

REGINA TIE UMIGI

**REDUÇÃO DA PROTEÍNA UTILIZANDO-SE O CONCEITO DE
PROTEÍNA IDEAL E NÍVEIS DE TREONINA DIGESTÍVEL EM DIETAS
PARA CODORNA JAPONESA EM POSTURA**

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
2009

REGINA TIE UMIGI

REDUÇÃO DA PROTEÍNA UTILIZANDO-SE O CONCEITO DE PROTEÍNA
IDEAL E NÍVEIS DE TREONINA DIGESTÍVEL EM DIETAS PARA
CODORNA JAPONESA EM POSTURA

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: 29 de junho de 2009

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Co-orientador)

Prof. Juarez Lopes Donzele
(Co-orientador)

Prof. Rogério Pinto

Prof^a. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto
(Orientador)

A Deus, por estar sempre guiando meus passos,
Aos meus pais Luiz e Alice pelo total apoio e incentivo,
Às minhas irmãs Rosy, Patrícia e Nely,
A minha querida sobrinha Julia
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.

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

Ao professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto pela orientação, pelos ensinamentos fundamentais, pela confiança em meus trabalhos e pela amizade.

Aos professores Juarez Lopes Donzele e Paulo Cezar Gomes, pela orientação e pelos valiosos conselhos.

Aos professores Rogério Pinto e Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, pela atenção e colaboração no enriquecimento deste trabalho.

Ao professor George Henrique Kling de Moraes e aos estudantes de pós-graduação Anderson Barbosa e Elisa Muller pela ajuda nas análises de laboratório.

Aos estagiários Renata, Mariele, Letícia, Alcy e Rodrigo pela dedicação, seriedade e amizade durante a condução destes experimentos.

Aos amigos Marcelle, Carlos, Alfredo, Roque e Heder pela ajuda fundamental prestada no decorrer do experimento.

Aos amigos de curso Tatiana, Renata e Maurício pela convivência durante o decorrer do curso.

Às irmãs Sheila e Ana Paula Martins Pereira pela amizade e convivência durante a permanência nesta cidade.

Aos funcionários do setor de Avicultura - DZO, da Universidade Federal de Viçosa, em especial, ao Mauro, Elísio, Adriano e José Lino pelo auxílio, colaboração e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em especial, Márcia, Celeste, Rosana, Adilson e Venâncio que foram importantes para realização do curso.

Ao amigo Edson dos Santos pela paciência e colaboração no decorrer do curso.

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

BIOGRAFIA

REGINA TIE UMIGI, filha de Luiz Takachidi Umigi e Alice Satie Yamada Umigi, nasceu em Itatiba, Estado de São Paulo, no dia 13 de maio de 1979.

Em abril de 1999, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em janeiro de 2004.

Em março de 2004, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se aos exames finais em fevereiro de 2006.

Dando continuidade aos estudos, em março de 2006, 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 em junho de 2009.

ÍNDICE

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
Capítulo 1 - Redução de proteína da dieta utilizando-se o conceito de proteína ideal para codorna japonesa em postura	1
RESUMO.....	2
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1. Conceito de proteína ideal	6
2.1.1. Proteína ideal como estratégia nutricional para minimizar a excreção de nutrientes	7
2.1.2. Imbalanço de aminoácidos	9
2.2. Níveis de proteína e de energia sobre o desempenho das codornas	12
2.3. Níveis de proteína sobre a qualidade do ovo de codorna	15
2.4. Alguns aspectos sobre a qualidade interna e externa do ovo de codorna	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1. Consumo de ração e produção de ovos	26
4.2. Peso do ovo, massa de ovos e conversão alimentar	29
4.3. Componentes dos ovos	31
4.4. Diâmetro e altura dos ovos e gravidade específica	32
4.5. Peso inicial, final, mudança de peso e viabilidade	34
4.6. Peso da carcaça, gordura abdominal, peso relativo do fígado e ácido úrico no soro sanguíneo	35
4.7. Excreção de nitrogênio	37
5. CONCLUSÃO.....	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40

Capítulo 2 - Níveis nutricionais de treonina digestível para codorna japonesa na fase de produção	48
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	53
2.1. Utilização do conceito de proteína ideal para codornas.....	53
2.2. Efeitos dos níveis de suplementação de treonina na dieta das poedeiras.....	55
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	60
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
4.1. Consumo de ração e produção de ovos	68
4.2. Peso do ovo, massa de ovos e conversão alimentar	70
4.3. Peso inicial, final e mudança de peso corporal das aves	72
4.4. Componentes dos ovos e gravidade específica	73
5. CONCLUSÃO.....	75
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

RESUMO

UMIGI, Regina Tie, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2009. **Redução da proteína utilizando-se o conceito de proteína ideal e níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-orientadores: Paulo Cezar Gomes e Juarez Lopes Donzele.

Dois experimentos foram conduzidos, sendo que no primeiro objetivou-se avaliar o efeito da redução de proteína, utilizando-se o conceito de proteína ideal e no segundo objetivou-se determinar a exigência de treonina digestível para codorna japonesa em postura. No primeiro experimento, foram utilizadas 480 codornas, durante 84 dias. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, oito repetições e 10 aves por unidade experimental. As dietas experimentais permaneceram isocalóricas (2.900 kcal de EM/kg) e consistiram em seis níveis decrescentes de proteína (22, 21, 20, 19, 18 e 17% de PB). Os parâmetros estudados foram: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de proteína (mg/ave/dia), produção de ovos por ave dia (%), 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), mudança de peso (g), viabilidade (%), componentes dos ovos (gema (g e %), albúmen (g e %) e casca (g e %)), altura e diâmetro dos ovos (mm) e gravidade específica (g/cm³), excreção de nitrogênio (%), peso relativo do fígado (g) e peso de gordura abdominal (g). Concluiu-se que o nível de proteína bruta da ração, para codorna japonesa em fase de postura, pode ser reduzido de 22 a 17% sem prejudicar o desempenho dos animais desde que as rações sejam devidamente suplementadas com os aminoácidos essenciais limitantes. No segundo experimento, foram utilizadas 400 codornas, durante 63 dias. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e 10 aves por unidade experimental. A dieta basal foi deficiente em treonina, contendo 17,8% de proteína

bruta, 2.900 kcal de EM/kg, sendo suplementada com cinco níveis de L- treonina 98% (0,000; 0,052; 0,104; 0,156 e 0,208%), correspondendo à relação treonina digestível:lisina digestível de 0,55; 0,60; 0,65; 0,70 e 0,75, respectivamente para compor os tratamentos experimentais. As variáveis estudadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de treonina (mg/ave/dia), produção de ovos por ave dia (%), 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), mudança de peso (g), componentes dos ovos (gema (g e %), albúmen (g e %) e casca (g e %)) e gravidade específica (g/cm³). Conclui-se que para proporcionar os melhores resultados de desempenho e qualidade de ovos, a codorna japonesa exige 0,55% de treonina digestível, para um consumo diário de 144,61 mg de treonina digestível/ave, correspondendo à relação treonina digestível: lisina digestível de 0,55.

ABSTRACT

UMIGI, Regina Tie, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2009. **Reduction of protein using the ideal protein concept and digestible threonine levels in diets for laying japanese quail.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-advisers: Paulo Cezar Gomes and Juarez Lopes Donzele.

Two experiments were conducted, and the first was carried out to assess the effect of reduction of protein, using the ideal protein concept in diets for laying Japanese quail and the second aimed to determine the digestible threonine requirement for laying Japanese quail. The first experiment was used four hundred and eighty quails, during 84 days. A complete randomized experimental design was used with six treatments, eight replicates and ten quail per experimental unit. The experimental diets were isocaloric (2.900 kcal ME/kg) and consisted of six decreasing protein levels (22, 21, 20, 19, 18 and 17% CP). The following parameters were evaluated: feed intake (g/quail/day), protein intake (mg/quail/day), egg production (%), production of commercial eggs (%), egg weight (g), egg mass (g/quail/day), feed conversion (kg feed/kg egg), feed conversion (kg feed /egg dozen), weight gain (g), egg quality (yolk (g and %), albumen (g and %) and shell (g and %)), egg length and width (mm) and specific gravity (g/cm³), nitrogen excretion (%), relative weight of liver (g) and weight of abdominal fat (g). In conclusion that the level of crude protein for laying Japanese quail can be reduced (22 to 17% CP) without affecting the performance of the animals since diets are supplemented with limiting essential amino acids. The second experiment was used four hundred quails, during 63 days. A complete randomized experimental design was used with five treatments, eight replicates and ten quail per experimental unit. The basal diet was deficient in threonine, containing 17.8% of crude protein, 2.900 kcal of ME/kg and supplied with five levels of L-threonine 98% (0.000; 0.052; 0.104; 0.156 and 0.208%), corresponding of digestible threonine: digestible lysine ratio 0.65; 0.70; 0.75; 0.80 and 0.85, respectively to compose the experimental treatments. The following parameters were evaluated: feed intake (g/quail/day), threonine intake

(mg/quail/day), egg production (%), production of commercial eggs (%), egg weight (g), egg mass (g/quail/day), feed conversion (kg feed/kg egg), feed conversion (kg feed /egg dozen), weight gain (g), egg quality (yolk (g and %), albumen (g and %) and shell (g and %)) and specific gravity (g/cm^3). It is ended that, the Japanese quail demand 0.55% of digestible threonine to provide the best productive performance and quality of eggs, for a daily consumption of 144.61 mg of digestible threonine/quail, corresponding to the digestible threonine: digestible lysine ratio of 0.55.

CAPÍTULO 1

REDUÇÃO DE PROTEÍNA DA DIETA UTILIZANDO-SE O CONCEITO DE PROTEÍNA IDEAL PARA CODORNA JAPONESA EM POSTURA

RESUMO

UMIGI, Regina Tie, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2009. **Redução de proteína da dieta utilizando-se o conceito de proteína ideal para codorna japonesa em postura.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-orientadores: Paulo Cezar Gomes e Juarez Lopes Donzele.

O experimento foi conduzido a fim de avaliar o efeito da redução de proteína, utilizando-se o conceito de proteína ideal em dietas para codorna japonesa em postura. Foram utilizadas 480 codornas, com idade inicial de 222 dias e com taxa de postura de 95,6%, durante 84 dias. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, oito repetições e 10 aves por unidade experimental. As dietas experimentais permaneceram isocalóricas (2.900 kcal de EM/kg) e consistiram em seis níveis decrescentes de proteína (22, 21, 20, 19, 18 e 17% de PB), sendo a suplementação dos aminoácidos sintéticos realizada em substituição ao amido. Os parâmetros estudados foram: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de proteína (mg/ave/dia), produção de ovos por ave dia (%), 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), mudança de peso (g), viabilidade (%), componentes dos ovos (gema (g e %), albúmen (g e %) e casca (g e %)), altura e diâmetro dos ovos (mm) e gravidade específica (g/cm³), excreção de nitrogênio (%), peso relativo do fígado (g) e peso de gordura abdominal (g). Observou-se diferença significativa apenas para consumo de proteína (P<0,01) e altura do ovo (P<0,05). Concluiu-se que o nível de proteína bruta da ração, para codorna japonesa em fase de postura, pode ser reduzido de 22 a 17% sem prejudicar o desempenho dos animais desde que as rações sejam devidamente suplementadas com os aminoácidos essenciais limitantes.

ABSTRACT

UMIGI, Regina Tie, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2009. **Reduction of protein in the diet using the ideal protein concept for laying Japanese quail.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-advisers: Paulo Cezar Gomes and Juarez Lopes Donzele.

The experiment was carried out to assess the effect of reduction of protein, using the ideal protein concept in diets for laying Japanese quail. It was used four hundred and eighty quails, with 222 days old and with 95.6% of the rate egg production, during 84 days. A complete randomized experimental design was used with six treatments, eight replicates and ten quail per experimental unit. The experimental diets were isocaloric (2.900 kcal ME/kg) and consisted of six decreasing levels of protein (22, 21, 20, 19, 18 and 17% CP), and supplementation of synthetic amino acids in place of starch. The following parameters were evaluated: feed intake (g/quail/day), protein intake (mg/quail/day), egg production (%), production of commercial eggs (%), egg weight (g), egg mass (g/quail/day), feed conversion (kg feed/kg egg), feed conversion (kg feed /egg dozen), weight gain (g), egg quality (yolk (g and %), albumen (g and %) and shell (g and %)), egg length and width (mm) and specific gravity (g/cm³), nitrogen excretion (%), relative weight of liver (g) and weight of abdominal fat (g). A significant effect was observed in the protein intake (P<0.01) and egg width (P<0.05). In conclusion that the level of crude protein for laying Japanese quail can be reduced (22 to 17% CP) without affecting the performance of the animals since diets are supplemented with limiting essential amino acids.

1. INTRODUÇÃO

A criação de codorna japonesa no Brasil iniciou-se no final da década de cinquenta, sendo verificada a época de maior produção somente entre os anos de 1986 e 1988. No entanto, segundo dados do IBGE (2007), têm-se observado uma retomada crescente na exploração da coturnicultura, destacando-se a região Sudeste com 58,40% do efetivo de codornas, seguido pelas regiões Nordeste com 18,45%, Sul com 15,29%, Centro-Oeste com 6,99% e Norte com 0,87%.

Os principais fatores que têm contribuído para a criação de codornas são o seu rápido crescimento, maturidade sexual precoce (40 dias), alta taxa de postura e persistência na produção de ovos, elevada densidade de criação, elevada vida produtiva, baixo investimento e rápido retorno do capital investido (Albino & Barreto, 2003). Tais vantagens têm despertado interesses de pesquisadores da área avícola, no sentido de desenvolver trabalhos que venham a contribuir com o maior aprimoramento desta exploração como uma fonte rentável na produção avícola.

Para viabilizar uma exploração racional de codornas, seja para a produção de ovos, seja para produção de carne, torna-se necessária a realização de pesquisas, visando à obtenção de exigências nutricionais definidas para a adoção de programas adequados de alimentação, manejo e sanidade (Murakami, 2002).

Apesar da produção de ovos de codornas estar sendo considerada uma atividade de interesse econômico dentro da avicultura, ela tem tido ainda pouco respaldo de pesquisa no Brasil. As pesquisas com codornas basicamente iniciaram na década de 90 e têm aumentado aos poucos, uma vez que os grupos de pesquisa em codornas estão se estruturando e consolidando em diversas instituições.

As formulações de rações para codornas baseiam-se, muitas vezes, em dados estrangeiros, como o National Research Council - NRC (1994) e o Institut National de la Recherche Agronomique - INRA (1999), pouco condizentes com as condições brasileiras, comprometendo às vezes os dados da produtividade, ou são feitos

extrapolações dos valores nutricionais constantes nas tabelas de exigências de frangos de corte e/ou galinhas poedeiras.

