

RENATA DE SOUZA REIS

**RELAÇÃO METIONINA MAIS CISTINA COM LISINA EM DIETAS PARA
CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

RENATA DE SOUZA REIS

**RELAÇÃO METIONINA MAIS CISTINA COM LISINA EM DIETAS PARA
CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA**

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

APROVADA: 27 de julho de 2009

Prof. Paulo Cezar Gomes

(Co-orientador)

Prof. Eduardo Arruda Teixeira Lanna

Prof. Rogério Pinto

Prof^a. Cristina Mattos Veloso

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto

(Orientador)

A Deus, por ter me dado forças e coragem de tentar
Aos meus pais Itamar e Maria pelo amor, apoio e incentivo
Aos meus irmãos Rodrigo e Rodolfo
Ao meu tio Cleber e minha avó Zilda
Dedico.

AGRADECIMENTOS

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

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À empresa Ajinomoto pela doação dos aminoácidos para a realização do experimento.

Ao professor, orientador e amigo Sérgio Luiz de Toledo Barreto pelos ensinamentos e pela confiança.

Ao professor Paulo Cezar Gomes pela orientação e pelo auxílio, atenção e sugestões.

Ao professor Horácio Santigo Rostagno pelos ensinamentos e ajuda de sempre.

Ao professor Aloízio Soares Ferreira pelos ensinamentos e ajuda na condução do experimento.

Aos estagiários: Paola, Fabiana e Matheus pela dedicação, seriedade e amizade.

Aos amigos Simone, Manoel, Daniel, Regina, Carlão, Gracinha, Aline, Glob, Heder e Sanely pela ajuda e compreensão no decorrer do desse tempo.

Aos funcionários do setor de Avicultura - DZO, da Universidade Federal de Viçosa, Mauro, Elísio, Adriano, José Lino, Barreto, Eudes, Xulipa, Tião pelo auxílio, colaboração e amizade.

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

A todos que tenham contribuído de alguma forma direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

RENATA DE SOUZA REIS, filha de Itamar Cesário Reis e Maria Aparecida de Souza Reis, nasceu em Belo Horizonte - Minas Gerais, no dia 08 de novembro de 1982.

Em março de 2003, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em janeiro de 2008.

Em março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, tendo na área de nutrição e produção de animais monogástricos, submetendo-se a defesa de tese em 27 julho de 2009.

ÍNDICE

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Metabolismo dos aminoácidos metionina mais cistina em aves.....	3
2.2. Uso do conceito de proteína ideal e efeito de níveis de lisina na dieta sobre o desempenho de codornas japonesas na fase de produção.....	5
2.3. Efeitos dos níveis de suplementação de metionina mais cistina na dieta de codornas japonesas na fase de produção.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.1 .Consumo de ração e produção de ovos	18
4.2 . Peso do ovo, massa de ovos e conversão alimentar	21
4.3 . Viabilidade e variação de peso corporal.....	25
4.4.Componentes dos ovos	26
4.5- Diâmetro e altura dos ovos e gravidade específica.....	29
5.CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
7. APÊNDICE	37

RESUMO

REIS, Renata de Souza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2009. **Relação metionina mais cistina com lisina em dietas para codornas japonesas em postura.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-orientadores: Horácio Santiago Rostagno e Paulo Cezar Gomes.

Foi conduzido um experimento no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, com o objetivo de estabelecer a relação de metionina mais cistina digestível com lisina digestível para codornas japonesas na fase de postura. Foram utilizadas 480 codornas fêmeas, com idade inicial de 65 dias, distribuídas em delineamento em blocos casualizados com seis tratamentos, dez repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiam de uma ração basal deficiente em metionina mais cistina (0,65%), com 19,6% de proteína bruta e 2800 kcal de energia metabolizável/kg, suplementada com seis níveis de DL-Metionina 98% (0,116; 0,167; 0,218; 0,269; 0,320 e 0,371%), correspondendo à relação metionina mais cistina digestível com lisina digestível de 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85 e 0,90, sendo a lisina digestível fixada em 1,00%. Os parâmetros estudados foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos por ave dia (%), produção de ovos por ave alojada (%), produção de ovos comercializáveis (%), peso do ovo (g), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (kg de ração/kg de ovos), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg de ração/dz de ovos), viabilidade das aves (%), variação do peso corporal (g), peso dos componentes dos ovos (gema (g), albúmen (g) e casca (g)), porcentagem dos componentes dos ovos (%), diâmetro dos ovos (mm) e altura e gravidade específica (g/cm³). Observou-se efeito linear crescente para consumo de ração, diâmetro dos ovos, peso da casca e porcentagem de gema. Para porcentagem de casca foi observado efeito linear decrescente. Para o peso dos ovos o melhor ajuste dos dados foi obtido com a utilização do modelo Linear Response Plateau (LRP). Foi verificado efeito quadrático para a massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos, produção de ovos por ave dia, produção de

ovos por ave alojada, peso da gema, peso do albúmen e altura dos ovos. Concluiu-se que a relação metionina mais cistina com lisina que proporcionou os melhores resultados de desempenho e satisfatória qualidade de ovo foi de 0,84.

ABSTRACT

REIS, Renata de Souza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2009. **Relationships of methionine plus cystine to lysine in diets for laying japanese quail.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-advers: Horácio Santiago Rostagno and Paulo Cezar Gomes.

An experiment was conducted in the poultry sector of aviculture of the animal Science department of the Universidade Federal de Viçosa - UFV, aiming to establish the methionine plus cystine to lysine to Japanese quail in phase position. 480 female quails were used, with initial age of 65 days, distributed in a completely randomized blocks desing with six treatments, ten replicates and eight birds per experimental unit. Treatments consisted of a basal diet deficient in methionine plus cystine (0.65%), with 19.3% crude protein and 2800 kcal metabolizable energy/kg, supplemented with six levels of DL-Methionine 98% (0,116; 0,167; 0,218; 0,269; 0,320 e 0,371%), corresponding to the relationship methionine plus cystine to lysine of 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0, 85 and 0.90, and the lysine set at 1.00%. The variables studied were: feed intake (g / bird / day), egg production per bird day (%), egg production per hen housed (%), production of commercial eggs (%), egg weight (g), egg mass (g / bird / day), feed conversion by egg mass (kg feed / kg egg), feed per dozen eggs (kg feed / dz of eggs), change in body weight (g), viability of the poultry (%), weight of egg components (yolk (g), albumen (g) and shell (g)), percentage of components of eggs (%) height and diameter of eggs (mm) and specific gravity (g/cm³). There was increasing linear effect for feed intake, diameter of eggs, weight of pods and percentage of egg yolk, while for percentage of bark was observed linear decreasing effect. For the parameter weight of the eggs the best adjustment of data was obtained using the Linear Response Plateau model (LRP). It was verified quadratic effect for egg mass, feed conversion by egg mass, egg production per bird days, egg production per hen housed, weight of the yolk, the albumen weight and height of eggs. It was concluded that the relationship methionine plus cystine to lysine of 0.84 and the feed to a daily intake of 221.0 mg of this amino acid, corresponding to the.

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura tem despertado o interesse de produtores e empresas, por exigir baixos investimentos, menos mão-de-obra e rápido retorno do capital investido, além de características intrínsecas da ave como rápido crescimento, maturidade sexual precoce, alta taxa de postura e elevada vida produtiva. Estas características têm despertado interesse de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que venham a contribuir para o maior aprimoramento desta exploração como uma fonte alternativa e rentável na produção avícola.

O plantel no Brasil em 2007 foi estimado em 7,586 milhões de aves, 5,3% maior que em 2006. Juntamente ao crescimento do plantel, foi observado que a produção de ovos cresceu 5,9% em 2007, ultrapassando 131 milhões de dúzias (IBGE, 2007).

O crescimento físico dos plantéis e o aumento na produção de ovos evidenciam um ganho de produtividade resultante da melhor tecnologia aplicada na genética das codornas e nas criações de um modo geral. No tocante às aves, mudanças foram observadas como a ampliação de fornecedores de codornas de um dia e evolução das características genéticas das aves. No geral as codornas ficaram mais pesadas, mais produtivas com ovos maiores e com maior resistência (Oliveira, 2007). Com a introdução de diferentes genótipos no mercado torna-se necessária a determinação das exigências nutricionais dessas aves, pois, como ocorrem com outras espécies, as exigências nutricionais não são as mesmas para animais com potenciais genéticos diferentes.

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

Os componentes protéicos são os mais caros e um dos principais nutrientes presentes na dieta, cuja eficiência de utilização depende da quantidade,

da composição e da digestibilidade de seus aminoácidos, os quais são exigidos em níveis específicos pelas aves (Dale, 1994). Quanto mais próxima a composição de aminoácidos da dieta for do requerimento das aves mais eficiente é a utilização da proteína, havendo também, reflexos positivos na utilização dos demais nutrientes. No entanto o desequilíbrio dos aminoácidos pode reduzir a eficiência de utilização da proteína dietética e diminuir o consumo de alimento pelas aves (Pack, 1995 e Rodrigueiro, 2000). Além disso, a digestão e o metabolismo de aminoácidos em excesso, geram um incremento calórico corporal desnecessário, provocando maior demanda energética para a excreção do nitrogênio (ácido úrico em aves), podendo resultar em fezes mais aquosas com conseqüentes problemas de manejo. Klasing (1998), afirma que em aves adultas, a deficiência de aminoácidos resulta no catabolismo da proteína corporal, principalmente daquelas presentes no músculo esquelético. Especificamente em aves poedeiras, na fase de produção, o problema torna-se mais grave em função da grande demanda de proteína (13-14%) para síntese do ovo.

A metionina é o primeiro aminoácido limitante em dietas para aves a base de milho e farelo de soja. A sua importância têm estimulado a realização de pesquisas, uma vez que há inconsistência na literatura sobre o seu requerimento nutricional para codornas. Contudo, ao se trabalhar com aminoácidos totais, possivelmente deficiências e/ou excessos de alguns aminoácidos poderão ocorrer em função da diferente digestibilidade dos alimentos. Assim, torna-se necessário determinar as exigências nutricionais das codornas de postura baseadas no conceito de aminoácidos digestíveis. Ao se estabelecer as necessidades nutricionais com base nos aminoácidos digestíveis torna-se possível formular uma ração de precisão, maximizando o desempenho (Ceccantini & Yuri 2008).

