produção, porém a maioria dos estudos tem sido conduzida para determinar as

exigências nutricionais das aves de postura na fase de produção, sendo escassos os trabalhos para determinar as exigências na fase de crescimento (Pinto et al., 2003).

Pelo exposto, objetivou-se determinar a exigência de lisina digestível, com base no conceito de proteína ideal, na dieta de codornas japonesas em recria com repercussão na fase de postura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Fase de crescimento (1 a 40 dias de idade)

O experimento foi desenvolvido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, tendo início em fevereiro de 2011.

Um total de 800 codornas fêmeas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 1 dia de idade, peso corporal de $7,79 \pm 0,21$ g, foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco níveis de lisina digestível, 8 repetições e 20 aves por gaiola (unidade experimental). Cada gaiola, com o piso de alvenaria forrado com 4 cm de espessura de maravalha, possuía 50 cm de largura e 50 cm de comprimento, proporcionando $125 \text{ cm}^2/\text{ave}$, sendo o piso de alvenaria coberto com 4 cm de maravalha. Para o aquecimento das aves foram utilizadas lâmpadas de 60 w até os 15 dias de idade em cada gaiola. As lâmpadas foram acionadas duas horas antes da chegada do lote para adequar a temperatura da instalação e fornecer o calor necessário às aves.

As gaiolas, instaladas no interior de um galpão, eram de arame galvanizado, sendo cobertas e manejadas com cortina de ráfia nos primeiros 15 dias de idade das aves para manter o aquecimento, o que também foi conseguido com a instalação de cortinas nas laterais do galpão.

Os bebedouros utilizados foram copos de pressão, na proporção de um bebedouro por gaiola. Logo após o alojamento, as codornas foram orientadas quanto à presença de água. A partir dos 12 dias de idade, os bebedouros copo de pressão foram substituídos pelos bebedouros do tipo nipple com copinho, na proporção de um bebedouro por gaiola.

Os comedouros utilizados foram do tipo bandeja, com diâmetro de 18 cm, na proporção de um por gaiola até 12 dias de idade das aves, quando estes foram substituídos por comedouros do tipo calha, posicionados na parte frontal das unidades experimentais.

O programa de iluminação foi de 24 horas de luz artificial (mesmas lâmpadas utilizadas como fonte de aquecimento) até o 15º dia de vida das aves, e posteriormente, até os 40 dias de idade foi utilizado fotoperíodo apenas natural para evitar a maturidade sexual precoce das codornas.

O controle de temperatura e umidade dentro do galpão experimental foi baseado nas mensurações de termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e bulbo úmido, e ainda com base no comportamento das codornas. Os dados de temperatura foram registrados uma vez ao dia (16h) e a umidade registrada duas vezes ao dia, às 09:00h e às 15:00h.

As aves foram submetidas à ração basal, deficiente em lisina digestível, a base de milho e farelo de soja, contendo 200,6 g PB/kg, 12,14 MJ/kg, e 8,8 g lisina digestível/kg (Tabela 1). Esta ração basal foi suplementada com L-lisina HCl (78,4%), em substituição ao ácido glutâmico, correspondendo aos níveis de lisina digestível de 8,8 g/kg (sem suplementação de L-lisina), 9,8 g/kg, 10,8 g/kg, 11,8 g/kg e 12,8 g/kg, sendo as dietas isoprotéicas, isocalóricas e isonitrogênicas. Foram utilizadas as exigências nutricionais, à exceção de proteína bruta, e mantidas as relações aminoacídicas propostas pelo NRC (1994), exceto as relações entre metionina mais cistina digestível e lisina digestível que foi em função de Lima et al. (2010), treonina digestível e lisina digestível que foi de acordo com Lima et al. (2011) e entre triptofano digestível e lisina digestível que foi como estimado por Lima et al. (2011). Para assegurar a ausência de deficiências, foram acrescentados 3% nas exigências de cada aminoácido, exceto lisina digestível. Para a formulação da dieta, foram utilizados os valores nutricionais e de composição química dos ingredientes apresentados em Rostagno et al. (2011).

Aos 40 dias de idade, antes da transferência para as gaiolas de postura, as codornas foram debicadas para prevenção de canibalismo de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008) e aprovado pelo comitê de ética do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 1 – Composição e valor nutricional da ração basal, na matéria natural, para codornas japonesas na fase de crescimento