Tem se recomendado formular dietas com o conceito de proteína ideal, em que não existam deficiências e nem excessos dos aminoácidos. Em função das facilidades de compra, e de preços compatíveis, há uma crescente prática de se incorporar aminoácidos sintéticos nas rações, permitindo obter rações de mínimo custo e com teores de proteína bruta (PB) inferiores aos recomendados nas tabelas de exigências nutricionais (Silva, 1996).

Além disso, o excesso de proteína na ração pode elevar a excreção de nitrogênio e aumentar a poluição ambiental, especialmente em regiões com grande número de granjas. Entretanto, a simples redução do nível de proteína na ração, sem a devida suplementação dos aminoácidos essenciais, pode diminuir o consumo de ração e a produção de ovos, além de alterar o comportamento social das aves, resultando em canibalismo.

Portanto, o objetivou-se com este trabalho estudar a redução do nível protéico das dietas, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para codornas japonesas na fase de postura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Conceito de proteína ideal

O conceito de proteína ideal foi primeiro definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento. De acordo com Parsons & Baker (1994) a proteína ideal trata-se de uma mistura de aminoácidos ou de proteínas com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capaz de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, para favorecer a deposição protéica com máxima eficiência. Segundo Penz Jr (1996), para ser ideal, a proteína ou a combinação não deve possuir aminoácidos em excesso. Assim, os aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e máxima deposição protéica. Por sua vez, Emmert & Baker (1997) concluíram que a proteína ideal pode ser definida como o balanceamento exato dos aminoácidos, sem deficiências ou sobras, com o objetivo de satisfazer os requisitos absolutos de todos os aminoácidos para manutenção e para ganho máximo de proteína corporal, reduzindo o uso de aminoácidos como fonte de energia e diminuindo a excreção de nitrogênio.

O ponto de partida para a formulação de dietas corretamente balanceadas, com base no conceito de proteína ideal, é a estimativa da exigência de lisina, pois este tem sido o aminoácido referência no estabelecimento das exigências de proteína e de outros aminoácidos. Isto indica que qualquer aminoácido pode se relacionar à lisina, de modo que, se sua exigência for alterada por algum fator, serão alterados simultaneamente as exigências dos demais (Baker & Han, 1994).

Na aplicação desta teoria, cuidados devem ser tomados, uma vez que ainda não tem sido provado que as relações de aminoácidos encontrados em condições de temperaturas controladas ou nos países de climas temperados é semelhante às

relações de aminoácidos ideais para a criação de aves em ambientes não controlados ou nos trópicos (Tejedor, 2002).

2.1.1. Proteína ideal como estratégia nutricional para minimizar a excreção de nutrientes

Atualmente, recomenda-se formular dietas com o conceito de proteína ideal, em que não existam deficiências e nem excessos dos aminoácidos. Em função das facilidades de compra, e de preços compatíveis, há uma crescente prática de se incorporar aminoácidos sintéticos nas rações, permitindo obter rações de mínimo custo e com teores de proteína bruta inferiores aos recomendados nas tabelas de exigências nutricionais (Silva, 1996). Entretanto, a simples redução no nível de proteína da ração, sem a devida suplementação dos aminoácidos essenciais, diminui o consumo de ração e a produção de ovos, além de alterar o comportamento social das aves, resultando em canibalismo (Peganova & Eder, 2003).

Grandes quantidades de nitrogênio são excretadas pelas aves, que representa os resíduos do metabolismo das proteínas no organismo animal. Embora o nitrogênio seja de grande valor como fertilizantes nas plantações, existe um limite para a quantidade que pode ser aplicada por hectare, dependendo da cultura, tipo de solo e drenagem. O excesso de nitrogênio pode causar dano à cultura e é especialmente prejudicial aos rios e às reservas de águas de profundidade (Pavan et al., 2005).

As aves excretam a maior parte do nitrogênio do catabolismo das proteínas orgânicas na forma de ácido úrico. A maior parte do ácido úrico é sintetizado no fígado, podendo ocorrer também ao nível renal (Wiggins et al., 1982).

Os rins das aves secretam ácido úrico para a urina e também conseguem remover o ácido úrico do sangue de forma eficiente. Os níveis de ácido úrico no sangue são de 5 a 10 mg/100ml, sendo que uma ave adulta consegue eliminar de 4 a 5 g por dia (Bertechini, 2006).

Avaliando cinco níveis de proteína (16, 18, 20, 22 e 24% de PB) e três níveis de energia (2.850, 2.950 e 3.050 kcal de EM/kg), sobre os parâmetros sanguíneos de codornas japonesas em fase de postura, Pinto et al. (1998) não observaram efeito significativo dos níveis de proteína das rações sobre o teor de ácido úrico no soro sanguíneo. Os autores sugeriram que este resultado esteja relacionado com a aparente mobilização protéica corporal, para suprir as exigências de manutenção e produção de ovos, já que os animais diminuíram o consumo com o aumento dos níveis energéticos das rações e também perderam peso no período experimental final, em relação aos períodos iniciais.

Mamoru (2001) ao analisar a redução da excreção de nutrientes em aves e suínos por meio de ajustes nas dietas, constatou que é possível reduzir a excreção de nitrogênio em aproximadamente 30, 10 e 20% em suínos, frangos de corte e galinhas poedeiras, respectivamente, a partir da suplementação de aminoácidos nas rações formuladas com baixo teor de PB, sem causar declínio na produção. Mas o autor ressaltou que são necessários mais estudos nesta área.

Analisando a excreção de nitrogênio em codornas japonesas na fase de postura, Ohguchi et al. (1998) observaram decréscimo de 7% na excreção de nitrogênio quando as codornas foram alimentadas com dieta contendo 22% de PB em comparação àquelas que consumiram dieta contendo 24% de PB. Entretanto, Minoguchi et al. (2001) ao avaliar diferentes níveis de PB (24, 20 e 18%) em dietas para codornas japonesas, obtiveram redução de 28% na excreção de nitrogênio quando a dieta foi reduzida de 24 para 20% de PB, o que corresponde a um decréscimo de 7% para cada unidade de PB.

Ao estudar a retenção de nitrogênio em galinhas poedeiras vermelhas com 24 semanas de idade, utilizando-se dietas com diferentes níveis de PB (17, 15 e 13%), Meluzzi et al. (2001) verificaram que a dieta contendo 15% de PB proporcionou ovos mais pesados e uma ligeira queda na deposição de massa de ovos. Não houve diferença para ingestão de nitrogênio entre os três níveis de PB testados. O nitrogênio fecal proporcionou decréscimo linear e significativo com a redução da

proteína na dieta e aproveitamento de 50% do nitrogênio ingerido. Considerando a proporção nitrogênio fecal e ingerido, a dieta contendo 15% de PB na dieta proporcionou melhor utilização do nitrogênio nas aves.

Avaliando a redução protéica em dietas para galinhas poedeiras com 36 semanas de idade, Keshavarz & Austic (2004) observaram que dietas com 13% de PB mais a adição dos aminoácidos essenciais (metionina, lisina e triptofano) como recomendado no NRC (1994) proporcionaram resultados semelhantes aos de uma dieta convencional com 16% de PB. No entanto, o desempenho das aves com a dieta convencional proporcionou melhor resultado para todas as características de produção avaliadas (produção de ovos, peso do ovo, massa de ovos, consumo de ração e conversão alimentar). Os autores também avaliaram o aproveitamento do nitrogênio das dietas pelas aves e verificaram que houve maior ingestão de nitrogênio nas aves controle, já que a dieta possuía maior porcentagem de PB. Não houve diferença para retenção e excreção percentual de nitrogênio, no entanto, houve diferença entre os tratamentos para o valor absoluto de excreção de nitrogênio pelas aves.

2.1.2. Imbalanço de aminoácidos

O aminoácido antagonista inibe de alguma maneira o metabolismo de seu análogo natural e, às vezes, produz um efeito semelhante à deficiência do aminoácido antagonizado. Esta inibição pode ser reversível ou irreversível, mas, de modo geral, a administração do aminoácido antagonizado provoca a reversão do fenômeno ou, pelo menos, impede que seja manifestado o sintoma de deficiência. Muitos dos aminoácidos naturais são estreitamente relacionados entre si com respeito à sua estrutura, podendo haver competição entre alguns destes aminoácidos análogos em diferentes graus e em vários estágios de metabolismo. Durante a síntese protéica, um aminoácido de estrutura semelhante ao outro pode substituí-lo acidentalmente na síntese de uma determinada proteína.

O antagonismo pode ocorrer quando as dietas apresentam níveis muito elevados de proteína, mas é mais acentuado em baixos níveis de proteína na dieta. As inter-relações ocorrem sempre que são fornecidas dietas cujas proporções entre aminoácidos estejam desequilibradas, também chamadas de dieta com desequilíbrio de aminoácidos. Uma dieta desequilibrada, ou seja, dieta que contenha quantidades abaixo das necessárias, de dois ou mais aminoácidos, produz um efeito semelhante àquele ocasionado pela deficiência de apenas um aminoácido (limitante). Ocorre redução do consumo alimentar e diminuição da síntese protéica no organismo, causando um aumento no metabolismo degradativo e na excreção de aminoácidos. A redução no consumo se deve a mudança no perfil dos aminoácidos plasmáticos, ativando os mecanismos reguladores do apetite. Este fato seria uma tentativa do organismo em diminuir os efeitos deletérios de uma dieta imbalaceada (Harper, 1970; Bertechini, 2006).

Os efeitos do antagonismo entre aminoácidos variam desde pequenas alterações no consumo alimentar e crescimento, até condições patológicas, dependendo dos aminoácidos envolvidos (Andriguetto et al., 2002).

Estas inter-relações são particularmente evidenciadas pelo antagonismo entre a lisina e a arginina e entre os aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina), mas outros aminoácidos podem também estar envolvidos.

O mecanismo do antagonismo dos aminoácidos de cadeia ramificada não é bem conhecido, acredita-se que haja uma competição pelo local de absorção; assim, durante a absorção da leucina há uma diminuição da absorção da valina e da isoleucina. Portanto, este antagonismo está relacionado com os níveis destes aminoácidos na dieta. O excesso de leucina na dieta determina uma diminuição dos níveis de valina e isoleucina no sangue, associado a um crescimento lento. Estudos têm demonstrado que o excesso moderado de leucina determina um pequeno aumento no catabolismo da valina e da isoleucina.

Outro caso de inter-relação é o antagonismo entre a lisina e a arginina. Neste antagonismo ocorre depressão no consumo alimentar, aumenta a degradação da

arginina via arginase, nos rins, aumentando conseqüentemente as perdas urinárias de arginina. Muitas destas alterações foram verificadas em pintos e, todas elas, com exceção das alterações na atividade da arginase, podem também ocorrer em mamíferos. Embora a competição pela absorção entre lisina e a arginina pareça não limitar a absorção da arginina no tubo intestinal, altos níveis de lisina no sangue prejudicam a reabsorção da arginina nos túbulos renais. Quando são administrados níveis excessivos de lisina para pintos, há um considerável aumento na excreção da arginina.

Alguns aminoácidos tais como fenilalanina, tirosina, histidina, leucina, ornitina e outros que aumentam marcadamente a atividade da arginase, também aumentam as exigências de arginina; ao passo que a treonina e a glicina, que deprimem a atividade da arginase, tendem a reduzir as exigências de arginina, conforme pesquisas realizadas em aves.

Existe também uma inter-relação entre metionina e a treonina. O excesso de metionina provoca uma diminuição de crescimento em função de uma deficiência secundária de treonina. Há uma marcada diminuição dos níveis de treonina no plasma e tecidos acompanhando um excesso de metionina. A “toxicidade” do excesso de metionina é prevenida apenas parcialmente pela treonina e também pela serina e glicina. É possível que estes dois últimos aminoácidos, que serão interconvertíveis, facilitem a oxidação da metionina, uma vez que a serina é um importante substrato para a conversão da metionina em cistina. A “toxicidade” da metionina ocorre principalmente por excesso de metionina na dieta antes devido a um desequilíbrio de aminoácidos.

2.2. Níveis de proteína e de energia sobre o desempenho de codornas

A exigência de PB da poedeira é usualmente considerada como estando diretamente relacionada com a produção de ovos. Assim, como a produção declina durante o ciclo de postura, as necessidades de PB diminuem também, uma vez que esta exigência depende da proteína requerida para manutenção da ave e para a produção de ovos (Murakami, 2002).

A taxa de postura e o tamanho do ovo possuem correlação positiva com o teor protéico da ração, e o menor consumo de proteína pelas aves submetidas a rações com altos níveis energéticos, resulta em uma piora na produção e na qualidade de ovos. Assim, faz-se necessário que o consumo de energia, de proteína e de aminoácidos essenciais esteja em balanço (Chwalibog & Baldwin, 1995).

De um modo geral, os alimentos protéicos são mais caros em relação aos energéticos e a sua administração em altas proporções, além de acarretar uma sobrecarga nos rins, que necessitam eliminar o nitrogênio em excesso, não trazem aumentos na produção. Entretanto, o excesso de proteína, além das necessidades do organismo, é desperdiçado com relação a sua função específica, pois ela não poderá ser armazenada (Andriguetto et al., 2002).

O ovo de codorna pesa aproximadamente 10g e contém 76% de água, 13% de proteína, 11,2% de gordura e 11% de cinzas, o que requer 1,31g de proteína para produção do ovo, e 0,3g para manutenção, ou um total de 1,61g de proteína. Se for considerada uma eficiência alimentar de 55%, pode-se inferir que a codorna necessitará de 2,93g de proteína por dia para produzir um ovo. Como as codornas consomem, em média, 20 a 22g de alimento por dia, a ração então deverá conter no mínimo 14,65% de proteína (Shim & Vohra, 1984).

Codornas japonesas na fase de produção foram estudadas por Begin & Insko Jr (1972) e os autores concluíram que as aves necessitavam de níveis maiores que 4,71g de proteína por dia para manterem uma taxa de postura entre 78 e 80%. Já Yamane et al. (1979) sugeriram um nível mínimo diário de 4,9g de proteína e de 63

kcal de energia metabolizável (EM) para codornas japonesas em postura. Discordando destes resultados apresentados, Allen & Young (1980) verificaram que a exigência diária de proteína para codornas em postura estava entre 2,9 e 3,5g.

Avaliando codornas poedeiras com 35 semanas de idade, alimentadas com rações à base de milho e farelo de soja, Pires Jr. (1981), constatou que ao nível de 20% de PB e 2800 kcal de EM/kg as aves apresentaram maior porcentagem de postura, ovos com maior peso e melhor conversão alimentar (kg ração/dz.), em comparação às aves que receberam dietas com níveis de PB, variando de 14 a 18% e níveis de EM, de 2.840 a 2.940 kcal/kg.