Objetivou-se estabelecer a melhor relação de metionina mais cistina com lisina para codornas japonesas na fase de postura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Metabolismo dos aminoácidos metionina mais cistina em aves

Dos mais de vinte aminoácidos constituintes das proteínas, praticamente a metade destes são considerados aminoácidos essenciais, devendo ser fornecidos na dieta. Os demais, os não essenciais, podem ser produzidos pelo organismo das aves em quantidades suficientes. Mendonça (1996) comenta que para o máximo desempenho produtivo de galinhas poedeiras, é necessário aporte protéico baseado nas exigências de aminoácidos essenciais, particularmente lisina e metionina+cistina.

Em rações à base de milho e farelo de soja, a metionina é o primeiro aminoácido limitante para a síntese protéica e o segundo importante doador de grupo metil, no metabolismo, para outras funções (Smith, 1983).

A metionina pode ser classificada como glicogênica porque é metabolizada em ácido pirúvico através de succinil-CoA. Uma vez que a forma D seja convertida em forma L por receber um grupo amino após a desaminação oxidativa *in vivo*, é geralmente aceito que as formas D e L são equivalentes em valor nutricional. A metionina é convertida em S-adenosil metionina por uma reação dependente de ATP. Ela funciona como um importante doador de grupo metil no organismo. Após a desmetilação, a homocisteína é formada e subsequentemente metabolizada através de duas vias: uma é a via de recuperação envolvendo sua re-síntese em metionina pela homocisteína metiltransferase na presença de vitamina B₁₂. O outro caminho se segue a partir da cistationina em cisteína após receber o esqueleto de carbono da serina. A homoserina resultante é decomposta em succinil-CoA e então metabolizada em ácido pirúvico (Baker, 1994; Swenson & Reece, 1996; Nelson & Cox, 2006).

Para metabolizar a metionina, a cistationina sintetase é dependente da serina para formar cistationina. Portanto, o alto consumo de metionina pode aumentar a necessidade de serina. O aumento da demanda de serina pode, em parte, ser suprido pela glicina, que é o precursor da serina. Entretanto, a glicina

pode estar mais diretamente envolvida no metabolismo da metionina via reação glicina metiltransferase, em que a S-adenosilmetionina reage com a glicina e produz S-adenosilhomocisteína ou sarcosina. A sarcosina é rapidamente convertida a serina (Harper et al., 1970).

A metionina tem um papel importante no metabolismo de fosfolípidios e sua deficiência é conhecida por causar prejuízos renais e hepáticos. Entretanto, a administração de doses excessivas deste aminoácido representa risco de fígado gorduroso (Parr & Summers, 1991).

A cistina é um aminoácido glicogênico e não-essencial, produzido a partir da metionina no organismo. A cistina interage com a cisteína em uma reação de transformação mútua do tipo oxi-redução. A ingestão de cistina ou cisteína pode reduzir as necessidades nutricionais de metionina. A cistina é necessária para formação de pele, penas e pêlos. Além do mais, é sabido que estimula o sistema hematopoiético e promove a formação de glóbulos brancos e vermelhos. Quando metabolizada, a cistina fornece ácido sulfúrico, que reage com outras substâncias para ajudar a desintoxicar o organismo. A cistina contribui com o processo de cicatrização, diminuindo a dor causada pela inflamação e fortalece a formação de tecido conjuntivo.

O enxofre necessário para a biossíntese da cisteína provém do aminoácido essencial metionina. A condensação do ATP com a metionina, catalisada pela metionina adenosiltransferase produz S-adenosilmetionina (SAM), importante para numerosas reações de transferência de grupamentos metil. O resultado destas transferências é a conversão do SAM a S-adenosilcisteína, que é clivada pela adenosilhomocisteinase a homocisteína e adenosina. Na síntese da cisteína, a homocisteína condensa com serina produzindo cistationa, a qual é posteriormente clivada pela cistationase produzindo cisteína e α -cetobutirato (Swenson & Reece, 1996; Nelson & Cox, 2006).

Parr & Summers (1991) observaram que o desequilíbrio aminoacídico em aves, provocado pelo excesso ou pela deficiência de aminoácidos, causou efeitos negativos sobre o consumo e a taxa de crescimento. Além disso, pode ocasionar acúmulo de gordura no fígado, aumento no catabolismo do aminoácido limitante

e, em alguns casos, levar à deficiência de vitaminas (Yoshida, 1980). De acordo com Cao et al. (1995), a deficiência, ou o excesso de metionina na ração de poedeiras aumenta a degradação da metionina no fígado, observada pela alteração na relação metionina/cistina, que ocorre em função da atividade da enzima cistationina-sintetase. Mas, de acordo com Koelkebeck et al. (1991), as poedeiras de alta produção apresentam certa tolerância a excessos de aminoácidos individuais comumente utilizados em dietas à base de milho e farelo de soja. Klasing (1998) afirma que, em aves adultas, a deficiência de aminoácidos resulta no catabolismo da proteína corporal, particularmente daquelas presentes no músculo esquelético, causando assim balanço negativo de nitrogênio.

2.2 - Uso do conceito de proteína ideal e efeito de níveis de lisina na dieta sobre o desempenho de codornas japonesas na fase de produção

O uso do conceito de proteína ideal consiste em selecionar um aminoácido como referência e basear as exigências dos outros aminoácidos como uma proporção desse aminoácido referência. De acordo com Pack (1996) a lisina é utilizada como aminoácido referência, embora seja o segundo aminoácido limitante depois da metionina em dietas para aves. Isso se justifica pelo fato de sua análise ser mais simples e menos dispendiosa que a de metionina mais cistina, sendo utilizada quase que exclusivamente para a produção de proteína além de ser precursora da carnitina.

A lisina é considerada o terceiro aminoácido mais tóxico para as aves (Koelkebeck et al., 1991), sintomas de deficiência de arginina podem surgir devido à competição por sítios de absorção entre a arginina e a lisina nos enterócitos (Kidd & Kerr, 1997). Macari et al. (1994) comentam que a ingestão de lisina em excesso pode desencadear um efeito aminostático que afetaria o consumo. Uma alta relação lisina-arginina em dietas de aves pode levar à formação do aminoácido homoarginina diminuindo o apetite, com prejuízo no desempenho das aves (Angakanaporn et al., 1997).

A exigência de lisina para poedeiras é influenciada por vários fatores, sendo um deles o parâmetro utilizado para sua determinação. Por exemplo, se o parâmetro for produção de ovos, a exigência de lisina será menor do que se for utilizado o peso dos ovos. Segundo Goulart (1997), é relevante também considerar o consumo de ração, na determinação da exigência de lisina, principalmente porque o consumo está relacionado com a energia da ração, com a linhagem da ave, com o peso corporal e com a temperatura ambiente.

Utilizando ração testemunha contendo níveis adequados de proteína bruta e aminoácidos e outras rações contendo cinco níveis crescentes de lisina total (0,65; 0,85; 1,05; 1,25 e 1,45%) e 14,1% de PB para codornas japonesas, Oliveira et al. (1999) concluíram que, excluindo a ração testemunha, as estimativas de exigência, considerando a porcentagem de postura e o peso médio dos ovos, foram de 1,07 e 1,08% de lisina respectivamente. Entretanto, a ração testemunha com 19,0% de PB e 1,0% de lisina foi suficiente para atender as exigências nutricionais deste aminoácido.

Ribeiro et al. (2003), visando determinar a exigência nutricional de lisina total e a relação lisina com proteínas, em codornas na fase de produção, utilizaram rações contendo 20,0 e 23,0% de PB e 0,80; 0,95; 1,10; 1,25 e 1,40% de lisina e concluíram que as exigências de lisina total de codornas, baseada na produção de ovos, foram de 1,07% com 20,0% de PB na ração e 1,15% com 23,0% de PB. Entretanto as codornas alimentadas com ração contendo 23,0% de PB apresentaram melhores resultados para peso de ovo, massa de ovos, conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos, peso de gema e de albúmen e porcentagem de albúmen que aquelas alimentadas com ração contendo 20,0% de PB.

Estudando seis níveis de lisina digestível (0,80; 0,90; 1,00; 1,10; 1,20 e 1,30%) para codornas japonesas em postura, Pinto et al. (2003a) concluíram que a exigência de lisina digestível para codornas japonesas foi de 1,117% da ração.

2.3 -Efeito dos níveis de suplementação de metionina mais cistina na dieta de codornas japonesas na fase de produção

Os aminoácidos são pequenos peptídeos resultantes da digestão/absorção da proteína dietética, podem servir para uma variedade de funções, como: constituintes estruturais primários de tecidos, tais como a pele, penas, matriz óssea e, ainda, como precursores de muitos constituintes não protéicos do corpo. Devido à proteína corporal estar em estado dinâmico de síntese e degradação, simultaneamente, é exigido uma ingestão adequada de aminoácidos dietéticos.

Para assegurar o máximo desempenho produtivo, Mendonça (1996) sugere que o aporte protéico deve ser suficiente em todos os estágios fisiológicos e que durante a postura as exigências em proteína devem estar associadas às exigências em aminoácidos essenciais, particularmente lisina e metionina.

Em rações para aves de postura à base de milho e farelo de soja, o primeiro aminoácido que se torna limitante é a metionina, e sua deficiência pode comprometer a síntese protéica no animal. Além disto, a metionina também pode ser convertida a S-adenosil metionina (SAM), principal doador de grupo metila. O grupo metila do SAM pode ser transferido para uma série de aceptores, participando da biossíntese de creatina, carnitina, poliaminas, colina, e melatonina. Através de um processo não-reversível, a metionina pode dar origem à cistina, que é importante na estrutura de muitas moléculas protéicas (insulina e imunoglobulinas), interligando cadeias polipeptídicas através de pontes dissulfeto (Baker, 1991; Lehninger, 1991).