Ingredientes (g/kg)	Níveis de lisina digestível (g/kg)				
	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8
Milho Moído	650,00	650,00	650,00	650,00	650,00
Farelo de Soja (45%)	293,00	293,00	293,00	293,00	293,00
Calcário	11,70	11,70	11,70	11,70	11,70
Fosfato Bicálcico	10,70	10,70	10,70	10,70	10,70
Sal	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
Mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vitamina ²	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cloreto de Colina (60%)	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Antioxidante ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Coccidiostático ⁴	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L- Lisina (78,8%)	0,00	1,20	2,50	3,70	5,00
DL- Metionina (98,2%)	1,30	2,10	2,90	3,70	4,40
L- Treonina (98%)	0,00	0,10	0,80	1,50	2,20
L- Isoleucina (98%)	0,00	0,30	1,10	1,91	2,70
L- Arginina (98%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95
L- Triptofano (98%)	0,00	0,00	0,30	0,50	0,70
L- Valina (98%)	0,00	0,00	0,30	1,05	1,85
L-Glutâmico	23,50	20,70	15,30	9,30	0,20
Amido	0,60	1,00	2,20	3,74	7,40
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
Composição Calculada					
Energia Metabolizável (MJ/kg)	12,14	12,14	12,14	12,14	12,14
Proteína Bruta g/kg	200,60	200,60	200,60	200,60	200,60
Cálcio g/kg	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Fósforo disponível g/kg	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Sódio g/kg	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Fibra bruta g/kg	27,10	27,10	27,10	27,10	27,10
Aminoácidos digestíveis					
Lisina g/kg	8,80	9,80	10,80	11,80	12,80
Metionina +Cistina g/kg	6,70	7,50	8,20	9,00	9,70
Triptofano g/kg	2,03	2,03	2,28	2,45	2,70
Treonina g/kg	6,35	6,45	7,10	7,79	8,40
Arginina g/kg	11,71	11,71	11,71	11,71	12,65
Isoleucina g/kg	7,31	7,61	8,41	9,22	9,98
Valina g/kg	7,92	7,92	8,22	8,97	9,76

¹ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

² 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: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno.

⁴ Salinomicina 12%

Fase de postura (41 a 100 dias de idade)

Para avaliar a repercussão do crescimento e desenvolvimento das codornas na fase de postura, aos 41 dias de idade as aves foram transferidas para gaiolas de postura, sendo mantidas nestas, as mesmas aves restantes de cada unidade experimental da fase de crescimento.

As aves foram alojadas em gaiolas (unidade experimental) de arame galvanizado, dispostas em escada, com as dimensões de 50 x 34 cm, equipadas com comedouros do tipo calha, posicionados na parte frontal de cada gaiola e bebedouros do tipo nipple. Cada unidade experimental forneceu no mínimo 106,2 cm² /ave, quando não houve mortalidade na respectiva unidade experimental durante a fase de recria. O programa de luz foi de 16 horas diárias, permanecendo o mesmo até o término do período experimental. Este fornecimento de luz foi controlado por um timer, que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

O controle de temperatura e umidade dentro do galpão experimental foi baseado nas mensurações de termômetros de máxima e mínima e de bulbo seco e bulbo úmido, e ainda com base no comportamento das codornas. Os dados de temperatura foram registrados uma vez ao dia (16h) e a umidade registrada duas vezes ao dia, às 09:00h e às 15:00h

Na fase de postura as codornas foram alimentadas com ração única à base de milho e soja (Tabela 2), formulada para atender as exigências nutricionais apresentadas, assim como a composição química e os valores nutricionais dos ingredientes utilizados para a formulação da dieta, em Rostagno et al. (2011).

Tabela 2: Composição e valor nutricional da dieta, na matéria natural, para codornas na fase de postura

Ingredientes	g/kg
Milho moído	581,2
Farelo de soja (45%)	313,8
Calcário	71,1
Fosfato bicálcico	11,0
Óleo de soja	12,0
Sal comum refinado	3,3
Mistura mineral ¹	0,5
Mistura vitamínica ²	1,0
DL- Metionina (98,2%)	3,0
L-Lisina HCL (78,8%)	2,0
Antioxidante ³	0,1
Cloreto de colina (60%)	1,0
Total	1000,0
Composição calculada	
Energia metabolizável (MJ/kg)	11,72
Proteína bruta, g/kg	193,1
Lisina, g/kg	10,80
Metionina+cistina, g/kg	8,64
Triptofano, g/kg	2,26
Treonina, g/kg	5,93
Cálcio, g/kg	30,90
Fósforo disponível, g/kg	3,00
Sódio, g/kg	1,45
Fibra, g/kg	27,00

¹ Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

² 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: 20.000mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

³ Butil-hidróxi-tolueno

Parâmetros avaliados

O consumo de ração foi medido semanalmente. No caso de aves mortas, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental.

A conversão alimentar na fase de crescimento foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso corporal acumulado no período (kg de ração/kg de

ganho de peso).

Todas as aves foram pesadas ao início e ao término da fase de crescimento e da fase de postura, para determinação do peso aos 40 e 110 dias e do ganho de peso dos animais em cada fase.

Para a determinação da viabilidade das aves na fase de crescimento e postura, o número de codornas mortas foi anotado diariamente. A mortalidade das aves foi subtraída do número total de aves vivas na fase de crescimento e de postura, sendo os valores obtidos no final do período, convertidos em percentagem.

Todas as aves foram pesadas para determinação da uniformidade em cada unidade experimental, na fase de crescimento e de postura, sendo expressa como a porcentagem dos pesos individuais que estavam dentro dos 10% da média atual da unidade.

Aos 40 dias de idade, foram sacrificadas duas codornas dentro do peso médio de cada unidade experimental. O abate das aves foi de acordo com o protocolo para uso de animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. As aves foram depenadas a seco e as penas foram pesadas para cálculo do empenamento. Posteriormente foram evisceradas, resfriadas, congeladas e moídas, para determinação dos teores de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta, segundo descrito em Silva e Queiroz (2002).