Estudando codornas poedeiras com diferentes idades, Schwartz & Allen (1981) verificaram que as codornas aos quatro, oito e doze meses de idade, atingiram máximo desempenho com dietas contendo 14,6, 16,5 e 18% de PB, respectivamente. Concluindo haver um decréscimo na utilização da proteína com o avanço da idade da ave.

Através de experimentos Shrivastav & Panda (1990) concluíram que o melhor desempenho foi obtido em codornas poedeiras alimentadas com dieta contendo 19% de PB e 2.700 kcal de EM/kg. Em contraste com os resultados descritos, Leeson & Summers (1997) verificaram, que para obter melhor desempenho, as codornas deveriam consumir dietas contendo 20% de PB e 2.950 kcal de EM/kg. Valores próximos aos recomendados pelo NRC (1994) que são de 20% de PB e 2.900 kcal de EM/kg. No entanto, o INRA (1999) propõe exigência de 19,2% de PB e 2.800 kcal de EM/kg.

Determinando os níveis protéicos sobre o desempenho de codornas em produção e reprodução, Shrivastav et al. (1993) verificaram menor porcentagem de produção de ovos/ave/dia, pior conversão alimentar e menor ganho de peso corporal das fêmeas que receberam dieta contendo 16% de PB. Os autores relataram que o peso dos ovos aumentou com o aumento do nível protéico da dieta, e com o passar do tempo, a qualidade do ovo não foi afetada entre os níveis de 19 e 25% de PB, não se verificando diferenças entre os tratamentos para fertilidade e eclodibilidade.

Annaka et al. (1993), estudando dietas com nível de energia de 2.900 kcal de EM/kg e diferentes níveis protéicos (12,2 a 28,2% de PB) sobre a performance das codornas japonesas de 10 a 56 semanas de idade, demonstraram que, para obtenção de maior massa de ovo e melhor conversão alimentar, as exigências foram 19,4 e 18,7% de PB, respectivamente, e que a eficiência para produção de ovos foi alcançada com dieta contendo 27,6% de PB.

Trabalhando com codornas na fase de postura, Pinto et al. (1998) avaliaram cinco níveis de proteína (16, 18, 20, 22 e 24%) e três níveis de energia (2.850, 2.950 e 3.050 kcal de EM/kg) e concluíram que para obter melhor performance produtiva, as dietas das codornas deveriam conter 22,42% de PB e 2.850 kcal de EM/kg. Estes resultados são superiores aos encontrados por Murakami et al. (1993) que determinaram exigência de 18% de PB e de 2.700 kcal de EM/kg.

Avaliando as características morfométricas do oviduto de codornas alimentadas com rações contendo três níveis de proteína (16, 20 e 24% de PB) e 2.900 kcal de EM/kg, Artoni et al. (2001) concluíram que as aves que receberam ração contendo 24% de PB obtiveram aumento na espessura da camada glandular do magno, ístmo e útero, o que pode resultar em melhoria no peso dos ovos e na espessura da casca.

Confrontando o efeito de duas rações com diferentes níveis de PB (20 e 23%) e isoenergéticas (3.000 kcal de EM/kg) para codorna japonesa em postura, Ribeiro et al. (2003) concluíram que as codornas alimentadas com dieta contendo 23% de proteína apresentaram melhores consumo de ração, peso dos ovos, massa de ovos, conversão alimentar e componentes dos ovos (gema e albúmen) em comparação as codornas que consumiram ração com 20% de PB.

Estudando diferentes níveis de PB (16, 18, 20, 22 e 24%) em dietas para codornas japonesas na fase de postura, Soares et al. (2003) determinaram que para a máxima produção de ovos, as codornas necessitam de 21,95% de PB na dieta.

Objetivando-se avaliar o efeito de diferentes níveis de PB (16, 18, 20 e 22%) e de EM (2.585, 2.685, 2.785 e 2.885 kcal de EM/kg) sobre o desempenho de

codornas de postura, Freitas et al. (2005) concluíram que as codornas japonesas têm o consumo regulado em função do nível de energia da ração. Para se obter maior produção de ovos e melhor conversão alimentar, a ração de postura deve conter 18% de PB e 2.585 kcal de EM/kg. Entretanto, se o objetivo for a obtenção de ovos com peso mais elevado, o nível de PB da ração deve aumentar para 21,16%.

2.3. Níveis de proteína sobre a qualidade do ovo de codorna

Os ovos são importantes fontes protéicas, sendo considerados alimentos ricos em proteína e com baixo teor de gordura, tendo na porção lipídica maiores concentrações de ácidos graxos insaturados.

A composição do ovo depende de vários fatores tais como: idade, tamanho, alimentação, estado sanitário das aves, sendo importante ressaltar que a idade influencia apenas no tamanho do ovo e não na composição dele. Outros fatores que influenciam o tamanho dos ovos são a genética, maturidade sexual e a presença de alguns nutrientes na dieta (Leeson & Summers, 2001).

O conhecimento das exigências protéicas para as aves poedeiras em fase de produção é de fundamental importância, uma vez que a produção e o tamanho dos ovos são dependentes da ingestão de proteínas.

Para as poedeiras, o nível de proteína na dieta é importante devido à grande quantidade necessária, deste nutriente, para a formação do material da gema e, especialmente, do albúmen do ovo. Uma vez que a habilidade das poedeiras em estocar proteína é limitada, além de o tamanho do ovo ser altamente dependente da sua ingestão diária, torna-se imprescindível que a concentração de proteína e o consumo de ração estejam adequados para atingir a produção de ovos desejada (Pesti, 1992).

Trabalhando com três linhagens de codornas japonesas (normal, marrom e o proveniente do cruzamento entre ambas as linhagens), Ri et al. (2005) avaliaram os efeitos dos níveis de PB (16 a 26% de PB) sobre os parâmetros de produção e

qualidade dos ovos e concluíram que as codornas provenientes do cruzamento apresentaram menor exigência de proteína (requerimento decresceu de 24 para 22%). Os autores também verificaram que tanto a produção de ovos como o peso dos ovos decresceram na medida em que houve a redução dos níveis de PB da dieta e ressaltaram a importância da suplementação dos aminoácidos essenciais nas dietas contendo baixos níveis de PB.

2.4. Alguns aspectos sobre a qualidade interna e externa do ovo de codorna

O ovo é um produto alimentício com proteínas de elevado valor biológico. Por esta razão, o ovo é considerado alimento de excelência na composição, contendo praticamente todos os nutrientes essenciais à alimentação humana. Essa proteína do ovo é considerada pelos nutricionistas “proteína padrão”, cujo valor de utilização de proteína final (NPU - net protein utilization) é igual a 100 (Bressan & Rosa, 2004).

Diversas pesquisas foram realizadas com o objetivo de avaliar e correlacionar medidas dos componentes internos e externos dos ovos. Para avaliar os parâmetros de qualidade interna são utilizados o rendimento de gema (g e %) e de albúmen (g e %) (Kul & Seker, 2004) e para avaliar a qualidade externa são utilizados a gravidade específica (Thompson & Hamilton, 1982; Nordstrom & Ousterhout, 1982 e Yannakopoulos & Tserveni-Gousi, 1986), o diâmetro e a altura dos ovos (Thompson et al., 1981; Albino & Barreto, 2003 e Kul & Seker, 2004) e o rendimento de casca (g e %) (Hamilton, 1982; Nordstrom & Ousterhout, 1982 e Kul & Seker, 2004).

O ovo de codorna normalmente possui forma oval-arredondada e as dimensões do ovo são de aproximadamente 3cm de comprimento e de 2,5cm de largura (Kul & Seker, 2004 e Thompson et al., 1981).

De modo geral, o ovo da codorna japonesa representa aproximadamente 6% do peso corporal, enquanto o da galinha corresponde a apenas 3%, o que significa

que a codorna se mostra mais eficiente na produção de ovos (Albino & Barreto, 2003).

Os ovos de codorna apresentam características estruturais e biofísicas diferentes dos ovos da galinha em muitos aspectos. A gema do ovo da codorna apresenta maior proporção em relação à clara do que os ovos de galinha. Do peso total, em média, o albúmen corresponde a 63,4%, a gema 28,5% e a casca 8,1% (Umigi et al., 2007; Pinheiro et al., 2007).

Nordstrom & Ousterhout (1982) buscando estimar o peso da casca a partir da gravidade específica e do peso do ovo, concluíram que o peso do ovo influencia nos resultados de gravidade específica e percentagem de casca, pois, a gravidade específica e a percentagem de casca diminuem com o aumento do peso o ovo.

Para se verificar a qualidade da casca, uma das análises mais utilizada é a da gravidade específica. Fatores nutricionais, temperatura, manejo, idade das aves, entre outros, podem afetar o valor da gravidade específica (Yannakopoulos & Tserveni-Gousi, 1986). Avaliando o efeito da idade das codornas (49 a 154 dias de idade) sobre a qualidade dos ovos, Yannakopoulos & Tserveni-Gousi (1986) concluíram que o valor da gravidade específica praticamente não variou (1,063 para 1,062 g/cm³). Pinheiro et al. (2007) avaliando diferentes níveis de triptofano em dietas para codornas japonesas, com 21 a 30 semanas de idade, verificaram que o valor médio da gravidade específica entre os tratamentos ficou em 1,075 g/cm³.

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 abril a julho de 2006, com duração de 84 dias.

Foram utilizadas 480 codornas japonesas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*) com 222 dias de idade, peso de $186,5 \pm 0,45\text{g}$ e com taxa inicial de postura de $95,6 \pm 1,9\%$.

Para compor as unidades experimentais, inicialmente, as aves com 208 dias de idade foram uniformizadas e alojadas nas gaiolas de acordo com a taxa de postura. Posteriormente, foram realizados acompanhamentos tanto da taxa de postura como do peso corporal, para que todas as unidades experimentais iniciassem o experimento nas mesmas condições.

O experimento foi desenvolvido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), constituído por seis tratamentos (22; 21; 20; 19; 18 e 17% de PB), oito repetições e 10 aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 100 x 23 x 20 cm (comprimento x largura x altura), dispostas em três andares, montadas em esquema de escada. Cada gaiola foi subdividida em duas repartições iguais de 50 cm, sendo alojadas dez aves em cada repartição, fornecendo uma área de $115 \text{ cm}^2/\text{ave}$. O comedouro e o bebedouro utilizados foram do tipo calha, em chapa metálica galvanizada, ambos percorrendo toda a extensão das gaiolas, sendo o comedouro na parte frontal e o bebedouro na parte posterior da gaiola.

Sobre o piso de cimento, abaixo das gaiolas, foi colocada uma camada de maravalha para absorver o excesso de umidade das excretas. O uso de cal sobre as excretas foi necessário, durante todo período experimental, para promover a redução da umidade e da concentração de amônia no interior do galpão.

O manejo diário consistiu em recolher e contabilizar os ovos (foram computados diariamente o número de ovos quebrados, trincados, com casca mole e

sem casca), fornecer a dieta, limpar os bebedouros e os aparadores de ovos e realizar leitura das temperaturas e umidade relativa do ar (UR). As temperaturas (°C) e a UR do ar foram monitoradas duas vezes ao dia, às 8:00 e às 16:00 horas, por meio de termômetros de máxima e de mínima e de bulbo seco e úmido, posicionados em um ponto central entre as fileiras das gaiolas, à altura das aves.

A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo período experimental.

As dietas foram formuladas para serem isocalóricas com 2.900 kcal de EM/kg e para atender as necessidades em aminoácido digestível da seguinte forma: relação metionina + cistina digestível: lisina digestível segundo Pinto et al. (2003a); relação treonina digestível: lisina digestível segundo Umigi et al. (2007) e relação triptofano digestível: lisina digestível segundo Pinheiro et al. (2007). A lisina digestível foi de acordo com Pinto et al. (2003b) e para os demais aminoácidos e suas relações com a lisina foram segundo o NRC (1994). As necessidades de cálcio e fósforo disponível foram baseadas nas indicações de Yakout (2004) e Costa et al. (2007), respectivamente. Os demais nutrientes foram baseados nas recomendações do NRC (1994). A adição dos aminoácidos sintéticos foi efetuada em substituição ao amido de milho. A composição química e valores nutricionais dos ingredientes utilizados na formulação da dieta foram obtidos em Rostagno et al. (2005). As composições percentuais e calculadas das dietas em função dos tratamentos encontram-se apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Composições percentuais e calculadas em função do tratamento para codornas na fase de produção com base na matéria natural

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	41,708	45,075	47,625	49,962	52,334	54,700
Farelo de soja (45%)	40,098	37,099	34,251	31,467	28,657	25,848
Farelo de glúten (60%)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Farelo de trigo	0,500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000
Amido de milho	3,000	2,167	1,815	1,386	0,864	0,329
Calcário	6,830	6,832	6,842	6,850	6,858	6,867
Óleo de soja	5,103	4,790	4,570	4,501	4,422	4,350
Fosfato Bicálcico	1,092	1,098	1,105	1,114	1,122	1,130
Sal	0,336	0,336	0,336	0,336	0,336	0,336
DL-metionina (99%)	0,339	0,363	0,387	0,411	0,435	0,460
L-lisina HCl (79%)	0,000	0,093	0,182	0,270	0,359	0,448
L-arginina (99%)	0,000	0,040	0,121	0,202	0,283	0,364
L-treonina (98%)	0,000	0,014	0,056	0,098	0,140	0,181
L-triptofano (99%)	0,000	0,000	0,015	0,030	0,045	0,060
L-isoleucina (99%)	0,120	0,170	0,222	0,273	0,324	0,374
L-valina (99%)	0,104	0,153	0,203	0,252	0,301	0,350
L-histidina (99%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,038
L-fenilalanina (99%)	0,000	0,000	0,000	0,078	0,167	0,256
L-leucina (99%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,070	0,139
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Surmax ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Calculada:						
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta (%)	22	21	20	19	18	17
Arginina digestível (%)	1,447	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406
Fenilalanina digestível (%)	1,030	0,981	0,932	0,955	0,987	1,020
Fenilalanina + Tirosina digestível (%)	1,738	1,655	1,573	1,564	1,564	1,564
Histidina digestível (%)	0,553	0,529	0,506	0,482	0,470	0,470
Isoleucina digestível (%)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Leucina digestível (%)	1,751	1,690	1,627	1,564	1,564	1,564
Lisina digestível (%)	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117	1,117
Metionina+Cistina digestível (%)	0,894	0,894	0,894	0,894	0,894	0,894
Metionina digestível (%)	0,614	0,624	0,634	0,644	0,654	0,665
Treonina digestível (%)	0,754	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
Triptofano digestível (%)	0,252	0,238	0,238	0,238	0,238	0,238
Valina digestível (%)	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028	1,028
Cálcio (%)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Fósforo disponível (%)	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150

¹ Composição/kg de produto: 160g de Manganês, 100g de Ferro, 100g de Zinco, 20g de Cobre, 2g de Cobalto, 2g de Iodo, 1000 g de Excipiente q.s.p.. ² Composição/kg de produto: 12.000.000 U.I. de Vit. A, 3.600.000 U.I. de Vit D₃, 3.500 U.I. de Vit. E, 2.500 mg de Vit B₁, 8.000 mg de Vit B₂, 5.000 mg de Vit B₆, 12.000 mg de Ácido pantotênico, 200 mg de Biotina, 3.000 mg de Vit. K, 1.500mg de Ácido fólico, 40.000 mg de Ácido nicotínico, 20.000mg de Vit. B₁₂, 150 mg de Selênio, 1.000g de Veículo q.s.p.. ³Avilamicina. ⁴Butil-hidróxi-tolueno.