Segundo Pavan et al.(2005), as necessidades de proteína e de aminoácidos sulfurados totais para poedeiras podem variar em função de alguns fatores como idade e estágio do ciclo de produção. Maior eficiência de utilização da proteína e de aminoácidos dietéticos pelas aves pode ser observada quando é oferecido um suprimento adequado às suas exigências nutricionais, podendo regular o tamanho dos ovos e reduzir os efeitos da poluição ambiental pela redução da excreção de nitrogênio.

Embora as exigências de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, sejam fornecidas na relação aminoácido/lisina, a quantidade necessária do nutriente deve ser obtida em fontes balanceadas para máxima produtividade. Fatores como o teor de fibra e a relação proteína:energia podem afetar o consumo de ração e, conseqüentemente, a quantidade de aminoácidos ingeridos (Brumano, 2008).

Em NRC (1994), são citados os níveis de 20,0% de PB, 0,45% de metionina total, 0,70% de metionina mais cistina total e 1,00% de lisina total como sendo os mais adequados para codornas japonesas em postura.

Allen & Young (1980) ao utilizarem dietas isocalóricas (3.150 kcal de EM/kg), verificaram que a exigência de proteína para codornas japonesas em postura foi superior a 16%, quando utilizaram dietas à base de farelo de soja e caseína, sendo estas suplementadas ou não com aminoácidos essenciais e ácido glutâmico. Também demonstraram que, para ração suplementada com metionina, o requerimento diário de proteína foi de 3,52 g/ave. Os autores verificaram as exigências de 0,37%; 0,68% e 0,86% de metionina total, metionina mais cistina total e lisina total, respectivamente para codornas japonesas em postura.

Em experimento para determinar as exigências de metionina para codornas japonesas em postura, Murakami et al. (1994) utilizaram uma dieta testemunha com 20% de PB, 0,45% de metionina e 2.800 kcal de EM/kg e uma ração com 16,0% de PB, 0,25% de metionina e 2.800kcal de EM/kg, ambas sem suplementação de metionina e outras quatro suplementadas com DL-metionina obtendo-se os níveis de 0,35; 0,45; 0,55 e 0,65%. Excluindo-se a ração testemunha, os autores verificaram que o nível de 0,45% de metionina total foi suficiente para atender as exigências das codornas japonesas em postura, considerando-se a porcentagem de postura e a conversão alimentar (kg de ração/kg de ovos e kg de ração/dúzia de ovos). Belo et al. (2000), ao trabalharem com dieta contendo 2800 kcal de EM/kg, 16,0% de PB e cinco níveis de DL-metionina (0,283; 0,355; 0,428; 0,501 e 0,573) verificaram que a exigência de metionina total para máximo desempenho das codornas em postura foi de 0,428%.

Stringhini et al. (1998) verificaram os efeitos da combinação de três níveis de energia metabolizável (2.700, 2.850 e 3.000 kcal/kg) e dois de metionina (0,45 e 0,50%) para codornas japonesas em postura, concluindo que o nível de 0,50% de metionina proporcionou maior valor de peso dos ovos e melhores taxas de conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos.

Souza et al. (2004) trabalhando com cinco níveis de metionina mais cistina (0,59; 0,71; 0,83; 0,95; 1,07%) e cinco níveis de lisina (0,93; 1,05; 1,17; 1,29 e 1,41%) para codornas japonesas em produção-geração um, concluíram que dietas com níveis de metionina mais cistina entre 0,84% e 0,90% proporcionam melhor desempenho em qualquer nível de lisina estudado. Entretanto, Pinto et al. (2003b), utilizando seis relações de metionina mais cistina com lisina (0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85) para codornas japonesas em postura, relatam que a relação de 0,80 maximizou a massa de ovos sendo a exigência de metionina mais cistina digestível estimada em 0,727% da ração para um consumo diário de 164,0 mg de metionina mais cistina digestível.

Avaliando três níveis de PB (16,0; 18,0 e 20,0 %), três níveis de metionina mais cistina (0,700; 0,875 e 1,050%) e dois níveis de lisina (1,10% e 1,375%) para codornas japonesas em produção, Garcia et al. (2005) verificaram que os níveis mais adequados para obter máximo desempenho das aves foram de 18% de PB, 0,70% de metionina mais cistina e 1,10% de lisina.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, no período de outubro a dezembro de 2008 com duração de 63 dias.

Foram utilizadas 480 codornas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) com 65 dias de idade distribuídas em delineamento experimental em blocos casualizados. Os tratamentos foram constituídos por seis relações de metionina mais cistina com lisina, com dez repetições e oito aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 100 x 34 x 16 cm (comprimento x largura x altura), contendo 4 divisórias de 25 x 34 cm totalizando 850 cm², e 16 cm de altura. A densidade animal por unidade experimental foi de 106 cm²/ave. As rações experimentais foram fornecidas à vontade em comedouro tipo calha de chapa metálica galvanizada percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro dividido de acordo com cada tratamento e repetição. A água também foi fornecida à vontade em bebedouro tipo nipple, sendo um bebedouro para duas unidades experimentais.

Foi formulada uma ração basal (tabela 1) suplementada com seis níveis de DL-Metionina (0,116; 0,167; 0,218; 0,269; 0,320 e 0,371%), em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondendo à relação de metionina + cistina com lisina digestível nas rações de 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85 e 0,90; permanecendo as rações isoprotéicas e isocalóricas. As diferenças decorrentes do balanceamento para os equivalentes protéicos de metionina + cistina e ácido glutâmico nos diferentes níveis de metionina + cistina em avaliação foram compensados pelo amido.

Tabela 1. Composições percentuais e calculadas das dietas experimentais, na matéria natural.

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho moído	59,277	59,277	59,277	59,277	59,277	59,277
Farelo de Soja (45%)	30,634	30,634	30,634	30,634	30,634	30,634
Óleo de Soja	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670
Calcário	6,633	6,633	6,633	6,633	6,633	6,633
Fosfato bicálcico	1,067	1,067	1,067	1,067	1,067	1,067
Sal comum	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320	0,320
DL- Metionina (99%)	0,116	0,167	0,218	0,269	0,320	0,371
L- Lisina HCL (79%)	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120	0,120
L-Isoleucina (99%)	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187	0,187
L- Valina (99%)	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133
L- Arginina (99%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
L- Triptofano (99%)	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033	0,033
Amido	0,100	0,103	0,106	0,108	0,110	0,112
Ácido Glutâmico	0,300	0,246	0,192	0,139	0,086	0,033
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Antioxidante ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada:						
E. metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66	19,66
Lisina digestível. (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Lisina total (%)	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Metionina +cistina dig. (%)	0,650	0,700	0,750	0,800	0,850	0,900
Metionina digestível (%)	0,390	0,440	0,490	0,540	0,590	0,680
Treonina digestível (%)	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640	0,640
Triptofano digestível (%)	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240	0,240
Isoleucina total (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Valina total (%)	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030	1,030
Arginina total (%)	1,390	1,390	1,390	1,390	1,390	1,390
Cálcio (%)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Fósforo disponível (%)	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Sódio (%)	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140
Fibra Bruta	2,680	2,680	2,680	2,680	2,680	2,680

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

Para atender as exigências em aminoácido digestível das codornas foram utilizadas como base as relações aminoácido digestível com lisina digestível preconizadas por Umigi et al. (2008) e Pinheiro et al. (2008) para treonina e

triptofano, respectivamente. As demais relações de aminoácidos como ainda não estão determinadas na base digestível foram atendidas mantendo a relação aminoácido total com lisina total conforme preconizado em NRC (1994). O nível de energia foi de 2800 kcal de EM/kg de dieta conforme determinado por Moura et al. (2008), os níveis de cálcio e fósforo foram corrigidos pela densidade energética da ração de acordo com o mesmo autor. As demais exigências foram atendidas de acordo com aquelas preconizadas pelo NRC (1994).

A composição e os valores nutricionais dos ingredientes utilizados para a formulação da dieta foram calculados valendo-se de Rostagno et al. (2005).

A dieta foi fornecida duas vezes por dia, às 8:00 e às 16:00 horas, com objetivo de evitar o desperdício de ração. Os ovos foram recolhidos e contabilizados pela manhã.

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

O fornecimento de luz foi de 16 horas diárias. Sendo este controlado por um relógio automático (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: consumo de ração, produção de ovos por ave dia, produção de ovos por ave alojada, produção de ovos comercializáveis, peso do ovo, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos, conversão alimentar por dúzia de ovos, viabilidade das aves, variação do peso corporal, peso dos componentes dos ovos, diâmetro dos ovos e altura e gravidade específica, conforme descritos a seguir:

a) Consumo de ração

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

b) Produção de ovos

Os ovos foram coletados diariamente às 8 horas. A produção média de ovos foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais (ovos com casca mole e sem casca) sendo expressa em porcentagem sobre a média de aves do período (ovo/ave/dia) e sobre a média de aves alojadas no início do experimento (ovo/ave alojada).

c) Produção de ovos comercializáveis

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

d) Peso dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos durante 19º, 20º, 21º, 40º, 41º, 42º, 61º, 62º e 63º dias experimentais, em cada repetição, foram pesados e o peso total foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem.

e) Massa de ovos

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

f) Conversão alimentar

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

g) Viabilidade das aves

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

h) Variação de peso corporal

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

i) Componentes dos ovos

Para quantificação dos componentes dos ovos foram avaliados o peso da gema, o peso do albúmen e o peso da casca do ovo. Para isso, quatro ovos de cada repetição foram coletados durante o 19º, 20º, 21º, 40º, 41º, 42º, 61º, 62º e 63º dias experimentais, de maneira aleatória do total de ovos íntegros coletados. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens dos ovos, os mesmos foram identificados, e posteriormente quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e

registrada, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar, para obtenção do peso da casca. O peso do albúmen foi obtido pela diferença do peso do ovo menos o peso da gema mais o peso da casca. Foram obtidos e calculados também os valores percentuais dos componentes dos ovos.

j) Diâmetro e altura do ovo

No 14º, 15º, 35º, 36º, 56º, 57º dias do período experimental, todos os ovos íntegros produzidos foram coletados para quantificação do diâmetro e da altura dos mesmos. As leituras foram realizadas na região equatorial e nos dois pólos de cada ovo recolhido, utilizando-se um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (0,01 – 150,00 mm).

k) Gravidade específica dos ovos

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

Os parâmetros foram submetidos a análises estatísticas por meio do programa Sistema para Análises Estatísticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa - UFV (2007), utilizando-se os procedimentos para análise de variância e regressão. As estimativas para a determinação da melhor relação de metionina mais cistina com lisina foram determinadas por meio de análise de regressão linear, quadrática e do modelo descontínuo LRP-Linear Response Plateau, conforme o melhor ajuste obtido para cada parâmetro, levando-se em consideração o comportamento biológico das aves.