A deposição de proteína e gordura corporal foi calculada por meio do abate feito a parte de um grupo adicional de 50 codornas de um dia de idade. Estas foram comparadas com aquelas codornas abatidas ao término da fase de crescimento. Para o cálculo final da deposição de proteína e gordura corporal, corrigiu-se o valor encontrado na amostra, para o peso médio do animal vivo em cada unidade experimental, segundo Pinto et al. (2003).

A produção média de ovos no período foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais, sendo expressa sobre o número de aves do período (ovo produzido/ ave/dia) e, sobre o número de aves alojadas no início do experimento (ovo produzido/ave - alojada).

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

Todos os ovos íntegros produzidos nos três últimos dias de cada semana, durante todo o período experimental, em cada repetição, foram pesados e o peso total obtido foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período, esta massa total foi dividida pelo número total de aves do período e também pelo número de dias do período, sendo expressa em gramas de ovo por ave por dia (g ovo/ ave/ dia).

Análises estatísticas

Os efeitos dos tratamentos foram estimados por meio de análise das variáveis pelos modelos de regressão linear, quadrática e *Linear Response Plateau (LRP)*, conforme melhor ajustamento obtido para cada variável e considerando o comportamento biológico das aves. Os parâmetros foram submetidos a análises estatísticas de acordo com o programa Sistema para Análises Estatísticas - SAEG (2007), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa.

RESULTADOS

Na fase de crescimento, as codornas necessitam de ambiente termo-higrométrico ideal de 38°C e 65% de umidade relativa na primeira semana de vida; de 32°C e 60% de umidade relativa na segunda semana e a partir dos 15 dias de idade, as codornas não requerem mais aquecimento artificial, pois apresentam bom empenamento, com temperatura máxima e mínima ideal de 31°C e 19°C e 60% de umidade relativa (Vohra Pran, 1971; Reis, 1980; Singh & Narayam, 2002; Pinto et al., 2003). Na fase adulta a faixa de conforto térmico das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar, entre 65 e 70% (Oliveira, 2004).

Considerando as informações da literatura, as mensurações das temperaturas máxima e mínima e a umidade relativa do ar nas unidades experimentais (Tabela 3), assim como o comportamento das codornas, verificou-se que, de maneira geral, as aves obtiveram ambiente adequado de temperatura e umidade. Por outro lado, ficaram expostas a condições de estresse por calor durante certo período do dia. Contudo, este fato não indica ter

influenciado a produção das codornas, visto que o desempenho esteve dentro da faixa considerada normal para a espécie.

Tabela 3: Temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão experimental

Idade das aves (dias)	Temperatura do ar (°C)		Umidade relativa (%)	
	Máxima	Mínima	09:00h	15:00h
1-7	40,8±1,2	31,1±4,1	76,5 ± 4,5	59,5±10,5
8-14	36,2±0,6	32,2±3,1	71,7±6,4	54,0±4,5
15-40	32,4±1,6	23,2±2,5	76,3±3,7	56,0±10,0
41-100	28,6±2,0	20,7±1,8	79,0±4,5	68,6±8,9

Ainda que o peso e ganho em peso das aves aos 40 dias, o peso de carcaça, a produção de ovos por ave alojada e a conversão alimentar por dúzia de ovos tenham aumentado linearmente, o *LRP* foi que se ajustou melhor aos dados (Tabela 4).

Tabela 4: Desempenho de codornas japonesas em recria com repercussão na fase de postura em função dos níveis lisina digestível na dieta de recria

Parâmetros	Níveis de lisina digestível (g/kg)					CV (%)
	8,8	9,8	10,8	11,8	12,8	
Fase de crescimento (1 a 40 dias de idade)						
Peso aos 40 dias (g) ²	124,99	123,90	128,22	133,41	133,15	2,1
Ganho de peso aos 40 dias (g) ²	117,21	116,15	120,44	125,68	125,20	2,2
Peso de carcaça (g) ²	103,37	100,99	106,28	114,47	112,26	5,7
Porcentagem de pena (%) ¹	5,06	5,14	5,17	5,59	5,92	16,3
Deposição de gordura (g/dia) ¹	0,10	0,11	0,13	0,19	0,21	21,5
Deposição de proteína (g/dia) ¹	0,53	0,52	0,55	0,61	0,62	8,4
Consumo de ração (g/dia) ¹	9,62	9,63	10,14	10,21	10,55	5,4
Conversão alimentar (g/g) ^{ns}	3,28	3,32	3,37	3,25	3,37	4,7
Consumo de lisina (mg/ave/dia) ¹	84,71	94,44	109,59	120,54	135,10	5,4
Uniformidade aos 40 dias (%) ^{ns}	81,36	81,86	85,32	82,35	90,34	11,4
Viabilidade das aves (%) ^{ns}	91,25	93,12	95,62	93,12	92,50	6,0
Fase de Postura (41 a 100 dias de idade)						
Produção de ovos por ave dia (%) ¹	58,51	57,38	60,31	64,17	64,41	10,5
Produção de ovos/ave/alojada (%) ²	58,21	57,08	60,03	64,01	63,36	11,3
Consumo de ração (g/dia) ^{ns}	20,92	20,11	20,66	21,02	21,28	5,4
Peso dos ovos (g) ^{ns}	11,01	10,86	11,01	11,00	11,04	2,8
Massa de ovos (g/ave/dia) ¹	6,44	6,23	6,65	7,06	7,11	11,0
Conversão alimentar / dúzia (kg/dz) ²	0,434	0,423	0,411	0,393	0,400	7,6
Conversão alimentar/massa ovos (kg/kg) ¹	3,24	3,27	3,24	2,94	2,98	10,4
Peso aos 100 dias (g) ^{ns}	171,99	168,36	169,45	172,50	170,80	3,7
Ganho de peso aos 100 dias (g) ¹	47,00	44,46	41,23	39,08	37,64	15,2
Uniformidade aos 100 dias (%) ^{ns}	74,18	78,68	76,17	78,36	82,99	15,4
Viabilidade das aves (%) ^{ns}	98,61	98,43	98,53	99,30	97,10	3,3