O programa de iluminação utilizado foi de 17 horas de luz diária, permanecendo o mesmo até o término do período experimental. Este fornecimento de luz foi controlado por um relógio automático (timer), que permitiu acender e apagar as luzes automaticamente durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado em granjas comerciais.

Durante a realização do experimento, foram observados e avaliados os seguintes parâmetros:

a) Consumo de ração

Ao final de cada período, de 21 dias, foi dividida a quantidade de ração consumida pelo número de aves em 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. As sobras e os desperdícios foram pesados e descontados da quantidade de ração pesada para cada período. 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 e ovos comercializáveis

Os ovos foram coletados diariamente às 8:00 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). Também foi calculado o número médio de ovos comercializáveis durante o período experimental, retirando-se do total de ovos produzidos, os quebrados, os trincados e os anormais, considerando-se neste caso apenas a porcentagem de ovos viáveis à comercialização para cada tratamento.

c) Peso médio dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos, dentro de cada repetição foram pesados durante o 19, 20 e 21º dia de cada período de 21 dias, e para obtenção do peso médio no respectivo período, foi calculada a média dos pesos dos ovos obtidos durante os três dias de pesagem.

d) Massa de ovos

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

e) Conversão alimentar

Foram avaliadas a conversão por dúzia de ovos que foi 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).

f) Mudança de peso

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

g) Viabilidade

Ao final do experimento foi calculada a viabilidade utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Viabilidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de aves vivas} - \text{N}^\circ \text{ de aves mortas}}{\text{N}^\circ \text{ de aves vivas}} \times 100$$

h) 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 selecionados, de maneira aleatória do total de ovos íntegros coletados, durante o 19, 20 e 21º dia de cada período de 21 dias. 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, foram quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar, para posterior obtenção do seu peso. O peso do albúmen foi obtido entre a diferença do peso do ovo menos o peso da gema mais o peso da casca.

i) Diâmetro e altura dos ovos

No 19, 20 e 21º dia, de cada período de 21 dias, todos os ovos íntegros foram coletados e mensurados através de um paquímetro digital. O diâmetro e a altura dos ovos foram obtidos medindo-se a região equatorial do ovo e a região dos pólos, respectivamente.

j) Gravidade específica dos ovos

No 16, 17 e 18º dia de cada período de 21 dias, todos os ovos íntegros coletados foram imersos e avaliados em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas, sendo a densidade ou peso específico dos ovos medido com o auxílio de um densímetro.

k) Teor de nitrogênio na excreta

Ao final do período experimental de 84 dias, duas aves de cada unidade experimental, perfazendo um total de 16 aves por tratamento, foram selecionadas, de acordo com o peso médio de cada tratamento e foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado dispostas em baterias, com as dimensões de 96 x 37 x 16 cm (largura x profundidade x altura), dispostas em cinco andares e três divisórias por gaiola, sendo uma gaiola por andar. Em cada compartimento foram alojadas oito aves, fornecendo área de 148 cm² /ave. Sob o piso das gaiolas foi colocada uma bandeja de chapa metálica galvanizada, encapada com plástico, para a coleta das excretas. As gaiolas foram equipadas com comedouros e bebedouros do tipo calha, em chapa metálica galvanizada e PVC, respectivamente, ambos colocados percorrendo toda a extensão da gaiola, sendo o comedouro posicionado na parte frontal e o bebedouro na parte posterior da mesma.

As excretas foram coletadas em sacos plásticos, duas vezes/dia, por um período de três dias consecutivos. Após a coleta, o material foi processado em laboratório para a determinação do teor de nitrogênio contido nas excretas dos animais.

l) Teor de ácido úrico no soro e peso relativo dos órgãos

Terminada a coleta das excretas, as codornas selecionadas foram posteriormente identificadas para a coleta de sangue por pulsão cardíaca, com auxílio de seringas descartáveis, para a obtenção do soro. A determinação do ácido úrico no soro foi realizada pelo método enzimático colorimétrico segundo a metodologia do kit de análises. Os animais foram pesados e abatidos por deslocamento cervical para a obtenção do peso da carcaça eviscerada, peso relativo do fígado e gordura abdominal.

Os parâmetros foram submetidos a análises estatísticas de acordo com o programa Sistema para Análises Estatísticas - SAEG (2007), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, utilizando-se os procedimentos para análise de variância e na ocorrência de efeito significativo, as médias foram comparadas pelo teste de SNK (Student Newman-Keuls) ao nível de 5% de probabilidade.

O modelo estatístico para a análise de variância, foi:

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

Em que:

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

μ = média geral do experimento;

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

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máximas e mínimas encontradas durante o experimento foram de $25,7 \pm 4,3^{\circ}\text{C}$ e $16,1^{\circ} \pm 3,9\text{C}$, respectivamente, e a umidade relativa do ar dentro do galpão foi de $81,7 \pm 8,3\%$.

Considerando-se que a faixa de conforto térmico situa-se entre 18 e 21°C (Murakami & Ariki, 1998), pode-se inferir que as codornas estiveram expostas a condições de estresse por calor e frio durante certo período do dia (Gráfico 1). Contudo, este fato não indica ter afetado a produção das codornas, visto que o desempenho esteve dentro da faixa considerada normal para a espécie.

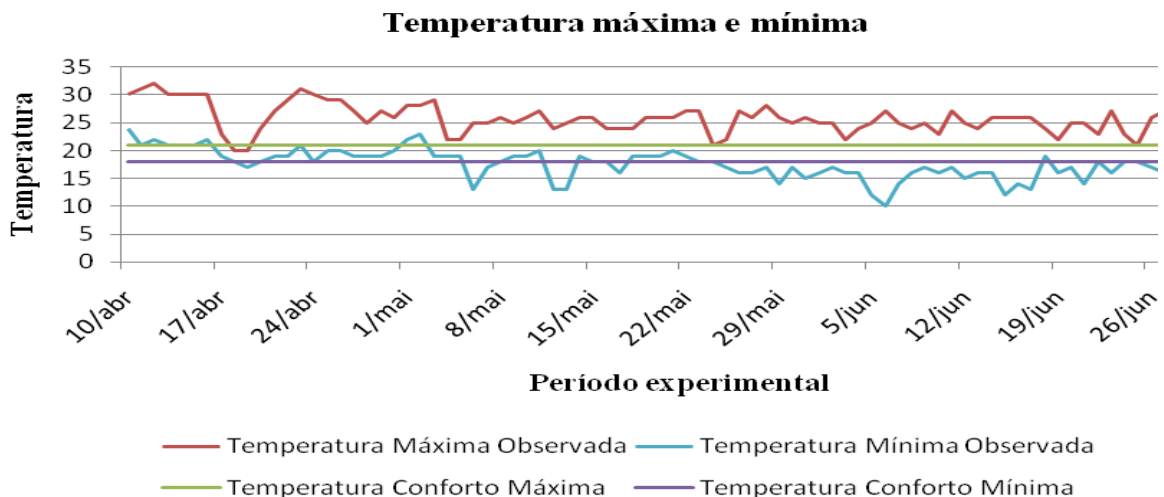


Gráfico 1 – Temperatura máxima e mínima observada durante o período experimental

4.1 – Consumo de ração, produção de ovos e viabilidade

Os dados de consumo de ração, consumo de proteína, produção de ovos por ave alojada e por ave/dia, produção de ovos comercializáveis e a viabilidade das codornas japonesas recebendo rações com diferentes níveis de PB estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Consumo de ração (CR), consumo de proteína (CP), produção de ovos por ave por dia (OAD), produção de ovos por ave alojada (OAA), produção de ovos comercializáveis (OC) e viabilidade (VIAB) de codornas japonesas em função da redução de proteína bruta na dieta

Parâmetros	Níveis de Proteína Bruta (%)						CV ¹ (%)
	22	21	20	19	18	17	
CR (g/ave/dia) ^{ns}	25,64	25,62	25,83	25,49	25,54	25,12	4,34
CP (g/ave/dia) ²	5,64 a	5,38 b	5,17 b	4,84 c	4,60 d	4,27 e	4,32
OAD (%) ^{ns}	90,36	92,75	91,97	91,39	90,70	90,43	6,02
OAA (%) ^{ns}	86,34	91,12	89,82	90,31	88,27	90,31	6,74
OC (%) ^{ns}	98,45	98,10	98,19	97,77	99,26	98,78	1,84
VIAB (%) ^{ns}	90,00	96,25	96,25	97,50	92,50	98,75	8,20

¹ CV = Coeficiente de Variação

² Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK (P>0,05)

ns= não significativo

Os níveis de PB não influenciaram (P>0,05) o consumo de ração (CR) e nenhum dos parâmetros de produção avaliados (Tabela 2). No entanto, houve redução (P<0,01) do consumo de proteína (CP) com a diminuição dos níveis de PB das dietas. A variação observada no CP pode ser justificada pelo fato do CR não ter variado entre os tratamentos. Portanto, o consumo diário de 4,27 g de proteína/ave/dia, observado no tratamento correspondente ao nível de 17% de PB foi suficiente para satisfazer as necessidades das codornas sem comprometer o desempenho.

A ausência de efeito significativo do nível de proteína sobre o consumo de ração em codornas japonesas também foi observada por Murakami (1993) e Mattos Filho et al. (1999).

De acordo com Harper (1970) e Bertechini (2006) a redução no consumo de ração se deve a mudança no perfil de aminoácidos plasmáticos, levando a ativação dos mecanismos reguladores do apetite. Este fato seria uma tentativa do organismo em diminuir os efeitos deletérios de uma dieta imbalanceada. Portanto, pode-se inferir que a redução de 5% no nível de PB, mantendo o valor nutricional da dieta,

não evidenciou o possível antagonismo entre lisina e arginina e dos aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, valina e isoleucina).

Pode ser observado na Tabela 2 que não houve influência ($P>0,05$) dos níveis de PB tanto para produção de ovos/ave/dia como para produção de ovos/ave alojada, portanto, verificou-se que o nível de 17% de PB foi o suficiente para a manutenção da taxa de postura (90,43 e 90,31%, respectivamente). Segundo Leeson & Summers (2001) quando se assume não haver deficiências nutricionais, os níveis de PB e de aminoácidos na dieta terão relativamente pouca influência sobre o número de ovos.

Na literatura revisada, não foram encontrados 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.

Pode ser observado na Tabela 2, que não houve influencia ($P>0,05$) dos níveis de PB sobre a viabilidade dos animais.

Ao avaliar a produção de ovos e a viabilidade de 26 plantéis de uma criação comercial abrangendo 400.000 codornas japonesas criadas em sistema manual e automatizado, Oliveira (2007) verificou que a viabilidade acumulada até a 52ª semana de idade das aves foi de 74,53%, correspondendo ao um índice de mortalidade de 25,47% ou mortalidade semanal de 0,48%. Neste experimento, na 44ª semana de idade (final do período experimental), os índices de mortalidade verificados foram de 4,80%, correspondendo a uma mortalidade semanal de 0,40%.

Os resultados para produção de ovos comercializáveis revelaram que os níveis de PB na dieta não influenciaram ($P>0,05$) a qualidade dos ovos destinados à comercialização. É possível que, entre outros fatores, a utilização de 3,0% de cálcio nas dietas experimentais, cujo valor ficou acima do recomendado pelo NRC (1994) que é de 2,5%, tenha melhorado a qualidade da casca, favorecendo a alta porcentagem de ovos comercializáveis observada. A idade da ave, temperatura e umidade do galpão, estrutura das gaiolas, tipo de material utilizado na confecção das

gaiolas e frequência de coleta dos ovos também são fatores que podem reduzir a perda de ovos (Hamilton, 1982).

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

Na Tabela 3, são apresentados os valores médios obtidos para peso do ovo, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos e conversão alimentar por dúzia de ovos das codornas japonesas em postura, alimentadas com rações com diferentes níveis de PB.

Tabela 3 - 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 função da redução de proteína bruta na dieta

Parâmetros	Níveis de Proteína Bruta (%)						CV ¹ (%)
	22	21	20	19	18	17	
PO (g) ^{ns}	12,31	12,20	12,27	12,05	12,03	12,05	2,25
MO (g/ave/dia) ^{ns}	11,12	11,31	11,29	11,01	10,91	10,90	6,56
CAMO (kg/kg) ^{ns}	2,309	2,267	2,289	2,325	2,344	2,311	3,90
CADZ (kg/dz) ^{ns}	0,341	0,332	0,337	0,336	0,338	0,334	3,86

¹ CV = Coeficiente de Variação
ns= não significativo

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de PB sobre o peso dos ovos, porém, em valores absolutos verificou-se melhora de 2,2% no peso do ovo, com a redução do nível de PB de 22 para 17%, confirmando a importância do nível de proteína ou da manutenção da relação de aminoácidos sobre esta variável. Vale ressaltar, que a habilidade das poedeiras em estocar proteína é limitada, por isso torna-se imprescindível que a concentração de proteína e o consumo de ração estejam adequados para atingir a produção de ovos e o peso dos ovos desejados (Pesti, 1992).

Avaliando três níveis de PB na dieta (16, 20 e 24%) sobre as estruturas macroscópica e morfométrica do oviduto de codornas japonesas, Artoni et al. (2001)

concluíram que o nível de 24% de PB na dieta aumentou a espessura da camada glandular do magno, ístmo e útero, o que pode resultar em melhoria no peso dos ovos e na espessura da casca.

A massa de ovos não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de PB na dieta, como pode ser observado na Tabela 3. Conclui-se que o nível de 17% de PB na dieta não afetou este parâmetro. Porém em valores absolutos, com a redução do nível protéico na dieta, houve uma queda de 2,0% sobre esta variável.