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

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

em que:

Y_{ik} = valor observado relativo às codornas, alimentadas com ração contendo o nível de metionina mais cistina i , na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

T_i = efeito do nível de metionina mais cistina i , para $i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 6 ;

B_j = efeito do j -ésimo bloco

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Tabela 2 – Valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR), registradas no galpão experimental

Horário	Temperatura do ar			UR (%)
	Máxima	Mínima	Bulbo seco	
08:00	-	-	26,6± 1,2	76,8± 8,5
16:00	26,7± 3,1	19,9± 3,2	25,4± 2,3	67,4± 10,7

Na fase adulta a faixa de conforto térmico ou zona termoneutra das codornas está compreendida entre 18 e 22°C e a umidade relativa do entre 65 e 70% (Oliveira, 2004). Dessa forma, conforme os valores registrados para o termômetro de bulbo seco é possível observar que em parte do período experimental, as codornas ficaram em ligeiras condições de estresse por calor.

4.1- Consumo de ração e produção de ovos

As médias dos dados referentes ao consumo de ração, a produção de ovos por ave/dia e por ave alojada e a produção de ovos comercializáveis das codornas japonesas estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Relações de metionina mais cistina com lisina sobre o consumo de ração (CR), produção de ovos por ave por dia (POAD), produção de ovos por ave alojada (POAA) e produção de ovos comercializáveis (OC) de codornas japonesas em postura.

Relação metionina mais cistina com lisina	CR (g/ave/dia)	POAD (%)	POAA (%)	OC (%)
0,65	25,78	91,83	88,97	96,90
0,70	26,23	94,52	93,55	97,60
0,75	25,94	94,71	94,21	97,90
0,80	26,57	95,33	94,33	97,00
0,85	26,69	96,05	95,04	97,90
0,90	26,59	93,13	91,81	98,00
Significância	P<0,02	P<0,02	P<0,02	N.S
Efeito	L	Q	Q	-
¹ CV (%)	3,56	3,93	5,54	2,01

¹CV= coeficiente de variação, N.S= não significativo, L= linear, Q = Quadrático

As relações de metionina mais cistina com lisina apresentaram efeito linear crescente (P<0,02) sobre o consumo de ração segundo a equação $\hat{Y} = 23,5978 + 3,49051x$; $R^2 = 0,73$. Resultado semelhante foi encontrado por Belo et al. (2000) que trabalharam com cinco níveis de DL-metionina (0,283; 0,355; 0,428; 0,501 e 0,573) e por Pinto et al. (2003b) que trabalharam determinando a relação metionina mais cistina com lisina utilizando as relações 0,60; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; esses autores verificaram aumento no consumo com o aumento dos níveis de aminoácidos sulfurosos na ração. Entretanto, Murakami et al. (1994) avaliando os níveis de 0,35; 0,45; 0,55 e 0,65% de metionina mais cistina na ração, Stringhini et al. (1998) verificando os efeitos da combinação de três níveis de energia metabolizável (2.700, 2.850 e 3.000 kcal/kg) com dois de metionina (0,45 e 0,50%) e Garcia et al. (2005), avaliando três níveis de PB (16,0; 18,0 e 20,0 %), três níveis de metionina mais cistina (0,700; 0,875 e

1,050%) e dois níveis de lisina (1,10% e 1,375%) não observaram efeito significativo dos níveis de aminoácidos sulfurosos sobre o consumo de ração.

O aumento do consumo de ração com conseqüente aumento no consumo de aminoácidos sulfurosos permitiu inferir que os níveis de metionina mais cistina utilizados não foram suficientes para produzir desequilíbrio aminoacídico que resultasse na alteração do perfil plasmático do animal ativando os mecanismos reguladores do apetite, como descrito por Harper (1970).

Foi observado efeito quadrático ($P < 0,02$) das relações de metionina mais cistina com lisina sobre a produção de ovos por ave dia de acordo com a equação $\hat{Y} = -20,8414 + 293,821x - 185,239x^2$; $R^2 = 0,84$ (figura 1), sendo a mesma maximizada na relação metionina mais cistina com lisina de 0,79. Estes resultados corroboram com os apresentados por Murakami et al. (1994) e Pinto et al. (2003b), que também verificaram efeito quadrático dos níveis de aminoácidos sulfurosos na ração sobre a produção de ovos, sendo encontrados os níveis de 0,45% e 0,71% respectivamente. Entretanto, Garcia et al. (2005) não encontraram efeito dos níveis de metionina mais cistina digestível sobre este parâmetro.

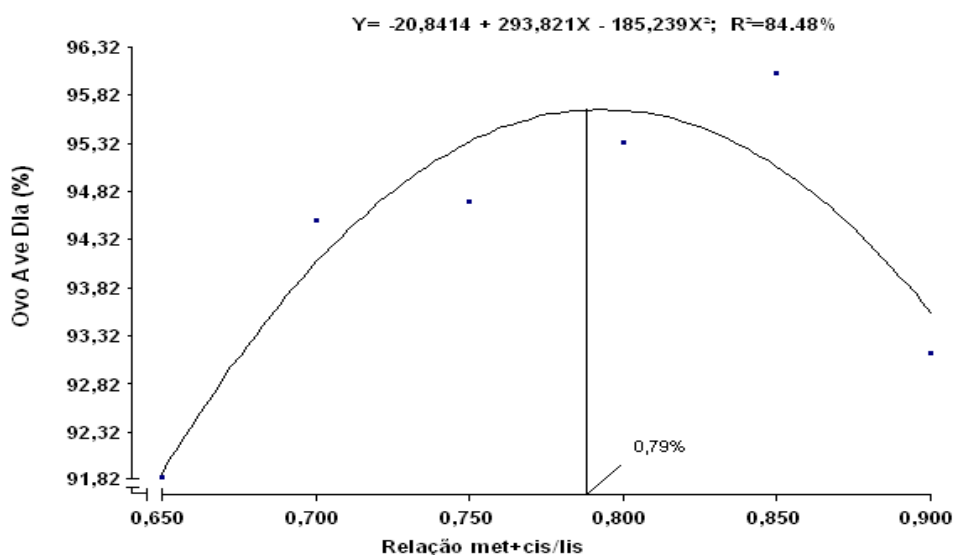


Figura 1- Produção de ovo por ave dia em função das relações de metionina mais cistina com lisina na ração.

Assim como a produção de ovos por ave/dia, a produção de ovos por ave alojada foi influenciada de forma quadrática ($P < 0,02$) pelas relações de aminoácidos sulfurosos com lisina na ração de acordo com a equação $\hat{Y} = -79,9764 + 440,843x - 277,495x^2$; $R^2 = 0,91$ (Figura 2), sendo a mesma maximizada na relação metionina mais cistina com lisina de 0,79.

Na literatura são escassos os trabalhos científicos determinando a produção de ovos por codorna alojada. Este é um parâmetro importante a ser observado, uma vez que a mortalidade dessas aves durante o período de postura é elevada quando comparada à mortalidade de galinhas poedeiras.

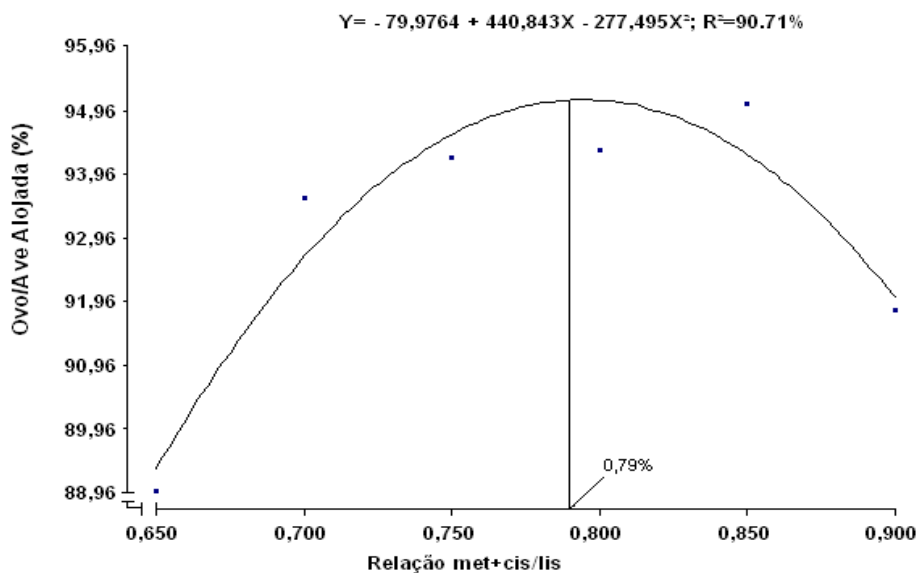


Figura 2- Produção de ovo por ave alojada em função das relações de metionina mais cistina com lisina na ração.

As relações de metionina mais cistina com lisina na dieta não influenciaram ($P > 0,05$) a qualidade dos ovos destinados à comercialização. O nível de cálcio utilizado de 2,9% pode ter proporcionado melhora na qualidade da casca do ovo e como consequência a manutenção da porcentagem de ovos comercializáveis.

4.2 - Peso do ovo, massa de ovos e conversão alimentar

Na Tabela 4, são apresentados os valores médios obtidos para o peso do ovo, a massa de ovos, a conversão alimentar por massa de ovos e a conversão alimentar por dúzia de ovos das codornas japonesas em postura.