¹Efeito linear (P<0,01); ²LRP (P<0,01); ^{ns}Efeito não significativo (P≥0,05).

O aumento nos níveis de lisina digestível proporcionou (P<0,01) maior peso e ganho de peso das aves aos 40 dias de idade até 12,2 e 12,1 g de lisina/kg, conforme as equações: peso aos 40 dias: $\hat{Y} = 97,1626 + 29,5800 X$, $R^2 = 0,80$; $y = 12,16$ (Figura 1); ganho de peso até os 40 dias: $\hat{Y} = 89,2790 + 297000 X$, $R^2 = 0,80$; $y = 12,09$ (Figura 2), respectivamente.

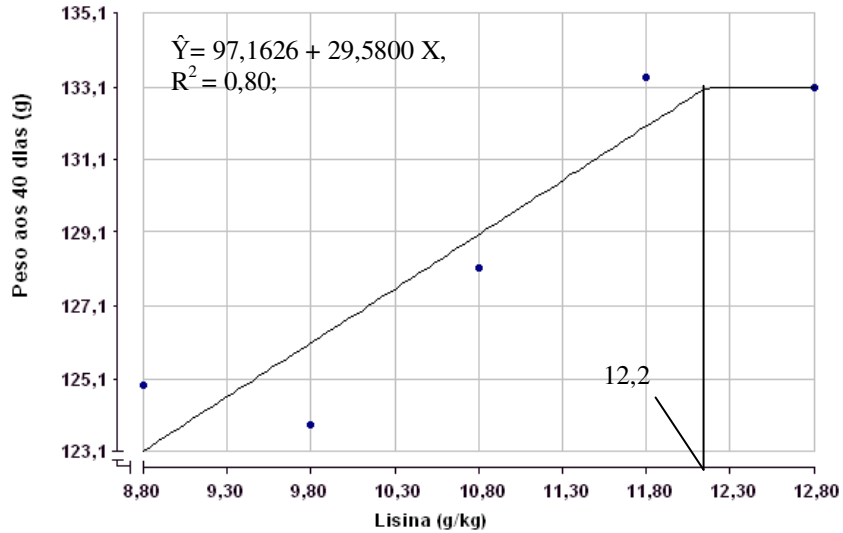


Figura 1: Peso de codornas japonesas aos 40 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível na dieta de crescimento.

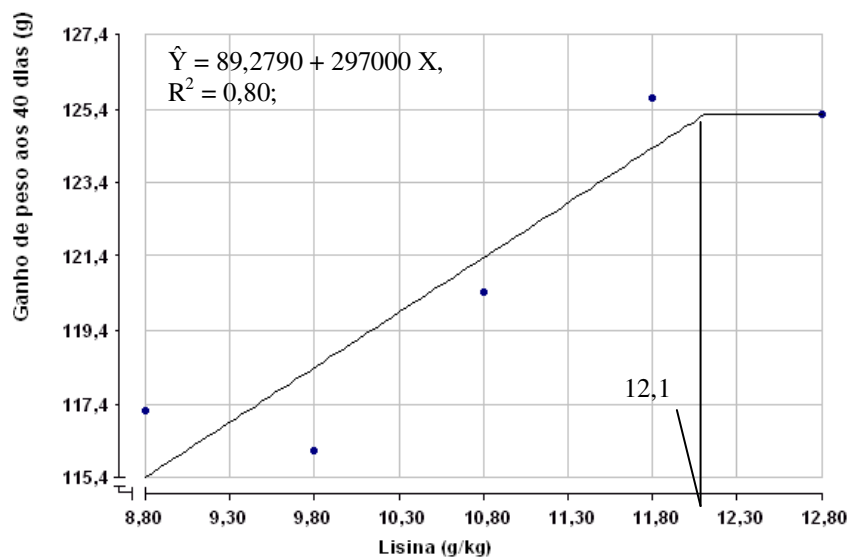


Figura 2: Ganho de peso de codornas japonesas aos 40 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível na dieta de crescimento.