Resultado semelhante foi obtido por Summers (1993) que avaliando a excreção de nitrogênio em galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de proteína na dieta, observou que a redução do nível de proteína de 17 para 13% não ocasionou reduções significativas na massa de ovos (41,7 vs 39,8 g) mostrando um possível aumento na utilização da proteína (ou nitrogênio) e revelando um aspecto positivo pela redução da excreção de nitrogênio para o meio ambiente. O autor enfatiza que devem ser otimizadas a proporção de PB na dieta e a produção de massa de ovos, com finalidade de diminuir a excreção de nitrogênio para o meio ambiente sem prejudicar o desempenho produtivo das aves.

A conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos não foram influenciadas ($P>0,05$) pelo nível de PB na dieta, portanto, o nível de 17% de PB foi o suficiente para a manutenção destas variáveis.

Dados semelhantes para conversão alimentar por dúzia de ovos foram observados por Garcia et al. (2005) os quais trabalharam com diferentes níveis de PB (16, 18 e 20%) em dietas para codorna japonesa na fase de postura. No entanto, para conversão alimentar por massa de ovos, os mesmos autores observaram melhores resultados à medida que os níveis de PB na dieta foram aumentados.

4.3 - Componentes dos ovos

Os dados médios referentes aos componentes dos ovos (gema, albúmen e casca) das codornas japonesas em postura, alimentadas com rações com diferentes níveis de PB, estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Peso e rendimento de gema (G), albúmen (A) e casca (C) dos ovos de codornas japonesas em função da redução de proteína bruta na dieta

Parâmetros	Níveis de Proteína Bruta (%)						CV ¹ (%)
	22	21	20	19	18	17	
G (g) ^{ns}	3,68	3,62	3,67	3,66	3,69	3,63	2,93
A (g) ^{ns}	7,58	7,69	7,68	7,59	7,63	7,56	2,10
C (g) ^{ns}	0,96	0,94	0,96	0,94	0,96	0,94	3,35
G (%) ^{ns}	30,13	29,56	29,82	29,92	30,05	29,91	2,12
A (%) ^{ns}	62,02	62,75	62,37	62,23	62,13	62,31	1,04
C (%) ^{ns}	7,85	7,69	7,81	7,85	7,82	7,78	2,79

¹ CV = Coeficiente de Variação

ns= não significativo

Não se observou efeito ($P>0,05$) da redução de PB sobre os parâmetros de componentes dos ovos avaliados. Resultados semelhantes foram obtidos por Garcia et al. (2005) que não observaram diferença para os parâmetros de qualidade de ovos avaliados quando ministraram dietas para codornas japonesas contendo de 16 a 20 % de PB. Os autores verificaram, em média, 60,14% de albúmen, 31,23% de gema e 8,63% de casca.

A divergência de resultados entre os trabalhos quanto aos dados de qualidade dos ovos, pode estar relacionado à genética, condições de sanidade, idade da ave, alimentação e condições ambientais e de manejo.

Valores próximos, aos observados neste experimento, foram obtidos por Kul & Seker (2004) após terem ministrado ração contendo 17% de PB e 2.750 kcal de EM/kg para codornas. Os autores verificaram que o albúmen correspondeu a 59,83%, a gema 32,71%, e a casca 7,47%, do peso total do ovo.

Os resultados apresentados na Tabela 4 discordam daqueles obtidos por Ribeiro et al. (2003) que avaliando dois níveis de PB em dietas para codornas japonesas em postura, verificaram que tanto o peso da gema como a do albúmen foram afetados pelo nível de PB na dieta, crescendo à medida em que o nível de proteína passou de 20 para 23%. Também divergem de Akbar et al. (1983) que relataram que níveis elevados de proteína em dietas, aumentou a porcentagem de gema e reduziu a porcentagem de albúmen em ovos de galinhas poedeiras comerciais.

Os resultados para porcentagem de casca dos ovos, apresentados estão de acordo com os relatados por Ribeiro et al. (2003), os quais não observaram efeito significativo dos níveis protéicos sobre a porcentagem de casca de ovos.

4.4 - Diâmetro, altura e gravidade específica

As médias dos parâmetros de qualidade do ovo referentes ao diâmetro, altura e gravidade específica estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Diâmetro (DO), altura (AO) e gravidade específica (GE) do ovo de codornas japonesas em função da redução de proteína bruta na dieta

Parâmetros	Níveis de Proteína Bruta (%)						CV ¹ (%)
	22	21	20	19	18	17	
DO (mm) ^{ns}	25,63	25,50	25,62	25,46	25,53	25,52	0,81
AO (mm) ²	32,98ab	33,13a	33,03ab	32,84ab	32,68ab	32,59b	1,03
GE (g/cm ³) ^{ns}	1,071	1,071	1,072	1,071	1,074	1,072	0,20

¹ CV = Coeficiente de Variação

² Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK (P>0,05)

ns= não significativo

O diâmetro do ovo não foi influenciado (P>0,05) pela redução de PB da ração. Já a altura foi influenciada (P<0,05) pelos tratamentos, sendo que o melhor nível observado foi em 21% de PB (Tabela 5).

Os resultados observados para ambos os parâmetros estão de acordo com os dados relatados pela literatura, as quais citam que o ovo de codorna normalmente possui forma oval-arredondada e as dimensões são de aproximadamente 30 mm de altura e 25 mm de diâmetro (Thompson et al.,1981; Albino &Barreto, 2003 e Kul & Seker, 2004).

Ao estudar a correlação fenotípica entre as características externas do ovo, Kul & Seker (2004) encontraram, em média, um diâmetro de 25 mm e uma altura de 33,4 mm. Os autores relataram que a altura do ovo tem correlação positiva com o peso do ovo, peso da casca, gema e albúmen de 0,76; 0,53; 0,60 e 0,70, respectivamente.

Com os dados de gravidade específica e porcentagem de casca pode-se inferir que a redução da PB da dieta não comprometeu a qualidade da casca dos ovos (Tabelas 5 e 4).

Pode-se observar na Tabela 5 que o valor da gravidade específica ao nível de 18% de PB foi superior, em termos de valor absoluto, com relação aos demais tratamentos (1,074 g/cm³). Isto se deve, pelo fato, de que as aves que consumiram esta dieta apresentaram um menor peso do ovo, 12,03g (Tabela 3), com isso, houve um maior depósito de casca, levando a ligeira melhora na gravidade específica.

4.5 - Peso inicial, final e mudança de peso

As médias dos pesos inicial, final e mudança de peso (ganho ou perda de peso) das codornas japonesas estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Peso inicial (PI), peso final (PF) e mudança de peso (MP) e viabilidade das codornas japonesas em função da redução de proteína bruta na dieta

Parâmetros	Níveis de Proteína Bruta (%)						CV ¹ (%)
	22	21	20	19	18	17	
PI (g)	186,45	186,05	186,22	186,50	186,71	186,94	2,69
PF (g)	185,01	182,64	182,76	184,07	182,74	182,79	5,38
MP (g) ²	-1,44	-3,41	-3,46	-2,43	-3,97	-4,15	-

¹ CV = Coeficiente de Variação

² Dados não seguem distribuição normal

A redução dos níveis de PB na dieta das codornas não influenciou ($P>0,05$) o peso final dos animais. Porém, pode-se observar que na medida em que foi reduzido o nível de PB na dieta, houve redução no peso final dos animais.

Apesar da redução no peso das aves, esta não afetou negativamente o desempenho dos animais, uma vez que a produção e a viabilidade dos ovos não foram influenciadas pela redução de PB na dieta.

4.6 - Peso da carcaça, gordura abdominal, peso relativo do fígado e teor de ácido úrico no soro sanguíneo

Valores médios referentes ao peso da carcaça eviscerada, peso do fígado, peso relativo do fígado, peso da gordura abdominal e concentração de ácido úrico no soro sanguíneo das codornas estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Peso da carcaça eviscerada (PCE), peso do fígado (PF), peso relativo do fígado (PRF), peso da gordura abdominal (PGA) e teor de ácido úrico (AU) no soro de codornas japonesas em função da redução de proteína bruta na dieta

Parâmetros	Níveis de Proteína Bruta (%)						CV ¹ (%)
	22	21	20	19	18	17	
PCE (g) ^{ns}	118,69	115,56	114,19	115,25	116,25	112,69	5,45
PF (g) ^{ns}	4,89	4,67	5,17	5,18	4,86	4,90	14,13
PRF ^{ns}	0,041	0,040	0,045	0,045	0,042	0,043	13,55
PGA (g) ^{ns}	0,41	0,36	0,22	0,25	0,30	0,21	76,54
AU (mg/dl) ^{ns}	3,31	3,12	3,21	3,20	3,08	3,05	41,49

¹ CV = Coeficiente de Variação

ns= não significativo

Os pesos absolutos da carcaça, fígado e gordura abdominal, o peso relativo do fígado e o teor de ácido úrico no soro não foram influenciados ($P > 0,05$) pela redução de PB das dietas.

O peso do fígado observado corrobora com Flauzina (2007) que avaliando o desempenho e a biometria de vísceras de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de PB (18 a 24%) não encontrou diferença significativa para este parâmetro em codornas com 42 dias de idade.

O fígado é um dos principais órgãos responsáveis pela metabolização dos nutrientes absorvidos pelos animais. Por isso, poderia ocorrer que as dietas com maior teor de proteína proporcionassem um aumento no metabolismo e, conseqüentemente, no fígado devido a uma maior síntese de proteína, além da excreção dos aminoácidos em excesso via excreta. Também é possível ter um

aumento no tamanho do fígado das aves alimentadas com dieta contendo baixo nível de proteína, pois caso houvesse uma deficiência nutricional dessas aves, ocorreria uma grande mobilização dos nutrientes no organismo do animal que forçaria uma maior atividade hepática e, conseqüentemente, uma hipertrofia do fígado (Flauzina, 2007).

O peso da gordura abdominal não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de PB na dieta. Resultado semelhante foi observado por Felipe et al. (2007) que ao analisar o efeito de diferentes níveis de PB (25 a 31%) sobre a carcaça de codornas de corte aos 35 dias de idade, não encontraram efeito significativo para a porcentagem de gordura.

O teor de ácido úrico no soro sanguíneo não foi influenciado ($P>0,05$) pelas dietas experimentais. Resultados similares foram obtidos por Pinto et al. (2002) que avaliando cinco níveis de proteína (16, 18, 20, 22 e 24% de PB) e três níveis de energia (2.850, 2.950 e 3.050 kcal de EM/kg), sobre os parâmetros sanguíneos de codornas japonesas em fase de postura, não observaram para os níveis de proteína das rações, efeito significativo sobre o teor de ácido úrico no soro sanguíneo das aves. Os autores sugeriram que este resultado esteja relacionado com a aparente mobilização protéica corporal, para suprir as exigências de manutenção e de produção de ovos, já que os animais diminuíram o consumo com o aumento dos níveis energéticos das rações e também perderam peso no período experimental final, em relação aos períodos iniciais.

4.7 - Excreção de nitrogênio

Valores médios referentes ao consumo e a excreção de nitrogênio encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8 - Consumo de nitrogênio (NI), excreção de nitrogênio (NE), nitrogênio retido (NR) e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de codornas japonesas em função da redução de proteína bruta na dieta

Parâmetros ¹	Níveis de Proteína Bruta (%)					
	22	21	20	19	18	17
NI (g)	2,651	2,439	2,214	2,227	2,201	1,925
NE (g)	2,074	1,819	1,694	1,625	1,551	1,373
NR (g)	0,577	0,620	0,520	0,602	0,650	0,552
ERN (%)	21,80	25,42	23,49	27,03	29,53	28,67

¹ Não foi realizado análises estatísticas para estes parâmetros

Embora não tenha ocorrido variação significativa, foi constatada redução no valor absoluto de nitrogênio a medida que a PB da dieta foi reduzida. Este resultado pode ser justificado uma vez que as codornas mantiveram o consumo de ração semelhante entre os tratamentos.

Verificou-se redução de 33,8% na excreção de nitrogênio pelas aves que receberam ração contendo 17% de PB comparado aquelas com 22% de PB. O valor observado corresponde ao decréscimo de 6,7% de nitrogênio para cada unidade de PB. Resultados divergentes a este foram obtidos por Minoguchi et al. (2001) os quais trabalharam com níveis decrescentes de PB (24, 20 e 18%). Os autores relataram que quando o nível da dieta foi reduzido de 24 para 20% de PB, a redução da excreção de nitrogênio foi de 28%, o que corresponde ao decréscimo de 7% por unidade de PB.

Pavan et al. (2005) avaliando níveis de PB (14, 15,5 e 17%) em dietas para galinhas poedeiras, observaram redução da excreção de nitrogênio em 27% quando foram comparadas as dietas com 14 e 17% de PB.

Do mesmo modo, estudando as exigências de aminoácidos na produção de ovos, Ishibashi & Yonemochi (2003) observaram queda evidente na quantidade de nitrogênio eliminada nas excretas de galinhas poedeiras quando empregaram menores níveis de PB nas dietas. Os autores ressaltaram que, para o alcance da produção animal sustentável, a redução dos teores de nitrogênio e fósforo eliminado no meio ambiente deve ser estudada. Resultados semelhantes foram obtidos por Jacob et al. (2000) que ao avaliarem dietas com diferentes teores protéicos (17 e 13,5%) sobre a excreção de nitrogênio no ambiente, observaram que a redução do nível de PB da dieta causou redução da quantidade de nitrogênio eliminado nas excretas de galinhas poedeiras, sem efeitos adversos na produção de ovos e na conversão alimentar.

5. CONCLUSÃO

O nível de proteína bruta da ração, para codorna japonesa em fase de postura, pode ser reduzido em cinco pontos percentuais (22 a 17%) sem prejudicar o desempenho das aves e a qualidade dos ovos, desde que as rações sejam devidamente suplementadas com os aminoácidos essenciais limitantes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKBAR M.K.; GAVORA J.S.; FRIARS G.W. et al. Composition of eggs by commercial size categories: Effects of genetic group, age and diet. **Poultry Science**, v.62, p. 925-933, 1983.

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

ALLEN, N.; YOUNG, R.J. Studies on the amino acid and protein requirements of laying Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Poultry Science**, v.59, n.9, p.2029-2037, 1980.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal**. Vol.1, 2002. 395 p.

ANNAKA, A.; TOMIZAWA, K.; MOMOSE, Y. et al. Effects of dietary protein levels on performance of Japanese quail. **Animal Science and Technology**, v.64, n.8, p.797-806, 1993.

ARTONI, S.M.B.; CARNEIRO, A.P.M.; GIACOMINI, G. et al. Avaliação macroscópica e morfométrica do oviduto de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) quando alimentadas com diferentes níveis de proteína. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.3, p. 225-231, 2001.

BACKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, n.11, p. 1441-1447, 1994.

BEGIN, J.J.; INSKO JUNIOR, W.M. The effects of dietary protein level on the reproductive performance of coturnix breeder hens. **Poultry Science**, v.51, n.5, p.1662-1668, 1972.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301p.

BRANDÃO, S.S.; REIS, J.C.; SANTOS, M. V. F. Efeito de níveis de energia e proteína sobre o peso corporal de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) das linhagens branca e pintada, na fase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa, PB., **Anais...** João Pessoa: SBZ, p. 350, 1991.

BRESSAN, M.C.; ROSA, F.C. Processamento e industrialização de ovos de codorna. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, Lavras, 2002. **Anais...** Lavras, 2002, p. 85-96.

CHWALIBOG, A.; BALDWIN, R.L. Systems to predict the energy and requirements of laying fowl. **World's Poultry Science**, v.51, n.2, p.188-195, 1995.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MOURA, W.C.O. et al. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, suplemento, p.2037 - 2046, 2007.

EMMERT, J.LE.; BAKER, D.H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid levels in broiler diets. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, n.4. p.462-470, 1997.

FELIPE, V.P.S.; CORRÊA, G.S.S.; CORRÊA, A.B. et al. Efeito de diferentes níveis de proteína bruta sobre características de desempenho e de carcaça de codornas de corte ao 35º dia de idade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3, CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras, 2007, p.153.

FLAUZINA, L.P. **Desempenho produtivo e biometria de vísceras de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta.** Brasília: UNB, 2007. 36p. Dissertação - Universidade de Brasília, 2007.

FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Efeito de níveis de proteína bruta e de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de codornas de postura. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.838-846, 2005.

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

HAMILTON, R.M.G. Methods and factors that affect the measurement of egg shell quality. **Poultry Science**, v.61, p.2022-2039, 1982.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal**, 2007. Disponível em: <www.igbe.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2007/default.shtm> Acesso em: 2 janeiro de 2009.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2ª ed. São Paulo: Roca, 1999. 245p.

ISHIBASHI, T.; YONEMOCHI, C. Amino acid nutrition in egg production industry. **Animal Science Journal**, v.74, p.457-469, 2003.

JACOB, J.P. ; IBRAHIM, S. ; BLAIR, R. et al. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of white leghorn hens. **Asian Journal of Animal Science**, v.13, n.12, p.1743-1749, 2000.

KESHAVARZ, K.; AUSTIC, R.E. The use of low-protein, low-phosphorus, amino acid and phytase supplemented diets on laying hen performance and nitrogen and phosphorus excretion. **Poultry Science**, v.83, p.75-83, 2004.

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.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2ª ed. Guelph: University Books, 1997. 350p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4ª ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

MAMORU, S. The trend of studies on reducing nutrient excretion in poultry and pigs by nutritional approaches. **Animal Science Journal**, v.72, n.8, p.177-199, 2001.

MATTOS FILHO, A.S.S.; PEDROSA, A.A.; MORAES, V.M.B. et al. Níveis de proteína em rações de codornas durante a fase de postura. **Ars Veterinária**, v.15, p.223-225, 1999.

MELUZZI, A.; SIRRI, F.; TALLARICO, N. et al. Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diets with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. **British Poultry Science**, v.42, p. 213-217, 2001.

MINOGUCHI, N.; OHGUCHI, H.; YAMAMOTO, R. et al. Low protein diets for japanese quail and the reduction in nitrogen excretion. **Research Bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center**, v.33, p. 319 - 324, 2001.

MITCHELL H.H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964.

MURAKAMI, A.E. Nutrição e alimentação de codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39,2002, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE.: 2002, p. 283-309.

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

MURAKAMI, A.E.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. et al. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.541-551, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p. 9^a edição.

NORDSTROM, J. O.; OUSTERHOUT, L. E. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. **Poultry Science**, v.61, p. 1991-1995, 1982.

OHGUCHI, H.; YAMAMOTO, R.; KAWAMURA, T. Effect of amino acid supplemented low-protein diet on laying performance and nitrogen excretion in Japanese quail. In: ASIAN PACIFIC POULTRY CONGRESS, 6, Nagoya, 1998, Proceedings... Nagoya, p. 406 - 407, 1998.

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

PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994, p.119-128.

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

PEGANOVA, S.; EDER, K. Interactions of various supplies of isoleucine, valine, leucine and tryptophan on the performance of laying hens. **Poultry Science**, v.82, p.100-105, 2003.

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

PESTI, G.M. Temperatura ambiente e exigências de proteína e aminoácidos para poedeiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1992. p.208-219.

PINHEIRO, S.R.F.; BARRETO, S.L.T.; UMIGI, R.T. et al. Efeito dos níveis de triptofano digestível para codornas japonesas em postura sobre os parâmetros de qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 9, p.78, 2007.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XXXV, Botucatu. 1998. **Anais ...** Botucatu: SBZ, 1998, p. 147-149.

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

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

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

PIRES JUNIOR, J. F. **Diferentes níveis de proteínas em rações para codornas em postura**. Jaboticabal: UNESP, 1981, 25p. Dissertação (Graduação em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, 1981.

RI, E.; SATO, K.; OIKAWA, T. et al. Effects of dietary protein levels on production and characteristics of Japanese quail eggs. **The Journal of Poultry Science**, v.42, p. 130-139, 2005.

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 Sociedade 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**. Viçosa: Editora UFV, 2005. 186p.

SAKURAI, H. Influence of dietary levels of protein and energy on nitrogen and energy balance for egg production of Japanese quail. **Japanese Poultry Science Association**, v.18, n.3, p.185-192, 1981.

SCHWARTZ, R.W.; ALLEN, N.K. Effect of aging on the protein requirement of mature female Japanese quail for egg production. **Poultry Science**, v.60, n.2, p.342-348, 1981.

SHIM, K.F.; VORHA, P. A Review of the nutrition of Japanese quail. **Worlds Poultry Science Journal**, v.40, n.3, p.261-274, 1984.

SHRIVASTAV, A.K.; PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. **Worlds Poultry Science**, v.55, n.1, p.73-81, 1990.

SHRIVASTAV, A.K.; RAJU, M.V.L.N.; JOHN, T.S. Effect of varied dietary protein on certain production traits in breeding Japanese quail. **Indian Journal of Poultry Science**, v.28, n.1, p.20-25, 1993.

SILVA, M.A. **Exigências nutricionais em metionina + cistina para frangos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração**. Viçosa: UFV, 1996, 73p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

SOARES, R.T.; FONSECA, J.B.; SANTOS, A.O. et al. Protein requirement of japanese quail during rearing and laying periods. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.5, n.2, p.153-156, 2003.

SUMMERS, J.D. Reducing nitrogen excretion of the laying hen by feeding lower crude protein diets. **Poultry Science**, v.72, p.1473-1478, 1993.

TEJEDOR, A.A. **Exigências nutricionais de metionina + cistina, de treonina e de arginina para frangos de corte nas diferentes fases de criação**. Viçosa: UFV, 2002. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

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.2388-2394, 1981.

THOMPSON, R.; HAMILTON, R.M.G. Comparison of precision and accuracy of the flotation and archimedes' methods for measuring the specific gravity of eggs. **Poultry Science**, v.60, p.2388-2394, 1982.

UMIGI, R.T.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. **Revista Sociedade 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.

WIGGINS, D.; LUND, P.; KREBS, H.A. Adaptation of urate synthesis in chicken liver. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.72, p.565-568, 1982.

YAKOUT, H.M. Calcium and phosphorus requirements of Japanese quail hens during the early production period. **Egyptian Poultry Science Journal**, v.23, p.617-628, 2004.

YAMANE, T.; ONO, K.; TANAKA, T. Protein requirement of laying Japanese quail. **British Poultry Science**, v.20, n.4, p. 379-383, 1979.

YANNAKOPOULOS, A.L.; TSERVENI-GOUSI, A.S. Quality characteristics of quail eggs. **British Poultry Science**, v.27, p. 171-176, 1986.

CAPÍTULO 2

NÍVEIS NUTRICIONAIS DE TREONINA DIGESTÍVEL PARA CODORNA JAPONESA NA FASE DE PRODUÇÃO

RESUMO

UMIGI, Regina Tie, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2009. **Níveis nutricionais de treonina digestível para codorna japonesa na fase de produção.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-orientadores: Paulo Cezar Gomes e Juarez Lopes Donzele.

Este experimento objetivou determinar a exigência de treonina digestível para codorna japonesa em postura. Foram utilizadas 400 codornas, com 55 dias de idade e com taxa de postura média de 92,0%, durante 63 dias. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e 10 aves por unidade experimental. A dieta basal foi deficiente em treonina, contendo 17,8% de proteína bruta, 2.900 kcal de EM/kg, sendo suplementada com cinco níveis de L- treonina 98% (0,000; 0,052; 0,104; 0,156 e 0,208%), correspondendo à relação treonina digestível:lisina digestível de 0,55; 0,60; 0,65; 0,70 e 0,75, respectivamente para compor os tratamentos experimentais. As variáveis estudadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), consumo de treonina (mg/ave/dia), produção de ovos por ave dia (%), 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), mudança de peso (g), componentes dos ovos (gema (g e %), albúmen (g e %) e casca (g e %)) e gravidade específica (g/cm^3). Observou-se aumento linear ($P < 0,01$) somente para o consumo de treonina. Conclui-se que para proporcionar os melhores resultados de desempenho e qualidade de ovos, a codorna japonesa exige 0,55% de treonina digestível, para um consumo diário de 144,61 mg de treonina digestível/ave, correspondendo à relação treonina digestível: lisina digestível de 0,55.

ABSTRACT

UMIGI, Regina Tie, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2009. **Nutritional levels of digestible threonine for laying japanese quail.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-advisers: Paulo Cezar Gomes and Juarez Lopes Donzele.

This experiment was conducted to determine the digestible threonine requirement for laying Japanese quail. It was used four hundred quails, with 55 days old and with averaging 92.0% of the rate egg production, during 63 days. A complete randomized experimental design was used with five treatments, eight replicates and ten quail per experimental unit. The basal diet was deficient in threonine, containing 17.8% of crude protein, 2.900 kcal of ME/kg and supplied with five levels of L-threonine 98% (0.000; 0.052; 0.104; 0.156 and 0.208%), corresponding of digestible threonine: digestible lysine ratio 0.65; 0.70; 0.75; 0.80 and 0.85, respectively to compose the experimental treatments. The following parameters were evaluated: feed intake (g/quail/day), threonine intake (mg/quail/day), egg production (%), production of commercial eggs (%), egg weight (g), egg mass (g/quail/day), feed conversion (kg feed/kg egg), feed conversion (kg feed /egg dozen), weight gain (g), egg quality (yolk (g and %), albumen (g and %) and shell (g and %)) and specific gravity (g/cm³). Linear increase (P <0.01) was only observed in the threonine intake. It is ended that, the Japanese quail demand 0.55% of digestible threonine to provide the best productive performance and quality of eggs, for a daily consumption of 144.61 mg of digestible threonine/quail, corresponding to the digestible threonine: digestible lysine ratio of 0.55.

1. INTRODUÇÃO

A criação de codornas têm se tornado uma atividade rentável devido às inúmeras características relevantes, entre elas se destacam: a resistência das aves ao calor, resistência as doenças, exigência de pequenos espaços tanto para a instalação como para a produção e devido os ovos e a carne serem nutritivos e saborosos, contribuindo com uma opção a mais de proteína na alimentação humana.

Mesmo com uma produção crescente, muito se desconhece sobre o manejo e nutrição das codornas japonesas, que têm sido baseados freqüentemente na experiência de criadores, em função dos escassos trabalhos científicos existentes (Murakami, 2002). Para viabilizar a exploração racional, boas pesquisas tornam-se necessárias para que programas corretos de alimentação e práticas de manejo e sanidade sejam adotados.

A nutrição é responsável por cerca de 75 a 80% do custo de produção. Dentre os componentes da ração o que se destaca tanto em termos de custo como de importância para o desenvolvimento produtivo dos animais é a proteína. Esta tem papel fundamental no organismo, atua na reparação e construção de tecidos, forma enzimas, hemoglobina, certos hormônios, colágeno dos ossos, tendões e pele. As proteínas regulam a contração muscular, produção de anticorpos, expansão e contração dos vasos sanguíneos para manter a pressão normal.

Normalmente, as formulações de dietas para codornas baseiam-se em tabelas de exigências nutricionais de outros países, como o National Research Council - NRC (1994) e o Institut National de la Recherche Agronomique - INRA (1999) ou são feitas extrapolações dos valores nutricionais constantes nas tabelas de exigências de frangos de corte e/ou galinhas poedeiras, podendo comprometer a produtividade causando prejuízos econômicos com a utilização de níveis, às vezes, excessivos de alguns nutrientes. No próprio NRC, que teve a sua última publicação no ano de 1994, é citado que desde 1984 não se tem novos dados a respeito das exigências

nutricionais para codornas, demonstrando a grande defasagem de informações sobre esta espécie.

A treonina é considerada o terceiro aminoácido limitante, para aves, em dietas a base de milho e farelo de soja. A sua exigência está na formação da proteína e manutenção do turnover protéico corporal, bem como ajuda na formação do colágeno e elastina, além de atuar na formação de anticorpos.

De acordo com Silva et al. (2007) as pesquisas na área de nutrição e manejo alimentar de codornas estão concentradas em temas relevantes mas, pouco diversificados. Os mesmos autores complementam que na área de nutrição, maior número de trabalhos foi realizado para estimar as exigências de proteína, de energia, de aminoácidos sulfurados, de lisina e de cálcio, mas, pouco ou quase nada foi feito com treonina (segundo aminoácido limitante na ração de codornas), minerais traços e vitaminas.

Desse modo, o objetivo com este trabalho foi o de determinar o nível de treonina digestível em dieta para codorna japonesa na fase de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Utilização do conceito de proteína ideal para codornas

Atualmente, os avanços no conhecimento do metabolismo protéico e o surgimento de novos aminoácidos sintéticos, com produção em grande escala comercial e a preços compatíveis, têm permitido aos nutricionistas formulações de dietas mais próximas da exigência animal, resultando em melhor aproveitamento da proteína dietética, com menores custos e produção de resíduos menos nocivos ao meio ambiente. Outra grande vantagem do uso de aminoácidos sintéticos é a possibilidade de se estabelecer uma relação ideal entre todos os aminoácidos na dieta, através do conceito de proteína ideal, tendo como resultado imediato a redução dos níveis protéicos da ração.

Para uma proteína ser considerada ideal, todos os 20 aminoácidos devem estar presentes na dieta em níveis exatos para máxima deposição de proteína e de manutenção (Parsons & Baker, 1994).