Tabela 4 - Relações de metionina mais cistina com lisina sobre o peso do ovo (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por massa de ovos (CAMO) e conversão alimentar por dúzia de ovos (CADZ) de codornas japonesas em postura.

Relação metionina mais cistina com lisina	PO (g)	MO (g/ave/dia)	CAMO (kg/kg)	CADZ (kg/dz)
0,65	10,66	9,79	2,61	0,33
0,70	11,13	10,52	2,47	0,33
0,75	11,32	10,72	2,42	0,33
0,80	11,44	10,91	2,44	0,34
0,85	11,70	11,25	2,38	0,33
0,90	11,71	10,91	2,44	0,34
Significância	P<0,01	P<0,01	P<0,01	N.S
Efeito	LRP	Q	Q	-
¹ CV (%)	2,12	4,32	3,97	3,78

¹CV= coeficiente de variação, N.S= não significativo, Q = Quadrático, LRP= Linear Response Plateau

Foi observado que o aumento das relações de metionina mais cistina com lisina proporcionaram acréscimo no peso dos ovos até a relação de 0,84 conforme o modelo LRP, de acordo com a equação $\hat{Y} = 7,44519 + 5,09460x$; $R^2 = 0,90$ (Figura 3). Murakami et al. (1994), Belo et al. (2000), Pinto et al. (2003b) e Souza et al. (2004) também verificaram melhora no peso dos ovos com a inclusão de aminoácidos sulfurosos da ração. Entretanto, Garcia et al. (2005) e Stringuini et al (1998) não observaram melhora no peso dos ovos com o aumento dos níveis de metionina mais cistina digestível nas rações, no entanto os autores verificaram aumento nos pesos dos ovos em termos absolutos.

A característica peso dos ovos é influenciada pelo consumo de proteína da poedeira. Pelo fato de as poedeiras terem pouca habilidade de estocar proteína, o nível desta e o consumo de ração são importantes para a ingestão diária deste nutriente a fim de suprir a exigência de produção de ovos mais pesados (Pesti et

al., 1992). Sendo a metionina o aminoácido que tem como principal função atuar na produção de ovos em termos de peso, uma limitação na quantidade desse aminoácido na ração pode levar à produção de ovos menores e conseqüentemente uma menor produção de massa de ovos.

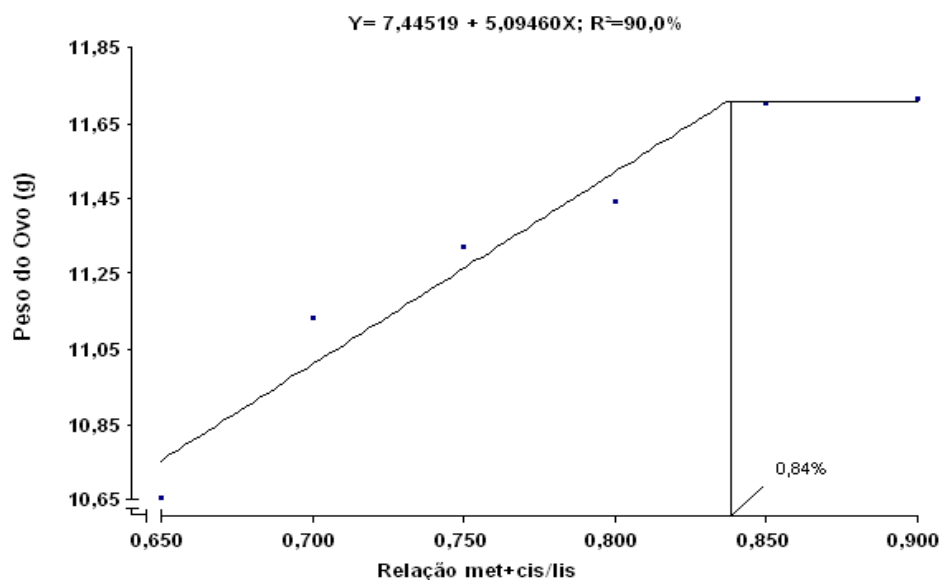


Figura 3- Peso dos ovos em função das relações de metionina mais cistina com lisina na ração.

Houve efeito ($P < 0,01$) das relações de metionina mais cistina com lisina sobre a massa de ovos, sendo esta melhorada de forma quadrática até a relação de 0,84 de acordo com a equação $\hat{Y} = -13,1007 + 57,4577x - 34,1269x^2$; $R^2 = 0,95$ (Figura 4). Pinto et al. (2003b) e Souza et al. (2004), também observaram efeito quadrático dos níveis de metionina mais cistina sobre esse parâmetro, sendo encontrados os níveis de 0,727% e 0,87% respectivamente. A relação de metionina mais cistina com lisina verificado para massa de ovos está de acordo com o observado para postura e peso dos ovos, uma vez que este parâmetro depende da taxa de postura e do peso dos ovos.

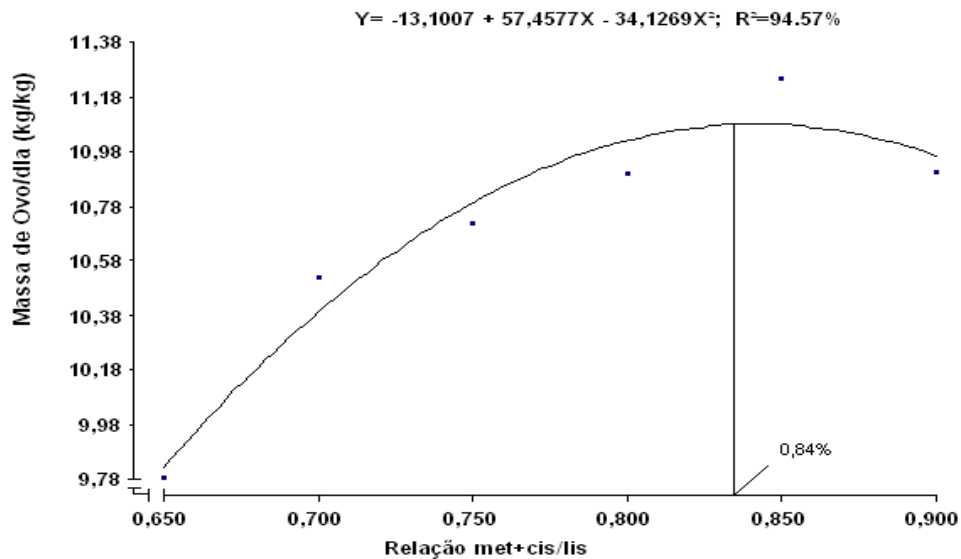


Figura 4- Massa de ovos em função das relações de metionina mais cistina com lisina na ração.

A conversão alimentar por massa de ovos foi influenciada ($P < 0,01$) pelas relações de aminoácidos sulfurosos com lisina, tendo melhorado de forma quadrática até a relação de 0,82 de acordo com a equação $\hat{Y} = 7,03755 - 11,2984 + 6,8757x^2$; $R^2 = 0,91$. Efeito semelhante foi observado por Souza et al. (2004), que verificaram melhora na conversão até o nível de 0,88% de metionina mais cistina digestível. De forma contrária Pinto et al. (2003) e Garcia et al. (2005) não verificaram efeito da suplementação de aminoácidos sulfurosos sobre esse parâmetro. Entretanto, Belo et al. (2000) observaram efeito linear decrescente dos níveis desses aminoácidos sobre a conversão alimentar por massa de ovos de codornas japonesas.

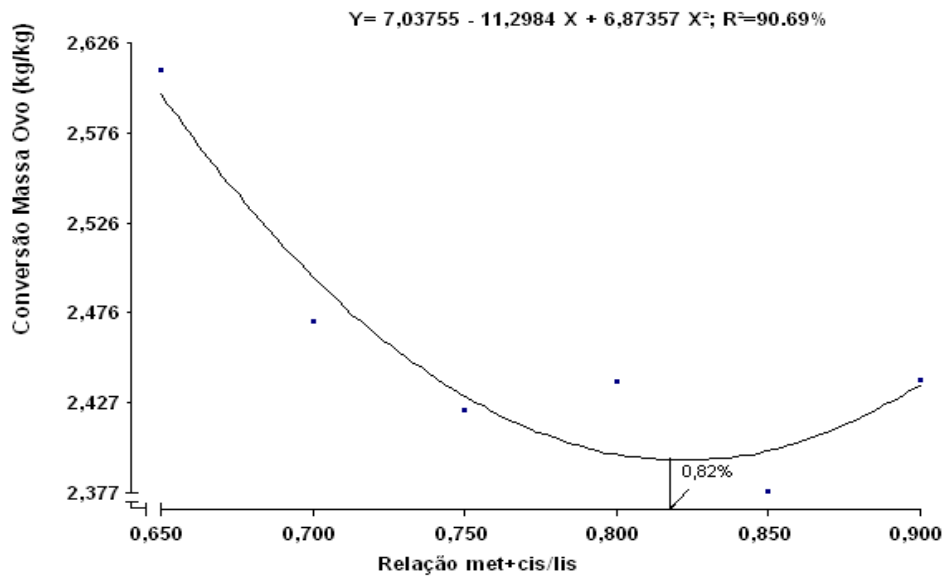


Figura 5- Conversão alimentar por massa de ovo em função das relações de metionina mais cistina com lisina na ração.

Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) das relações de metionina mais cistina com lisina sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos. Garcia et al. (2005) também não observaram melhora nesta conversão com o aumento dos níveis de aminoácidos sulfurosos na ração.

4.3 - Viabilidade e variação de peso corporal

Os dados de viabilidade e variação de peso das codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de metionina mais cistina estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Relações de metionina mais cistina com lisina sobre a viabilidade e mudança de peso corporal de codornas japonesas

Relação metionina mais cistina com lisina	Viabilidade (%)	Variação de peso (g)
0,65	92,50	4,7
0,70	98,75	3,9
0,75	98,75	5,3
0,80	97,50	3,2
0,85	98,75	3,1
0,90	97,50	5,8
Efeito	-	-
Significância	N.S	N.S
¹ CV (%)	7,24	84,07

¹CV= coeficiente de variação, N.S= não significativo

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) das relações de metionina mais cistina com lisina sobre a viabilidade. Neste estudo, o índice de mortalidade verificado durante o período experimental foi de 2,7%, correspondendo a uma mortalidade semanal de 0,30%. Oliveira (2007), ao avaliar a produção de ovos e a viabilidade de 26 plantéis de uma criação comercial abrangendo 400.000 codornas japonesas criadas em sistemas manuais e automatizados, mencionou que a viabilidade acumulada na 52^a semana de idade das aves foi de 74,53%, correspondendo a um índice de 25,47% de mortalidade, ou uma mortalidade semanal de 0,49%.

Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) sobre a variação de peso corporal das aves.

4.4 - Componentes dos ovos

Os dados médios referentes aos componentes dos ovos (gema, albúmen e casca) estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6- Relações de metionina mais cistina com lisina sobre Componentes dos ovos: gema (G), albúmen (A) e casca (C) de codornas japonesas

Relação metionina mais cistina com lisina	G (g)	G (%)	A (g)	A (%)	C (g)	C (%)
0,65	3,12	28,31	6,95	63,15	0,94	8,54
0,70	3,21	28,14	7,26	63,57	0,95	8,29
0,75	3,33	28,72	7,31	62,99	0,96	8,29
0,80	3,38	28,67	7,44	63,19	0,96	8,14
0,85	3,44	28,87	7,49	62,98	0,97	8,15
0,90	3,40	28,73	7,48	63,16	0,96	8,11
Efeito	Q.	L	Q	-	L	L
Significância	P<0,01	P<0,01	P<0,01	NS	P<0,05	P<0,01
¹ CV (%)	2,40	1,63	2,73	0,81	3,19	2,91

¹CV=coeficiente de variação, N.S= não significativo, Q = Quadrático, L= linear

Foi observado efeito quadrático ($P<0,01$) das relações de metionina mais cistina com lisina sobre o peso da gema segundo a equação $\hat{Y} = -1,33088 + 10,8794x - 6,2371x^2$; $R^2 = 0,99$ (Figura 6) sendo o mesmo maximizado na relação de 0,87. Entretanto, para porcentagem de gema foi encontrado efeito linear crescente ($P<0,01$), porém houve baixo ajustamento dos dados, sendo o $R^2=0,64$.

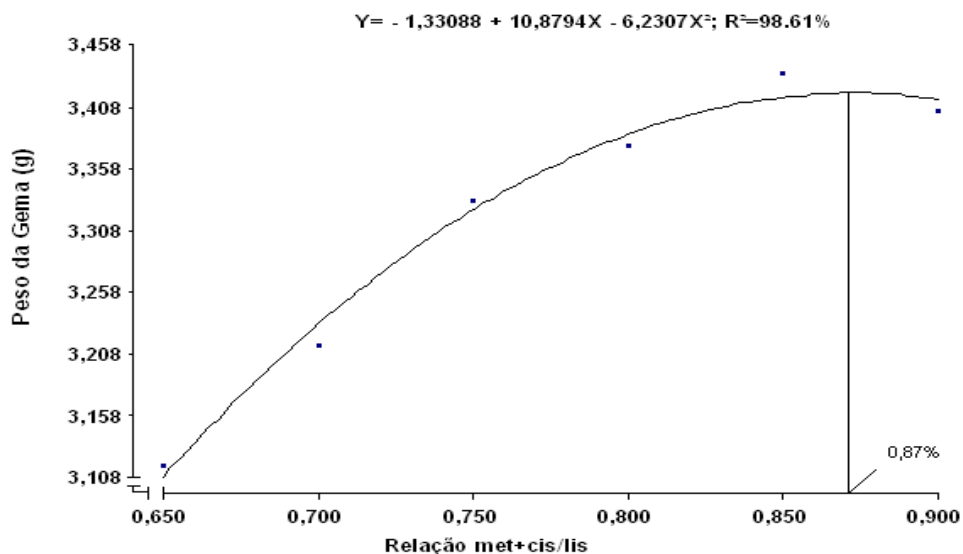


Figura 6- Peso da gema em função das relações de metionina mais cistina com lisina na ração.

O aumento do peso da gema pode estar relacionado com a formação de colina a partir da metionina, somado aos fosfolipídios para formar as lipoproteínas da gema (Brumano, 2007). O conteúdo lipídico da gema é produzido continuamente no fígado e transportado ao ovário. Considerando que no magno ocorre a maior síntese de proteína para o albúmen que é segregado em um período aproximado de 3 horas mudanças nas concentrações de aminoácidos no sangue, como resultado da ingestão na alimentação ocasionam maiores efeitos na taxa de síntese de proteína no magno que no fígado. Assim, a síntese de proteína no tecido do magno pode ser afetada por alterações nas concentrações dos aminoácidos do sangue (Novak et al., 2004).

Para peso de albúmen também foi verificado efeito quadrático ($P < 0,01$) segundo a equação $\hat{Y} = -0,906051 + 19,4526x - 11,2643x^2$; $R^2 = 0,96$ (Figura 7). Entretanto, não houve diferença significativa para a variável porcentagem de albúmen.

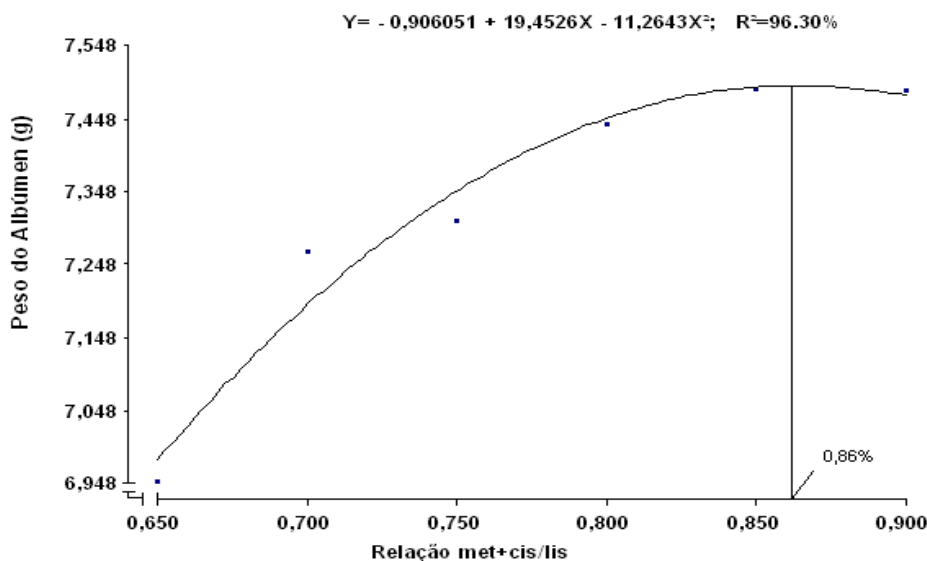


Figura 7- Peso do albúmen em função das relações de metionina mais cistina com lisina na ração.

Neste estudo o aumento da ingestão de metionina mais cistina digestível acarretou aumento de peso do albúmen e da gema até certo limite, assim como foi verificado para o peso dos ovos.

Foi observado efeito linear crescente ($P < 0,05$) para o peso da casca de acordo com a equação $\hat{Y} = 0,880402 + 0,0966857x$; $R^2 = 0,74$ e efeito linear decrescente ($P < 0,01$) para porcentagem de casca segundo a equação $\hat{Y} = 9,47312 - 1,57543x$; $R^2 = 0,82$. Esses dados corroboram com os apresentados por Belo et al. (2000) que também verificaram efeito linear decrescente dos níveis de aminoácidos sulfurosos sobre a porcentagem de casca e são contrários aos de Pinto et al. (2003) que encontraram efeito quadrático dos níveis de metionina mais cistina sobre esse parâmetro.

Segundo Fraser et al. (1998), a base da casca do ovo consiste de uma matriz protéica, havendo a possibilidade de um aumento do consumo de aminoácidos sulfurosos influenciar a síntese de proteína nas membranas da casca acarretando assim aumento no peso da mesma.

A redução da porcentagem de casca pode ser explicada pelo fato de ter ocorrido aumento do peso dos ovos e o mesmo não ter sido acompanhado por uma maior deposição de casca.

4.5 - Diâmetro e altura dos ovos e gravidade específica

As médias referentes ao diâmetro, altura e gravidade específica dos ovos estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Relações de metionina mais cistina com lisina sobre o diâmetro (DO) e altura (AO) dos ovos e gravidade específica (GE) dos ovos de codornas japonesas.

Relação metionina mais cistina com lisina	DO (mm)	AO (mm)	GE (g/cm ³)
0,65	26,91	31,31	1,077
0,70	27,26	31,86	1,074
0,75	27,33	31,98	1,075
0,80	27,24	32,34	1,074
0,85	27,48	32,42	1,075
0,90	27,37	32,22	1,075
Efeito	L	Q	-
Significância	P<0,05	P<0,05	N.S
¹ CV (%)	1,47	1,35	0,55

¹CV=coeficiente de variação, N.S= não significativo, Q = Quadrático, L= linear crescente

Foi observado efeito linear crescente (P<0,05) das relações de metionina mais cistina com lisina sobre o diâmetro dos ovos segundo a equação $\hat{Y} = 25,9623 + 1,67657x$; $R^2 = 0,65$ (Figura 8). Verificou-se que, para altura dos ovos o aumento das relações de aminoácidos sulfurosos apresentaram efeito quadrático (P<0,05), de acordo com a equação $\hat{Y} = 12,5176 + 47,1024x - 27,9643x^2$; $R^2 = 0,96$ (Figura 9), atingindo ponto máximo na relação de 0,84.