O peso de carcaça aumentou com o acréscimo nos níveis até 11,85 g de lisina/kg, de acordo com a equação $\hat{Y} = 66,5298 + 38,5900 X$, $R^2 = 0,72$; $y = 11,85$ (Figura 3). A produção de ovos por ave alojada foi crescente até 12,03 g de lisina/kg, conforme a equação $\hat{Y} = 38,8720 + 20,3500 X$, $R^2 = 0,75$; $y = 12,03$ (Figura 4); e a conversão alimentar por dúzia de ovos melhorou até o nível de 11,43 g de lisina/kg, conforme a equação $\hat{Y} = 0,554300 - 0,135000 X$, $R^2 = 0,99$; $y = 11,43$ (Figura 5).

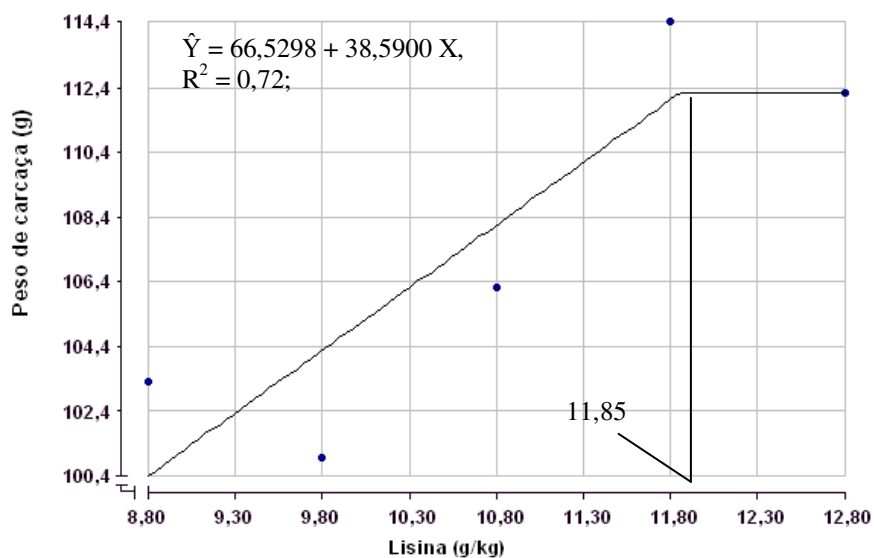


Figura 3: Peso de carcaça de codornas japonesas aos 40 dias de idade em função dos níveis de lisina digestível na dieta de crescimento.

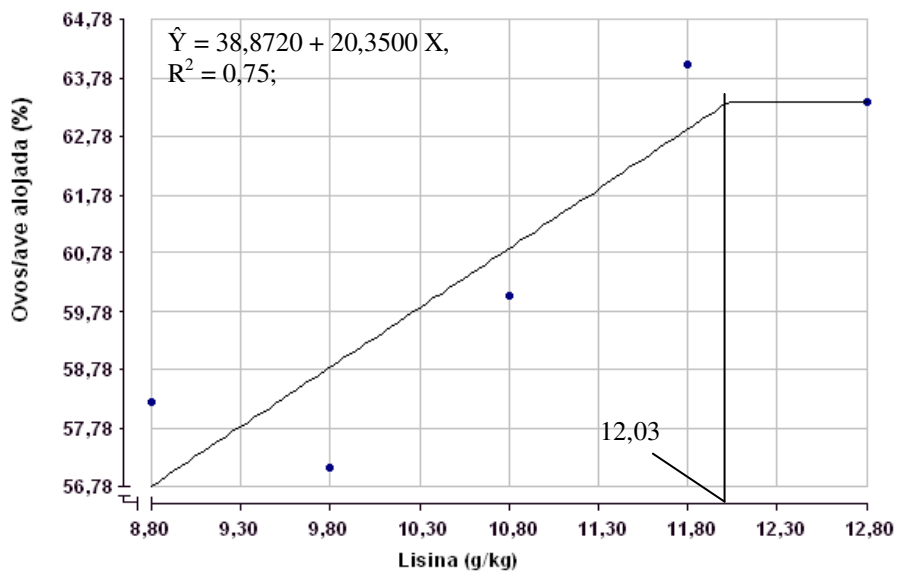


Figura 4: Produção de ovos por ave alojada em função dos níveis de lisina digestível na dieta de crescimento.