Os aminoácidos são pequenos peptídeos resultantes da digestão da proteína dietética e podem servir para uma variedade de funções metabólicas e ainda como precursores de muitos constituintes não protéicos no corpo. Devido à proteína corporal estar em estado dinâmico de síntese e degradação, simultaneamente, uma ingestão adequada de aminoácidos dietéticos é exigida (Murakami, 2002).

O excesso de aminoácidos presentes na corrente circulatória leva ao seu catabolismo, e como resultado desta catabolização formam-se os carboidratos que são utilizados para cobrir as necessidades energéticas imediatas ou, então, são transformados em lipídeos e estocados na forma de depósitos de gordura. Assim, aves que recebem rações contendo excesso de aminoácidos ou proteínas podem apresentar maior quantidade de gordura corporal que aquelas alimentadas com níveis adequados (Garcia & Pizzolante, 2004).

A dieta deve garantir os aminoácidos essenciais em um nível adequado de proteína bruta para assegurar um satisfatório “pool” de nitrogênio para síntese de aminoácidos (NRC, 1994). No entanto, em condições brasileiras de temperaturas elevadas, devemos sempre elevar a quantidade de aminoácidos sintéticos (metionina, lisina e treonina) com o mínimo incremento de proteína para não ocorrer aumento na produção de calor endógeno gerado pela digestão protéica.

Após uma revisão de vários trabalhos relacionados com o requerimento de aminoácidos, Colnago (1996) concluiu que os estudos para determinação de requerimentos nutricionais de aves são geralmente conduzidos em laboratórios de universidades e centros de pesquisa, onde, na maioria das vezes, as aves são alojadas em condições próximas às consideradas ideais. Diferentemente, nas criações comerciais, as aves são continuamente expostas a situações em que um ou mais fatores agem concomitantemente, alterando as condições ideais de criação, podendo alterar, com isso, as exigências nutricionais.

O ponto de partida para a formulação de dietas corretamente balanceadas, com base no conceito de proteína ideal, é a estimativa da exigência de lisina, pois este tem sido o aminoácido referência no estabelecimento das exigências de proteína e de outros aminoácidos. Isto indica que qualquer aminoácido pode se relacionar à lisina, de modo que, se sua exigência for alterada por algum fator, serão alterados simultaneamente as exigências dos demais (Baker & Han, 1994).

Pinto et al. (2003a) avaliaram dietas contendo 19,56% de PB e 2.900 kcal de EM/kg e seis níveis crescentes de lisina digestível (0,80; 0,90; 1,00; 1,10; 1,20 e 1,30%), e concluíram que o melhor nível de lisina foi de 1,117%. Já Garcia et al. (2005) recomendaram o nível de 1,10% de lisina, pois a partir deste nível, os autores observaram redução na produção de ovos, na massa de ovos e na conversão alimentar por massa de ovos. No entanto, Ribeiro et al. (2003) estudando níveis protéicos de 20 e 23% de PB e de lisina (0,80; 0,95; 1,10; 1,25 e 1,40%), verificaram que a exigência de lisina para codornas aumenta em função da PB da ração, e

chegaram à conclusão que a exigência de lisina em ração contendo 20 e 23% de PB é de 1,07 e 1,15%, respectivamente.

2.2. Efeitos dos níveis de suplementação de treonina na dieta de poedeiras

A treonina é o terceiro aminoácido limitante, sendo os aminoácidos sulfurosos e a lisina o primeiro e o segundo, respectivamente, em dietas para aves a base de milho e de farelo de soja. Porém de acordo com Mandal et al. (2006) a treonina é o segundo aminoácido limitante, em dietas para codornas utilizando-se os mesmos ingredientes, antecedido somente pela metionina.

A treonina (ácido α -amino β -hidroxibutírico) foi isolada e identificada por meio de vários experimentos na década de 30, é um aminoácido polar, possui cadeia hidrofílica e contribui, juntamente com a serina, com a hidrofília das proteínas, quando presente em regiões expostas da cadeia polipeptídica.

Sua exigência está na formação da proteína e manutenção do turnover protéico corporal, bem como ajuda na formação do colágeno e elastina, além de atuar na formação de anticorpos. É encontrada em altas concentrações nos músculos, esqueleto e sistema nervoso central. De acordo com Kidd (2000), a treonina é um importante componente das penas, pois juntamente com a serina correspondem a mais de 20% dos aminoácidos presentes nos resíduos das penas.

Uma vez que a treonina não sofre reações de transaminação, os animais só podem utilizar o isômero L. Por ser um aminoácido gliconeogênico, os produtos do seu catabolismo incluem piruvato e propionato. As enzimas treonina desidrogenase, treonina desidratase e treonina aldolase participam do catabolismo da treonina em pintos (Davis & Austic, 1982a).

Segundo Davis & Austic (1982b) a maior atividade da enzima treonina desidrogenase está relacionada com o desbalanço deste aminoácido na dieta, o que contribui com a redução de treonina livre no plasma.

A L-treonina pura é 100% digestível e está disponível comercialmente oferecendo uma maior flexibilidade na formulação de dietas. Sua suplementação permite uma menor inclusão de alimentos protéicos na dieta dos animais, levando a uma menor excreção de nitrogênio e redução na poluição ambiental.

É sabido que a deficiência de um aminoácido causada pelo excesso de um outro (desbalanço de aminoácidos) prejudica o desempenho das aves. Neste contexto, Andriguetto et al. (2002) relatam que existe inter-relação entre a metionina e a treonina. O excesso de metionina provoca diminuição de crescimento em função de uma deficiência secundária de treonina. Há uma marcada diminuição dos níveis de treonina no plasma e tecidos acompanhando um excesso de metionina. O excesso de metionina é prevenido apenas parcialmente pela treonina e também pela serina e glicina. É possível que estes dois últimos aminoácidos, que são interconvertíveis, facilitem a oxidação da metionina, uma vez que a serina é um importante substrato para a conversão da metionina em cisteína. A lisina também pode interferir no metabolismo da treonina, ou seja, o excesso de lisina pode causar deficiência de treonina.

Embora a importância da treonina seja bastante relatada na literatura, o número de pesquisas sobre o requerimento nutricional de treonina para codornas é bem escasso, quando comparadas aos trabalhos com poedeiras comerciais.

Procurando determinar as exigências de proteínas e aminoácidos essenciais para codornas japonesas em postura, Allen & Young (1980) utilizaram dietas à base de farelo de soja e de caseína, suplementadas com aminoácidos essenciais e ácido glutâmico, por fim, estimaram a exigência de lisina em 0,86%; metionina+cistina em 0,68%; triptofano em 0,17% e treonina em 0,67%. Já Shim & Vohra (1984) sugeriram que as dietas deveriam conter 0,90% de lisina, 0,80% de metionina+cistina, 0,25% de triptofano e 1,10% de treonina. Entretanto, Shim & Lee (1993) relataram que para ótima produção de ovos e eficiência alimentar, as dietas de codornas em postura deveriam conter 1,00% de lisina, 0,43% de metionina, 0,18% de triptofano e 0,63% de treonina. Valores superiores foram relatados por

Leeson & Summers (2005) os quais citam que a dieta da codorna japonesa em postura deve conter 0,78% de treonina.

Trabalhos conduzidos por Shrivastav & Panda (1990) levaram as recomendações dos níveis de 0,80% de lisina, 0,60% de metionina+cistina, 0,18% de triptofano e 0,64% de treonina. As exigências nutricionais de codornas japonesas em postura ou reprodução, segundo o NRC (1994) são de 1,00% de lisina, 0,70% de metionina+cistina, 0,19% de triptofano e 0,74% de treonina. O INRA (1999) recomenda 1,10% de lisina, 0,78% de metionina+cistina, 0,21% de triptofano e 0,58% de treonina. Podemos observar a discordância entre os resultados, em que a exigência de treonina do NRC é de 15,6 e 27,6% superior aos recomendados por Shrivastav & Panda e INRA, respectivamente.

Estudando níveis de treonina digestível (0,65; 0,70; 0,75; 0,80 e 0,85%) em dietas para codorna japonesa em postura, Umigi et al. (2007) concluíram que para proporcionar os melhores resultados de desempenho e de qualidade de ovos, a codorna japonesa não exige mais que 0,65% de treonina digestível, para um consumo de 149,2 mg de treonina digestível/dia, correspondendo à relação treonina digestível: lisina digestível de 0,65.

Ao avaliar diversos trabalhos na literatura, Silva et al. (2007) mencionaram que em dietas contendo 20 e 23% de PB, na fase de postura, a exigência de treonina digestível é de 0,67 e 0,73%, respectivamente. Para ambas as dietas a relação treonina digestível: lisina digestível foi determinada em 0,70.

Avaliando o efeito do excesso de aminoácidos nas rações de galinhas poedeiras, em pico de postura, Koelkebeck et al. (1991) concluíram que as suplementações de 1% de cada aminoácido isoladamente (lisina, metionina, treonina ou triptofano), em uma dieta a base de milho e farelo de soja, não afetaram significativamente a produção por um período de quatro semanas.

O requerimento de treonina para galinhas poedeiras, durante o pico de produção, segundo Weerden et al. (1984) foi estabelecido entre 0,38 e 0,47%, para um consumo de 393 a 530mg de treonina/ave/dia. No entanto, Rhodimet (1993)

recomenda para galinhas poedeiras leves e semipesadas, 520mg de treonina/ave/dia e 780mg de lisina/ave/dia, fornecendo uma relação aminoácido/lisina de 0,67; valor este semelhante à relação de 0,68 preconizada pelo NRC (1994).

Verificando a exigência de treonina para galinhas poedeiras, Ishibashi et al. (1998) avaliaram os parâmetros de desempenho e concentrações plasmáticas de treonina. Estes autores concluíram que a exigência deste aminoácido com base na treonina plasmática apresentou valores concordantes com aquela determinada através do desempenho. A estimativa para exigência diária de treonina foi de 455mg/ave/dia para máxima produção de massa de ovos.

Pesquisa conduzida por Valério et al. (2000), com galinhas poedeiras leves e semipesadas recebendo ração com 0,510 a 0,635% de treonina levou à conclusão que o nível de 0,510% de treonina, que corresponde a 515 mg/ave/dia (0,423% de treonina digestível) e 535 mg/ave/dia (0,440% de treonina digestível), foi o suficiente para atender satisfatoriamente o desempenho e a qualidade interna dos ovos das poedeiras leves e semipesadas, respectivamente. Discordando destes resultados, Sá et al. (2007) avaliando níveis de treonina digestíveis (0,410 a 0,550%) no período de 34 a 50 semanas, concluíram que os valores de 0,510% de treonina digestível (583 mg/ave/dia) e 0,517% de treonina digestível (575 mg/ave/dia) para galinhas poedeiras leves e semipesadas, respectivamente, foram suficientes para atender os parâmetros de desempenho e de qualidade dos ovos. Em contradição, Huyghebaert & Butler (1991) recomendaram 710 mg de treonina/ave/dia para galinhas poedeiras com peso corporal de 1,7kg e 52,6g de massa de ovo/dia.

Utilizando dietas com baixos níveis de proteína, suplementadas ou não com treonina para galinhas poedeiras comerciais, Camps (2001) concluiu que com a suplementação de treonina houve melhora na produção de ovos. A exigência de treonina determinada foi de 0,52%, correspondendo a um consumo de 567 mg/ave/dia.

Avaliando a exigência de treonina digestível para galinhas poedeiras leve e semipesada, no segundo ciclo de produção, Schmidt (2006) recomendou a exigência

de 0,469% de treonina digestível correspondendo a um consumo de 459 e 462 mg de treonina/ave/dia, respectivamente.

De acordo com os dados contidos na literatura, pode-se observar que as exigências de treonina para as codornas na fase de postura são diferentes daquelas recomendadas para galinhas poedeiras. Portanto, verifica-se que as extrapolações dos valores nutricionais constantes nas tabelas de exigências de frangos de corte e/ou galinhas poedeiras, podem comprometer os dados de produtividade, e pior ainda, podem causar prejuízos econômicos com a utilização de níveis, às vezes, excessivos de alguns nutrientes.

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 maio a julho de 2007, com duração de 63 dias.

Foram utilizadas 400 codornas japonesas fêmeas (*Coturnix coturnix japonica*) com 55 dias de idade, peso inicial de $178,85 \pm 0,60$ g e com taxa inicial de postura de $92,0 \pm 3,0\%$.

Para compor as unidades experimentais, inicialmente, as aves com 36 dias de idade foram uniformizadas de acordo com peso corporal ($124,40 \pm 0,10$ g) e alojadas nas gaiolas. Posteriormente ao início da postura, as codornas, foram uniformizadas pela taxa de postura para que as unidades experimentais iniciassem o experimento nas mesmas condições.

O experimento foi desenvolvido em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), constituído por cinco tratamentos (níveis de treonina), com oito repetições e 10 aves por unidade experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado dispostas em baterias, com as dimensões de 96 x 37 x 16 cm (largura x profundidade x altura), dispostas em cinco andares e três divisórias por gaiola, sendo uma gaiola por andar. Em cada compartimento (divisória) foram alojadas dez aves, fornecendo área de $118,4\text{cm}^2$ /ave. As gaiolas foram equipadas com comedouros e bebedouros do tipo calha, em chapa metálica galvanizada e PVC, respectivamente, ambos colocados percorrendo toda a extensão da gaiola, sendo o comedouro posicionado na parte frontal e o bebedouro na parte posterior da mesma.

Sob o piso das gaiolas foi colocada uma bandeja de chapa metálica galvanizada, encapada com plástico, para promover a retirada das excretas.

As dietas experimentais foram formuladas a base de milho e farelo de soja. A dieta basal foi suplementada com cinco níveis de L- treonina 98% (0,000; 0,052;

0,104; 0,156 e 0,208%), em substituição ao ácido glutâmico, em equivalente protéico, correspondendo à relação treonina digestível:lisina digestível de 0,55; 0,60; 0,65; 0,70 e 0,75, permanecendo as dietas isoprotéicas, isocalóricas e isonitrogênicas. As diferenças entre os equivalentes protéicos de treonina e ácido glutâmico, nos diferentes níveis de treonina, foram compensados pelo amido (Tabela1). A composição química e os valores nutricionais dos ingredientes utilizados para a formulação da dieta foram segundo Rostagno et al. (2005).

Para atender as exigências dos aminoácidos foram utilizadas como base as relações aminoácido total: lisina total preconizadas pelo NRC (1994), exceto para a relação metionina + cistina digestível: lisina digestível e triptofano digestível: lisina digestível que foram baseadas nas recomendações de Pinto et al. (2003b) e Pinheiro et al. (2007) (Tabela 2). O nível de lisina digestível utilizado foi inferior (sub-ótimo) aquele determinado por Pinto et al. (2003a) para que se pudesse determinar a relação treonina digestível: lisina digestível. As recomendações de cálcio, fósforo disponível e proteína bruta foram baseadas nas recomendações de Barreto et al. (2007), Costa et al. (2007) e Umigi (capítulo 1 desta tese), respectivamente.