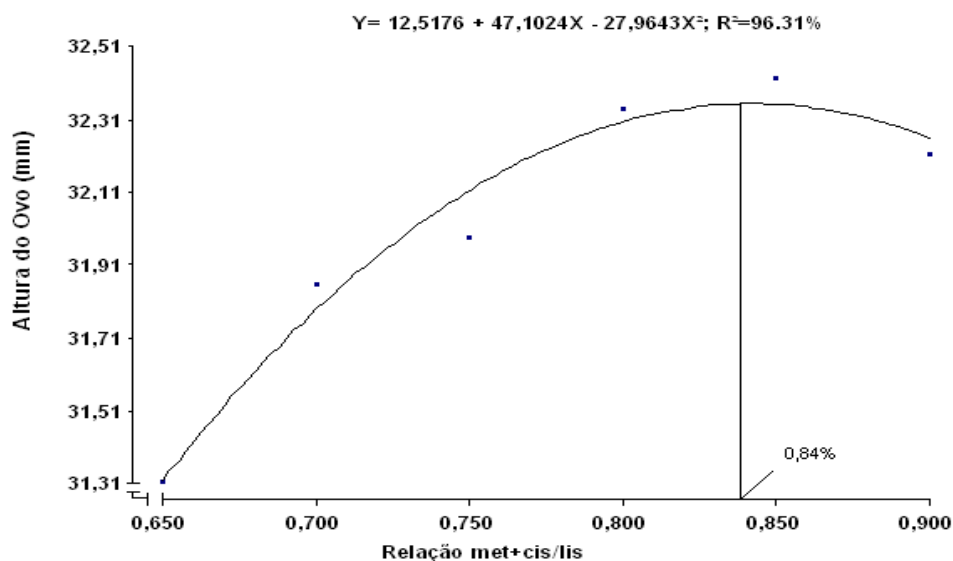


Figura 8- Altura dos ovos em função das relações de metionina mais cistina com lisina na ração.

O ovo de codorna normalmente possui forma oval-arredondada e as dimensões do ovo são de aproximadamente 30 mm de altura e de 25 mm de diâmetro (Thompson et al., 1981 e Albino & Barreto, 2003).

Ao estudar a correlação fenotípica entre as características externas do ovo, Kul & Seker (2004) encontraram um diâmetro de 25 mm e uma altura de 33,4 mm e relataram que a forma do ovo possui uma correlação positiva com o diâmetro de 0,34 e negativa com a altura de 0,77. Isto indica que o ovo de codorna tende a ser mais arredondado do que alongado.

As relações de metionina mais cistina com lisina não influenciaram ($P > 0,05$) o resultado de gravidade específica. Isto indica que, apesar de ter ocorrido um aumento de peso dos ovos e redução da porcentagem de casca, não houve alteração da qualidade da casca do ovo.

As relações de metionina mais cistina com lisina, estabelecidas para os principais parâmetros produtivos (produção de ovos, massa de ovos, peso dos ovos, conversão alimentar), foram similares, o que permite concluir que a relação de metionina mais cistina com lisina de 0,84 foi suficiente para se alcançar resultados satisfatórios, tanto no desempenho quanto na qualidade dos ovos de codorna.

5. CONCLUSÃO

A relação de metionina mais cistina com lisina que proporcionou os melhores resultados de desempenho e satisfatória qualidade de ovo de codornas japonesas foi de 0,84, o que correspondeu a um consumo diário de 221,0 mg desses aminoácidos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Codornas: Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 289p.

ALLEN, N.K.; YOUNG, R.J. Studies on the amino acid protein requirements of laying japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Poultry Science**, v.59, n.9, p.2029-37, 1980.

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

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

BAKER, D.H., HAN. Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, n.4, p.1441- 1447, 1994.

BELO, M.S.T.; COTTA, J.T.B.; OLIVEIRA, A.I.G. Níveis de energia metabolizável e de metionina em rações de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) na fase inicial de postura. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.4, p.1068-1078, 2000.

BRUMANO, G. **Exigência de metionina+cistina digestíveis, para poedeiras leves, no período de 24 a 40 e 42 a 58 semanas de idade**. Viçosa, UFV, 2007. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

BRUMANO, G. Fatores que influenciam as exigências de metionina + cistina para aves e suínos. **Revista eletrônica Nutritime**. v.5, n.6, p.749-761 Novembro/Dezembro 2008. Disponível em: < [http: www.nutritime.br](http://www.nutritime.br)> Acesso em 08 de abril de 2009.

CAO, Z.; CAI, F.L.; COON, C. The methionine and cystine metabolism and requirement of laying. **Poultry Science**, v.74. Suppl. 1, p.105, 1995.

CECCANTINI, M.L.; YURI, D. Otimização da formulação de ração para poedeiras com base em aminoácidos digestíveis. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM AVICULTURA DE POSTURA COMERCIAL, 5, 2008 Jaboticabal-SP. **Anais...** . Jaboticabal, 2008. p. 31-40.

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

FRASER, A.C.; BAIN, M.M.; SOLOMON, S.E. Organic protein matrix morphology and distribution in the palisade layer of eggshells sampled at selected periods during lay. **British Poultry Science**, v.39, n.2, p.225–228, 1998.

GARCIA, E.A.; MENDES, A.A.; PIZZOLANTE, C.C. et al. Protein, methionine + cystine and lysine levels for japanese quails during the production phase. **Poultry Science**, v.7, n.1 p.11-18, 2005.

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

HARPER, A.E.; BENEVENGA, N.J.; WOHLHUETER, R.M. Effects of ingestion of disproportionate amounts of amino acids. **Physiological Reviews**, v.50, n.4, p.428-547, 1970.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2007**. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 10 de maio de 2009.

KIDD, T.M.; KERR, B.J.; ANTHONY, B.N. Dietary interaction between lysine and threonine in broilers. **Poultry Science**, v.76, n.4, p.608-14, 1997.

KLASING, C.K. Nutritional modulation of resistance to infections disease. **Poultry Science**, v.77. n.8, p. 1119-1125, 1998.

KOELKEBECK, K.W.; BAKER, D.H.; HAN. Y. et al. Research note: effect of excess lysine, methionine, threonine or tryptophan on production performance of laying hens. **Poultry Science**, v.70, n.7, p.1651-53, 1991.

KUL, S.; SEKER, I. Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the japanese quail (*Coturnix Coturnix japonica*). **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.6, p.400-405, 2004.

LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo, Sarvier, 1991. 725p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, SP., 1994. 296 p.

MENDONÇA, B.P. Manejo alimentar de matrizes pesadas. In: CONFERÊNCIA APINCO 96 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1996, Curitiba. **Anais...** p. 77-90. 1996. Curitiba: APINCO, 1996.

MOURA, G.S.; BARRETO, S.L.T; DONZELE, J.L. et al. Dietas de diferentes densidades energéticas mantendo constante a relação energia metabolizável:

nutrientes para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 n.9, p.1628-1633, 2008.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 1998. 79p.

MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C.; TATEISHI, A. et al. Exigência de metionina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, 1994, Maringá, PR. **Anais...** Maringá, PR.: SBZ, 1994, p.64

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p.

NELSON, D.L., COX M.M. **Lehninger – principles of biochemistry**. 4.edição. 2006. p. 1119

NOVAK, C.; YAKOUT, H.; SCHEIDELER, S. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. **Poultry Science**, v.83, n.6, p.977-984, 2004.

OLIVEIRA, A.M.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A. E.; et al. Exigência nutricional de lisina para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1050-1053, 1999.

OLIVEIRA, B.L., Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. IN: III SIMPOSIO INTERNACIONAL e II CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2004, Lavras. **Anais...** Lavras, p.91-96, 2004.

OLIVEIRA, B.L., Manejo em granjas automatizadas de codornas de postura comercial. IN: III SIMPOSIO INTERNACIONAL e II CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras, 2007 p.11-16.

PACK, M. Excess protein can depress amino acid utilization. **Feed Mix**. v. 3, n.6, p.24- 25, 1995.

PARR, J.F.; SUMMERS, J.D. The effect of minimizing amino acid excess in broiler diets. **Poultry Science**, v.70, p.1540-1549, 1991.

PAVAN, A.C.; MÓRI, C.; GARCIA, E.A. et al. Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.568-574, 2005.

PESTI, G.M. Environmental temperature and the protein and amino-acid requirements of laying hens. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1992. p.208-219.

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

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de lisina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1182-1189, 2003a.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de metionina mais cistina para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n. 5, p.1166-1173, 2003b.

RIBEIRO, M.L.G.; SILVA, J.H.V.; DANTAS, M.O. 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, p.156-161, 2003.

RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de crescimento e acabamento. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.507-517, 2000.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais.** Viçosa: Editora UFV, 2005. 183 p.

SMITH, R. Added choline, methionine promote essential functions. **Feestuffs**, v.55, n.1, p.16-18, 1983.

STRINGHINI, J.H.; MOGYCA, N.S.; CAFÉ, M.B. et al. Níveis de energia metabolizável e de metionina em rações para codornas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Acta Scientiarum**, v.20, n.3, p.407-411, 1998.

SWENSON, M. J.; REECE, W.O. **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos.** 11. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1996. 856p.

SOUZA, L.M.G.; SAKOMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E. et al. Exigências nutricionais de metionina mais cistina e lisina para codornas japonesas em postura-geração um. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Supl.6, p.75, 2004.

THOMPSON, B.K.; HAMILTON, R.M.G.; VOISEY, P.W. Relationships among various egg traits relating to shell strength among and within five avian species. **Poultry Science**, v.60, p.2388-94, 1981.

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

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

YOSHIDA, A. Utilization of limiting amino acids for protein synthesis in amino acid imbalance, **Nutrition Reports International**. v.9, n.3, p. 13-15. 1980.