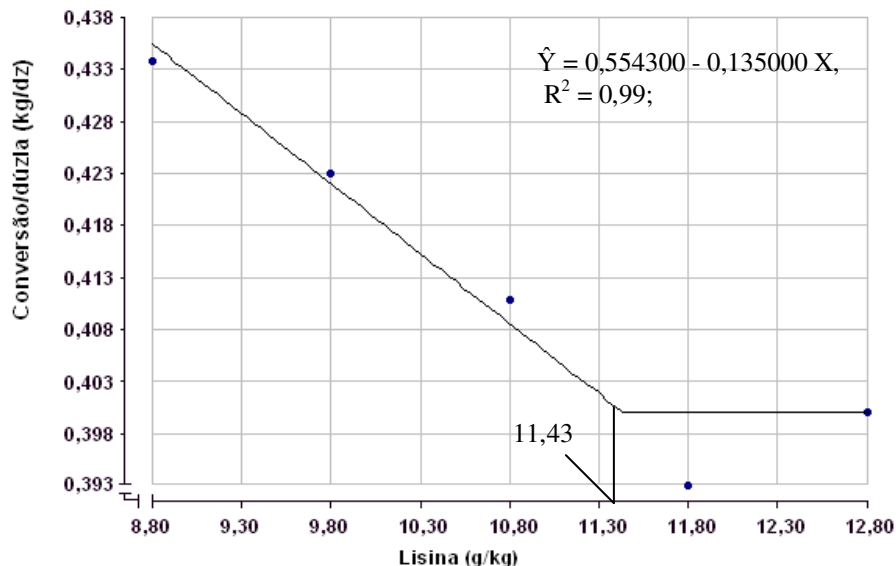


Figura 5: Conversão alimentar por dúzia de ovos de codornas japonesas em função dos níveis de lisina digestível na dieta de crescimento.

Na fase de crescimento ocorreu efeito linear crescente ($P < 0,05$) para porcentagem de pena ($\hat{Y} = 3,03240 + 0,217000 X$, $R^2 = 0,87$), também aumento linear ($P < 0,01$) para deposição de gordura na carcaça ($\hat{Y} = - 0,176000 + 0,0300000 X$, $R^2 = 0,93$), deposição de proteína bruta na carcaça (equação: $\hat{Y} = 0,274400 + 0,270000 X$, $R^2 = 0,86$), consumo de ração ($\hat{Y} = 7,39480 + 0,244000 X$, $R^2 = 0,93$) e consumo de lisina ($\hat{Y} = - 28,1544 + 12,6880 X$, $R^2 = 0,99$).

Houve aumento linear ($P < 0,01$) na fase de postura para a produção de ovos por ave ao dia ($\hat{Y} = 40,8788 + 1,85900 X$, $R^2 = 0,83$) e massa de ovos ($\hat{Y} = 4,3544 + 0,217000 X$, $R^2 = 0,80$), decréscimo linear ($P < 0,01$) em função dos níveis de lisina para o ganho de peso das aves até os 100 dias de idade ($\hat{Y} = 67,9100 - 2,41000 X$, $R^2 = 0,98$) e diminuição linear ($P < 0,05$) na conversão alimentar por massa de ovos ($\hat{Y} = 4,05200 - 8,50000 X$, $R^2 = 0,71$).

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de lisina na fase de crescimento sobre a conversão alimentar e a uniformidade das aves aos 40 dias e, na fase de postura, sobre o consumo de ração, o peso dos ovos, a viabilidade das aves e peso e uniformidade das aves aos 100 dias de idade.

DISCUSSÃO

Codornas mais pesadas apresentaram maior produção de ovos por ave ao dia, contudo, obtiveram também, maior consumo de ração na fase de crescimento. O consumo de lisina aumentou em função do maior consumo de ração e do aumento nos níveis de lisina na dieta. Por outro lado na fase de postura, não houve diferença para o consumo de ração, mas as aves que receberam menores níveis de lisina e ingeriram menos ração na fase de crescimento, precisaram atingir peso adequado à maturidade sexual, como as demais, apresentando, portanto, maior ganho de peso até os 100 dias de idade, havendo desvio de nutrientes da ração para conformação corporal, prejudicando assim a produção de ovos.

Ton et al. (2011) verificaram que o peso corporal de codornas de corte aos 35 dias de idade aumentou linearmente com o aumento dos níveis de lisina digestível. Por outro lado, Moura et al. (2007) não encontraram efeito de níveis de lisina total sobre nenhuma das características de desempenho de codornas japonesas em crescimento. Segundo estes autores, apesar da codorna aumentar a sua massa corporal em aproximadamente 10 vezes nos primeiros 21 dias, esse ganho de massa é devido à maior síntese de tecido ósseo do que propriamente de hipertrofia muscular.

O nível de lisina da dieta está também relacionado à composição química da carcaça, sendo que níveis altos desse aminoácido proporcionam maiores porcentagens de deposição de proteína (Summers et al., 1992). Considerando a função da lisina para aves em crescimento na formação dos tecidos ósseo e muscular, sendo aminoácido majoritário em proteínas da musculatura, o nível de 11,85 g/kg, que proporcionou maior peso de carcaça das codornas, está relacionado à aptidão destas aves à maturidade sexual. Codornas alimentadas com ração contendo 11,8 g de lisina/kg apresentaram relação de deposição de gordura e proteína de 0,31, enquanto as aves que consumiram ração com 12,8 g de lisina/kg obtiveram relação entre gordura e proteína de 0,34.

A menor relação de deposição de gordura e proteína na carcaça, ocorrida em codornas alimentadas com os níveis de 8,8, 9,8 e 10,8 g de lisina/kg proporcionou uma produção de ovos por ave ao dia consideravelmente menor que as aves alimentadas com os níveis de 11,8 e 12,8 g de lisina/kg. Contudo, a produção de ovos por ave ao dia foi somente 0,37% maior nas codornas que ingeriram ração com 12,8 g de lisina/kg, mas a

relação entre gordura e proteína foi 8,85% superior à proporção de deposição de gordura e proteína na carcaça das aves alimentadas com 11,8 g de lisina/kg. Pelo exposto, pode-se inferir que a referida maior proporção de gordura na carcaça, poderia prejudicar o desempenho das aves com o aumento da idade destas, propiciando menor viabilidade e por conseguinte, menor produção de ovos por ave ao dia e, principalmente, por ave alojada, visto que este parâmetro de produção de ovos aumentou até o nível de 12,03 g de lisina/kg de ração.

Dentre os fatores nutricionais associados à formação das penas, têm-se a proteína total da dieta e aminoácidos específicos como a cistina, metionina e lisina. Assim, menores níveis de lisina na dieta ocasionaram menor porcentagem de penas nas codornas. Contudo, o menor empenamento (percentual em relação ao peso vivo das aves) provavelmente está relacionado ao maior ganho em conformação corporal das codornas, com maior deposição de proteína muscular e formação óssea associados à maior disponibilidade de lisina na dieta. Grau et al. (1989) sugeriram que a deficiência de lisina durante os estágios críticos de crescimento de perus, galinhas e codornas japonesas resultaria em penas brancas ao invés do bronze escuro normal, fato que não foi observado no presente estudo.

Ainda que a conversão alimentar na fase de crescimento não tenha sido influenciada pelos níveis de lisina, o nível de 11,8 g de lisina/kg resultou, em valor absoluto, numa conversão alimentar 3,6% melhor que o nível de 12,8 g de lisina/kg. A massa de ovos foi crescente com o acréscimo nos níveis de lisina em função do aumento ocorrido na produção de ovos por ave ao dia, visto que o peso dos ovos não variou. Neste sentido, a conversão alimentar por massa de ovos apresentou o mesmo resultado, corroborando para o fato já mencionado das aves que ingeriram ração contendo menor nível de lisina na fase de crescimento terem direcionado parte dos nutrientes da ração para conformação corporal. A melhora na conversão alimentar por dúzia de ovos acompanhou o aumento na produção destes, contudo, em função do comportamento uniforme para o consumo de ração na fase de postura, a conversão alimentar foi otimizada até o nível de 11,43 g de lisina/kg. Não foram encontrados na literatura dados sobre níveis de lisina na dieta de crescimento com repercussão na fase de postura das codornas.

Um nível adequado de lisina para a fase de crescimento é necessário, pois seus níveis marginais podem proporcionar menor uniformidade do lote, comprometendo o

resultado final de desempenho (Schutte et al., 1994). Ainda que a uniformidade e a viabilidade das aves não tenham apresentado diferença em função dos níveis de lisina, dietas com 11,85 g de lisina/kg proporcionaram maior peso de carcaça, possibilitando melhor desempenho das codornas na fase de postura.

Silva e Costa (2009) recomendam para codornas japonesas 12,5 g de lisina total/kg e 11,0 g de lisina digestível/kg para a fase de crescimento. À base de aminoácidos totais o recomendado no NRC (1994) é de 13,0 g/kg e, por Lázaro (2005) de 16,0 g/kg. Svach et al. (1970) sugeriram 13,7 g de lisina total/kg de ração com 260,0 g de proteína bruta/kg, para codornas de 0 a 3 semanas de idade e Shrivastav et al. (1984) recomendaram 13,0 g de lisina total/kg de ração com 270,0 g de proteína bruta/kg para a fase de crescimento. Leeson e Summers preconizaram 13,0 g de lisina total/kg para uma dieta com 280 de proteína bruta/kg. Os referidos valores, tanto na base de aminoácidos totais quanto digestíveis são superiores ao determinado neste estudo, que foi similar ao sugerido por Pinto et al. (2003), ou seja, 11,8 g de lisina digestível/kg. Moura (2007) recomendou um nível mais baixo de lisina, relatando que 9,0 g de lisina total/kg atenderam às exigências das codornas durante a fase de crescimento (1 a 42 dias). Mais recentemente foram sugeridos 11,2 g de lisina digestível/kg com 220,0 g de proteína bruta/kg de ração para codornas na fase de crescimento (Rostagno, 2011).

A redução da proteína bruta da dieta de 240,0 g/kg recomendada pelo NRC (1994), para 200,6 g/kg, mantendo o conceito de proteína ideal e o nível de lisina de 11,85 g/kg, demonstrou ser viável e adequado para uso nas rações de codornas japonesas em função do genótipo destas atualmente adotado nas criações brasileiras.