7. APÊNDICE

TABELA 1A-Análise de variância dos dados referentes ao consumo de ração de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	1.583420	1.805	0.09366
Tratamento	5	1.450525	1.654	0.16546
Linear R ² =0.73	1	5.330364	6.077	0.01757
Quadrático R ² = 0.76	1	0.1644720	0.188	*****
Cúbico R ² = 0,78	1	0.1652358	0.188	*****
Quártico R ² = 0,88	1	0.6884481	0.785	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.9041047	1.031	0.31541
Resíduo	45	0.8771506		
CV (%)	3,56			

TABELA 2A-Análise de variância dos dados referentes à produção de ovos por ave dia de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	14.97341	1.093	0.38713
Tratamento	5	23.60598	1.723	0.14887
Linear R ² =0,17	1	19.64139	1.433	0.23749
Quadrático R ² = 0.84	1	80.06505	5.843	0.01975
Cúbico R ² = 0,87	1	2.490838	0.182	*****
Quártico R ² = 1,00	1	15.83225	1.155	0.28816
Quintico R ² =1.00	1	0.3944480E-03	0.000	*****
Resíduo	45	13.70342		
CV (%)	3,93			

TABELA 3A-Análise de variância dos dados referentes à produção de ovos por ave alojada de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	24.63167	0.928	*****
Tratamento	5	50.71334	1.911	0.11135
Linear R ² =0,20	1	50.32720	1.896	0.17533
Quadrático R ² = 0.91	1	179.6748	6.769	0.01251
Cúbico R ² = 0,91	1	0.6023995	0.023	*****
Quártico R ² = 1,00	1	22.50026	0.848	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.4620552	0.017	*****
Resíduo	45	26.54376		
CV (%)	5,54			

TABELA 4A-Análise de variância dos dados referentes aos ovos comercializáveis de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	5.594444	1.334	0.24698
Tratamento	5	2.350000	0.560	*****
Linear R ² =0,37	1	4.321429	1.030	0.31552
Quadrático R ² = 0,37	1	0.4285714E-01	0.010	*****
Cúbico R ² = 0,60	1	2.722222	0.649	*****
Quártico R ² = 0,70	1	1.157143	0.276	*****
Quintico R ² =1,00	1	3.506349	0.836	*****
Resíduo	45	4.194444		
CV (%)	2,01			

TABELA 5A- Análise de variância dos dados referentes ao peso dos ovos de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.1868578	3.238	0.00413
Tratamento	5	1.591572	27.577	0.00000
Linear R ² =0,91	1	7.268527	125.939	0.00000
Quadrático R ² = 0,98	1	0.4989806	8.646	0.00516
Cúbico R ² = 0,98	1	0.3776668E-01	0.654	*****
Quártico R ² = 1,00	1	0.1367990	2.370	0.13067
Quintico R ² =1,00	1	0.1578502E-01	0.274	*****
Resíduo	45	0.5771455E-01		
CV (%)	2,12			

TABELA 6A-Análise de variância dos dados referentes à massa de ovos de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.4545370	2.133	0.04610
Tratamento	5	2.499415	11.729	0.00000
Linear R ² =0,73	1	9.101344	42.708	0.00000
Quadrático R ² = 0,95	1	2.717504	12.752	0.0086
Cúbico R ² = 0,95	1	0.2036311E-02	0.010	*****
Quártico R ² = 1,00	1	0.6608108	3.101	0.08504
Quintico R ² =1,00	1	0.1538255E-01	0.072	*****
Resíduo	45	0.2131049		
CV (%)	4,32			

TABELA 7A-Análise de variância dados referentes à conversão alimentar por massa de ovos de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.6981956E-02	0.731	*****
Tratamento	5	0.6437167E-01	6.740	0.00009
Linear R ² =0.56	1	0.1816403	19.020	0.00007
Quadrático R ² = 0.91	1	0.1102406	11.543	0.00143
Cúbico R ² = 0,92	1	0.3615334E-02	0.379	*****
Quártico R ² = 0,98	1	0.1838700E-01	1.925	0.17210
Quintico R ² =1.00	1	0.7975115E-02	0.835	*****
Resíduo	45	0.9550156E-02		
CV (%)	3,97			

TABELA 8A-Análise de variância dos dados referentes à conversão alimentar por dúzia de ovos de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.2201370E-03	1.380	0.22546
Tratamento	5	0.2336431E-03	1.465	0.22015
Linear R ² =0.56	1	0.5424321E-03	3.401	0.07175
Quadrático R ² = 0.91	1	0.4926606E-03	3.089	0.08563
Cúbico R ² = 0,92	1	0.1136056E-06	0.001	*****
Quártico R ² = 0,98	1	0.5733175E-04	0.359	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.7567734E-04	0.474	*****
Resíduo	45	0.1594956E-03		
CV (%)	3,78			

TABELA 9A-Análise de variância dos dados referentes à viabilidade de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	35.01157	0.706	*****
Tratamento	5	58.85417	1.187	0.33078
Linear R ² =0.27	1	80.58036	1.625	0.20897
Quadrático R ² = 0.70	1	125.7440	2.535	0.11832
Cúbico R ² = 0,87	1	50.00000	1.008	0.32071
Quártico R ² = 0,99	1	35.71429	0.720	*****
Quintico R ² =1.00	1	2.232143	0.045	*****
Resíduo	45	49.59491		
CV (%)	7,24			

TABELA 10A-Análise de variância dos dados referentes à variação de peso das aves de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	37.11111	2.796	0.01076
Tratamento	5	12.42667	0.936	*****
Linear R ² =0.00	1	0.142857	0.011	*****
Quadrático R ² = 0.26	1	15.74405	1.186	0.28187
Cúbico R ² = 0,60	1	21.12500	1.592	0.21357
Quártico R ² = 0,84	1	15.08929	1.137	0.29197
Quintico R ² =1.00	1	10.03214	0.756	*****
Resíduo	45	13.27111		
CV(%)	84,07			

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

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.1958222E-02	2.106	0.04886
Tratamento	5	0.1112427E-02	1.197	0.32618
Linear R ² =0.74	1	0.4089806E-02	4.399	0.04161
Quadrático R ² = 0.90	1	0.8928048E-03	0.960	*****
Cúbico R ² = 0,91	1	0.7938000E-04	0.085	*****
Quártico R ² = 0,91	1	0.2172857E-04	0.023	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.4784143E-03	0.515	*****
Resíduo	45	0.9297156E-03		
CV (%)	3,19			

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

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.1392971E-01	2.192	0.04056
Tratamento	5	0.1508225	23.728	0.00000
Linear R ² =0.87	1	0.6530674	102.744	0.00000
Quadrático R ² =0,99	1	0.9058420E-01	14.251	0.00046
Cúbico R ² = 0,99	1	0.5030045E-02	0.791	*****
Quártico R ² = 0,99	1	0.3643214E-04	0.006	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.5394432E-02	0.849	*****
Resíduo	45	0.6356230E-02		
CV (%)	2,40			

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

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.9315086E-01	2.333	0.02976
Tratamento	5	0.4223731	10.578	0.00000
Linear R ² =0.82	1	1.737622	43.516	0.00000
Quadrático R ² = 0.96	1	0.2960630	7.414	0.00917
Cúbico R ² = 0,97	1	0.1885682E-01	0.472	*****
Quártico R ² = 0,99	1	0.3809556E-01	0.954	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.2122801E-01	0.532	*****
Resíduo	45	0.3993033E-01		
CV (%)	2,73			

TABELA 14A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de casca de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.1435261	2.491	0.02104
Tratamento	5	0.2641177	4.583	0.00183
Linear R ² =0.82	1	1.085864	18.844	0.00008
Quadrático R ² = 0.94	1	0.1512058	2.624	0.11224
Cúbico R ² = 0,95	1	0.1484939E-01	0.258	*****
Quártico R ² = 0,96	1	0.1275750E-01	0.221	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.5591147E-01	0.970	*****
Resíduo	45	0.5762433E-01		
CV (%)	2,91			

TABELA 15A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de gema de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.4234881	1.963	0.06665
Tratamento	5	0.8052347	3.733	0.00653
Linear R ² =0.64	1	2.592514	12.020	0.00117
Quadrático R ² = 0.70	1	0.2414019	1.119	0.29573
Cúbico R ² = 0,81	1	0.4355556	2.019	0.16219
Quártico R ² = 0,87	1	0.2262914	1.049	0.31117
Quintico R ² =1.00	1	0.5304102	2.459	0.12385
Resíduo	45	0.2156895		
CV (%)	1,63			

TABELA 16A-Análise de variância dos dados referentes à porcentagem de albúmen de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	1.003242	3.794	0.00127
Tratamento	5	0.4431270	1.676	0.15997
Linear R ² =0.14	1	0.3158813	1.195	0.28023
Quadrático R ² =0,15	1	0.9068571E-02	0.034	*****
Cúbico R ² = 0,42	1	0.6079369	2.299	0.13645
Quártico R ² = 0,58	1	0.3416014	1.292	0.26173
Quintico R ² =1.00	1	0.9411468	3.559	0.06568
Resíduo	45	0.2644389		
CV (%)	0,81			

TABELA 17A-Análise de variância dos dados referentes ao diâmetro dos ovos de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.7877778E-01	0.493	*****
Tratamento	5	0.3756947	2.352	0.05579
Linear R ² =0.65	1	1.229765	7.700	0.00801
Quadrático R ² = 0.81	1	0.2956876	1.851	0.18039
Cúbico R ² = 0,84	1	0.4950756E-01	0.310	*****
Quártico R ² = 0,94	1	0.1872057	1.172	0.28472
Quintico R ² =1.00	1	0.1163073	0.728	*****
Resíduo	45	0.1597102		
CV (%)	1,47			

TABELA 18A-Análise de variância dos dados referentes à altura dos ovos de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.4153252	2.215	0.03854
Tratamento	5	1.661824	8.862	0.00000
Linear R ² =0.74	1	6.177682	32.944	0.00000
Quadrático R ² = 0.96	1	1.824670	9.730	0.00316
Cúbico R ² = 0,97	1	0.4195339E-01	0.224	*****
Quártico R ² = 0,99	1	0.1608004	0.857	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.1040143	0.555	*****
Resíduo	45	0.1875225		
CV (%)	1,35			

TABELA 19A-Análise de variância dos dados referentes à gravidade específica de acordo com a relação de metionina mais cistina com lisina.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.	F	Signif.
Bloco	9	0.3576424E-04	1.026	0.43461
Tratamento	5	0.4200700E-05	0.120	*****
Linear R ² =0.10	1	0.2008929E-05	0.058	*****
Quadrático R ² = 0.18	1	0.1782964E-05	0.051	*****
Cúbico R ² = 0,20	1	0.4201389E-06	0.012	*****
Quártico R ² = 0,20	1	0.6603571E-07	0.002	*****
Quintico R ² =1.00	1	0.1672543E-04	0.480	*****
Resíduo	45	0.3486166E-04		
CV (%)	0.550			