CONCLUSÃO

O nível de 11,85 g de lisina digestível / kg de ração, correspondente ao consumo de lisina de 120,5 mg/ave/dia, proporciona melhor peso de carcaça ao final da fase de crescimento e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase de postura.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, D. H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science Journal**. v. 73, n. 9, p. 1441 – 1447. 1994.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301p.
- BRASIL. LEI 11.794 DE 08 DE OUTUBRO DE 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 9p. 2008.
- LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T. FREITAS, C.A.S. et al. Relação metionina + cistina digestível: lisina digestível na dieta de codornas japonesas em recria com repercussão na postura. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010. p.213.
- LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T.; ALMEIDA, R.L. et al. Relação entre triptofano e lisina na dieta de codornas japonesas em recria com repercussão na fase inicial de postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48,. 2011, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2011] (CD-ROM).
- LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T.; PAULA, E. et al. Relação entre treonina e lisina na dieta de codornas japonesas em recria com repercussão na fase de postura. In: I CONGRESSO SOBRE ADITIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, ENZIMAS. 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, [2011] (CD-ROM).
- GRAU, C. R., T. E. ROUDYBUSH, P. VOHRA et al. Obscure relations of feather melanization and avian nutrition. **Worlds Poultry Science Journal**. v. 45. p.241–245. 1989.
- LÁZARO, R.; SERRANO, M.P.; CAPDEVILA, J. Nutrición y Alimentación de Avicultura Complementaria: Codornices. XXI Curso de Especialización – FEDNA, Madrid, p. 369-408. 2005.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 3.ed. Guelph - Ontario: University Books, 2005. 398 p.
- MOURA, A.M.A.; SOARES, R.T.R.N.; FONSECA, J.B. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas (*Coturnix japonica*) na fase de cria. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**. v.31, n.4, p.1191-1196, 2007.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of poultry**. National Academy Press, Washington, D. C., p. 44-45, 1994.
- OLIVEIRA, B. L. Importância do manejo na produção de ovos de codornas. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 2004. Lavras, **Anais...** Lavras, Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.91-96.
- PINTO, R. **Exigências nutricionais de metionina + cistina e lisina para codornas japonesas na fase de recria e postura**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 90p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1174-1181, 2003.
- REIS, L.F.S.D. **Codornizes, criação e exploração**. Lisboa, Agros, 10, 1980. 222p.
- RIBEIRO, M.L.G., VILAR DA SILVA, J.H., OLIVEIRA DANTAS, M. et al. Exigências Nutricionais de Lisina para Codornas durante a Fase de Postura, em Função do Nível de Proteína da Ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.1, p.156-161. 2003.
- 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: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SCHUTTE, J.B., JONG, J. BERTRAM, H. L. Requirement of the laying hen for sulfur amino acids. **Poultry Science**, v.73, n.2, p.274-280. 1994.
- SHRIVASTAV, A .K., PANDA, B., AHUJA, S.D. Lysine Requirement of Grower Quail. **Indian Journal of Poultry Science**. v.19, p. 61-62. 1984.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 2002. 235p.
- SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. 3.ed. Jaboticabal – SP: Funep, 2009. 107p.
- SINGH, R.V.; NARAYAN, R. Produção de codornas nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., Lavras, 2002. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.27-36.
- SMITH, E.L.; HILL, R.L.; LEHMAN, I.R. **Bioquímica dos mamíferos**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan. 1988. 620p.
- SUMMERS, J. D.; SPRATT, D.; ATKINSON, J. L. Broiler weight gain and carcass composition when fed diets varying in amino acid balance, dietary energy, and protein level. **Poultry Science**, v. 71, n. 2, p. 263-271, 1992.
- SVACH, A.; WEBER, C.W.; REID, B.L. Lysine, methionine and glycine requirements of Japanese quail to five weeks of age. **Poultry Science**. v.49, n.1, p.54-59, 1970.
- TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.593-601, 2011.

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

VOHRA, P. A. Review of the nutrition of Japanese Quail. **World Poultry Science
Journal**. v.27, p.26-33. 1971.

CONCLUSÕES GERAIS

As relações, na dieta de crescimento, entre metionina mais cistina e lisina digestíveis de 0,73, entre treonina e lisina digestíveis de 0,63, entre triptofano e lisina digestíveis de 0,18 e o nível de lisina digestível de 11,85 g / kg proporcionam melhor crescimento e desempenho satisfatório de codornas japonesas na fase de postura.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Campus Universitário – Viçosa, MG – 36570-000 – Telefone: (31) 3899.2262 – Fax: (31) 3899.2275 – e-mail: dzo@ufv.br

Comitê de Ética para Uso de Animais/DZO

Viçosa, 16 de Setembro de 2011

CERTIFICADO

O Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa certifica que o **processo nº 13/2011**, intitulado **“Exigência de lisina e relações aminoácídicas com a lisina para codornas japonesas na fase de recria com repercussão na fase inicial de postura”**, coordenado pelo **Prof(a). Sérgio Luiz de Toledo Barreto**, está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e com a legislação vigente, tendo sido aprovado por este Comitê em **13/Set/2011**.

CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use of Animal Science Department/Universidade Federal de Viçosa certify that the **process number 13/2011**, named **“Lysine requirement and relationships between amino acid and lysine to Japanese quail in the growing phase with repercussion on the egg production”**, coordinated by **Prof(a). Sérgio Luiz de Toledo Barreto**, is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA) and with actual Brazilian legislation. This Institutional Committee approved this process on **Sep, 13th, 2011**.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marcos Inácio Marcondes', written over a horizontal line.

Marcos Inácio Marcondes
Presidente do CEUA/DZO/UFV