Tabela 1 – Composições percentuais calculadas e valores nutricionais das dietas experimentais, na matéria natural

Ingredientes (%)	Níveis de treonina digestível (%)									
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75					
Milho	62,886	62,886	62,886	62,886	62,886					
Farelo de soja (45%)	24,217	24,217	24,217	24,217	24,217					
Óleo vegetal	1,607	1,607	1,607	1,607	1,607					
Fosfato bicálcico	1,168	1,168	1,168	1,168	1,168					
Calcário	7,388	7,388	7,388	7,388	7,388					
Sal	0,334	0,334	0,334	0,334	0,334					
L-Arginina (99%)	0,303	0,303	0,303	0,303	0,303					
L- Lisina.HCl (79%)	0,318	0,318	0,318	0,318	0,318					
DL-Metionina (99%)	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330					
L- Treonina (98%)	0,000	0,052	0,104	0,156	0,208					
L-Triptofano (99%)	0,037	0,037	0,037	0,037	0,037					
L-Isoleucina (99%)	0,277	0,277	0,277	0,277	0,277					
L-Valina (99%)	0,215	0,215	0,215	0,215	0,215					
L-Glutâmico	0,350	0,278	0,208	0,136	0,065					
Amido	0,300	0,320	0,338	0,358	0,377					
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100					
Mistura mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					
Mistura vitamínica ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100					
Surmax ³	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010					
Antioxidante ⁴	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010					
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000					
Composição Calculada:										
Energia metabolizável (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900					
Proteína bruta (%)	17,80	17,80	17,80	17,80	17,80					
Treonina digestível (%)	0,550	0,600	0,650	0,700	0,750					
Treonina total (%)	0,632	0,683	0,734	0,785	0,836					
Cálcio (%)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200					
Fósforo disponível (%)	0,310	0,310	0,310	0,310	0,310					
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150					
	Total	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.
Arginina (%)	1,352	1,302	1,352	1,302	1,352	1,302	1,352	1,302	1,352	1,302
Lisina (%)	1,073	1,000	1,073	1,000	1,073	1,000	1,073	1,000	1,073	1,000
Metionina+cistina (%)	0,860	0,800	0,860	0,800	0,860	0,800	0,860	0,800	0,860	0,800
Triptofano (%)	0,231	0,210	0,231	0,210	0,231	0,210	0,231	0,210	0,231	0,210
Isoleucina (%)	0,965	0,902	0,965	0,902	0,965	0,902	0,965	0,902	0,965	0,902
Valina (%)	0,987	0,900	0,987	0,900	0,987	0,900	0,987	0,900	0,987	0,900

¹ Composição/kg de produto: 160g de Manganês, 100g de Ferro, 100g de Zinco, 20g de Cobre, 2g de Cobalto, 2g de Iodo, 1000 g de Excipiente q.s.p.. ² Composição/kg de produto: 12.000.000 U.I. de Vit. A, 3.600.000 U.I. de Vit D₃, 3.500 U.I. de Vit. E, 2.500 mg de Vit B₁, 8.000 mg de Vit B₂, 5.000 mg de Vit B₆, 12.000 mg de Ácido pantotênico, 200 mg de Biotina, 3.000 mg de Vit. K, 1.500mg de Ácido fólico, 40.000 mg de Ácido nicotínico, 20.000mg de Vit. B₁₂, 150 mg de Selênio, 1.000g de Veículo q.s.p.. ³Avilamicina. ⁴Butil-hidróxi-tolueno.

Tabela 2 - Perfil ideal de aminoácidos total e digestível, conforme a Tabela 1

Aminoácido	Total	Digestível
Lisina	100	100
Arginina	1,26 ¹	1,30
Metionina+cistina	0,86	0,80 ²
Triptofano	0,23	0,21 ³
Isoleucina	0,90 ¹	0,90
Valina	0,92 ¹	0,90

¹ = relação aminoácido total: lisina total (NRC, 1994)

² = relação metionina+cistina digestível: lisina digestível, conforme Pinto et al. (2003)

³ = relação triptofano digestível: lisina digestível, conforme Pinheiro et al. (2007)

A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo período experimental.

O manejo diário consistiu em recolher e contabilizar os ovos (foram computados diariamente o número de ovos quebrados, trincados, com casca mole e sem casca), fornecer a ração, limpar os bebedouros e os aparadores de ovos e realizar leitura das temperaturas e umidade relativa do ar (UR). As temperaturas (°C) e a UR das salas foram monitoradas duas vezes ao dia, as 8 e às 16 horas, por meio de termômetros de máxima e de mínima e de bulbo seco e úmido, posicionados em um ponto central entre as fileiras de gaiolas, à altura das aves.

O programa de iluminação teve seu início aos 40 dias de idade das aves, com fornecimento inicial de 14 horas de luz diária, e com aumentos semanais de 30 minutos de luz até atingir 17 horas de luz diária, permanecendo o mesmo até o término do período experimental. Este fornecimento de luz foi controlado por um relógio automático (timer), que permitiu acender e apagar as luzes automaticamente durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado em granjas comerciais.

Durante a realização do experimento, foram observados e avaliados os seguintes parâmetros:

a) Consumo de ração

Ao final de cada período, de 21 dias, foi dividida a quantidade de ração consumida pelo número de aves em 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. As sobras e os desperdícios foram pesados e descontados da quantidade de ração pesada para cada período. 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 8:00horas. 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 em cada período de 21 dias, 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 durante cada período foi expressa em porcentagem para cada tratamento.

d) Peso médio dos ovos

Todos os ovos íntegros produzidos, dentro de cada repetição foram pesados durante o 19, 20 e 21º dia de cada período de 21 dias, e para obtenção do peso médio no respectivo período, foi calculada a média dos pesos dos ovos obtidos durante os três dias de pesagem.

e) Massa de ovos

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

f) Conversão alimentar

Foram avaliadas a conversão por dúzia de ovos que foi 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).

g) Ganho de peso

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

h) Viabilidade

Ao final do experimento foi calculada a viabilidade utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Viabilidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de aves vivas} - \text{N}^\circ \text{ de aves mortas}}{\text{N}^\circ \text{ de aves vivas}} \times 100$$

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 e 21º dia de cada período de 21 dias, 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, foram quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar, para posterior obtenção do seu peso. O peso do albúmen foi obtido entre a diferença do peso do ovo menos o peso da gema mais o peso da casca.

j) Gravidade específica dos ovos

Aos 16,17 e 18º dias de cada período de 21 dias, todos os ovos íntegros coletados foram imersos e avaliados em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,100 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.

Os parâmetros foram submetidos a análises estatísticas de acordo com o programa Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa - UFV (2007), utilizando-se os procedimentos para análise de variância e regressão. As estimativas para a exigência de treonina foram determinadas por meio de análise de regressão linear e quadrática conforme o melhor ajustamento obtido para cada variável, levando-se em consideração o comportamento biológico das aves.

O modelo estatístico utilizado para as análises de variância, para todas as variáveis foi:

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

Em que:

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

μ = média geral do experimento;

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

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máxima e mínima observadas durante o experimento foram de $23,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e $17,7 \pm 3,0^{\circ}\text{C}$, respectivamente, e a umidade relativa do ar dentro do galpão foi de $80 \pm 4,3\%$.

Considerando-se que a faixa de conforto térmico situa-se entre 18 e 21°C (Murakami & Ariki, 1998), pode-se inferir que as codornas estiveram expostas a condições de estresse por calor durante certo período do dia (Gráfico 1). Contudo, este fato não indica ter afetado a produção das codornas, visto que o desempenho esteve dentro da faixa considerada normal para a espécie.

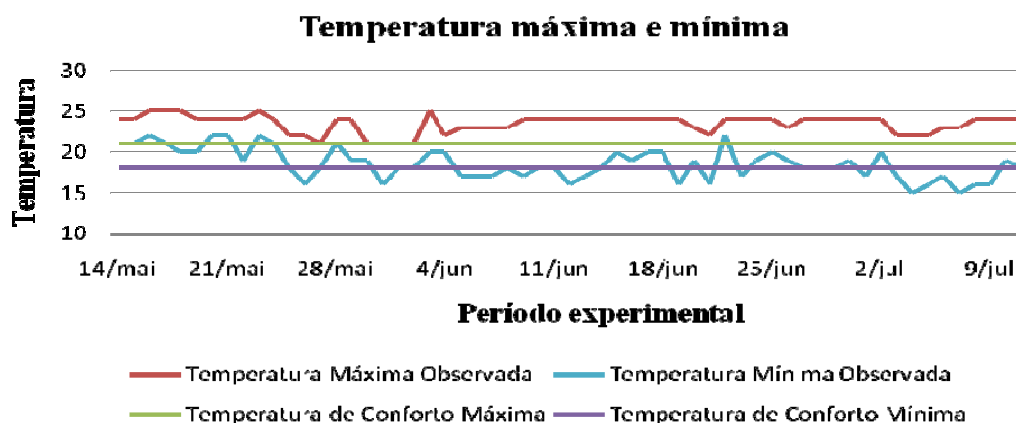


Gráfico 1 – Temperatura máxima e mínima observadas durante o período experimental.

4.1 – Consumo de ração, produção de ovos e viabilidade

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

Tabela 3 - Efeitos dos níveis de treonina digestível sobre o consumo de ração (CR), consumo de treonina (CT), produção de ovos por ave por dia (OAD), produção de ovos por ave alojada (OAA), produção de ovos comercializáveis (OC) e viabilidade (VIAB) em codornas japonesas

Níveis de treonina digestível (%)	CR (g/ave/dia)	CT (mg/ave/dia)	OAD (%)	OAA (%)	OC (%)	VIAB (%)
0,55	26,29	144,61	93,06	92,42	98,85	98,75
0,60	26,11	156,69	92,58	91,94	98,98	96,25
0,65	25,94	168,59	93,29	92,24	98,80	96,25
0,70	26,14	183,01	93,44	93,25	97,95	98,75
0,75	26,32	197,39	93,22	92,28	98,40	96,25
CV (%)	2,20	2,22	2,83	3,35	1,22	4,72
Significância	n.s.	P<0,01*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

* Efeito linear ($P<0,01$): $\hat{Y} = -1,40166 + 2,63783X$; $R^2=0,99$
n.s. – não significativo

Os níveis de treonina não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração (CR) das aves. Dados semelhantes para CR foram encontrados por Umigi et al. (2007) que trabalhando com diferentes níveis de treonina digestível (0,65 a 0,85%) para codorna japonesa em postura, também não verificaram efeito significativo para este parâmetro. Com os resultados de CR obtidos pode-se inferir que, o aumento nos níveis de treonina digestíveis, 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).

O consumo de treonina (CT) aumentou ($P<0,01$) de forma linear, de acordo com a equação $\hat{Y} = -1,40166 + 2,63783X$; $R^2=0,99$. A variação observada no CT, em razão do aumento da concentração de treonina na ração, pode ser justificada pelo fato do CR não ter variado entre os tratamentos.

Não houve influência ($P>0,05$) dos níveis de treonina tanto para produção de ovos/ave/dia como para produção de ovos/ave alojada, portanto, verificou-se que o nível de 0,55% de treonina foi suficiente para a manutenção da taxa de postura (93,06% e 92,42%, respectivamente). Resultados semelhantes foram obtidos por Umigi et al. (2007) que também não encontraram diferenças significativas para

ambos os parâmetros em dietas para codornas japonesas, porém os autores concluíram que para a manutenção do desempenho, a dieta das codornas deveria conter 0,65% de treonina digestível.

Resultados superiores foram observados por Allen & Young (1980) e Shim & Lee (1993) os quais reportaram que para uma ótima produção de ovos as dietas das codornas deveriam conter 0,67% e 0,63% de treonina, respectivamente.

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.

Os níveis de treonina digestível na dieta não influenciaram ($P>0,05$) a viabilidade das aves. No presente experimento, os índices de mortalidade verificados durante todo o período experimental foram de 2,75%, correspondendo a uma mortalidade semanal de 0,30%. Estes resultados foram inferiores àqueles observados por Umigi et al. (2007) que ao trabalhar com níveis de treonina digestível, encontraram uma mortalidade semanal de 0,67%.

Os resultados para produção de ovos comercializáveis revelaram que os níveis de treonina na dieta não influenciaram a qualidade dos ovos destinados à comercialização. Com base nos dados de produção de ovos obtidos pode-se inferir que o nível de 0,55% de treonina o que corresponde a um consumo de 144,61mg de treonina/ ave/dia e a uma relação de 55% com a lisina digestível atendeu as exigências das codornas.

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

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

Tabela 4 - Efeitos dos níveis de treonina digestível 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) em codornas japonesas em postura

Níveis de treonina digestível (%)	PO (g)	MO (g/ave/dia)	CAMO (kg/kg)	CADZ (kg/dz)
0,55	12,28	11,42	2,302	0,339
0,60	12,13	11,23	2,326	0,339
0,65	12,11	11,30	2,296	0,334
0,70	12,04	11,25	2,326	0,336
0,75	12,20	11,37	2,314	0,339
CV (%)	2,45	2,55	2,62	3,44
Significância	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. – não significativo

Os parâmetros peso e massa de ovos, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos teores de treonina das dietas experimentais.

De forma semelhante Umigi et al. (2007) ao avaliarem níveis crescentes de treonina (0,65 a 0,85%) em dietas para codorna japonesa não encontraram variação significativa nos parâmetros considerados. Os autores sugeriram que o menor nível (0,65%) foi o suficiente para atender as exigências nutricionais das codornas.

Os resultados de peso de ovo, encontrados neste estudo, estão coerentes com os obtidos por Ishibashi et al. (1998) e Sá et al. (2007) que avaliando os efeitos dos níveis de treonina sobre o desempenho de galinhas poedeiras verificaram que os níveis de treonina não causaram alteração no peso dos ovos. Entretanto, verificaram efeito dos níveis de treonina sobre a massa de ovos. Já Schmidt (2006) estudando níveis de treonina digestível para poedeiras leves e semipesadas de segundo ciclo, verificou variação significativa tanto no peso dos ovos como na massa de ovos em ambas as linhagens.

Allen & Young (1980) verificaram piora na massa de ovos (7,10 para 6,19g, correspondendo, uma redução de 14,70%), quando a L-treonina foi retirada da mistura de aminoácidos das rações das codornas.

Os níveis de treonina não influenciaram ($P>0,05$) a conversão alimentar por massa de ovos e por dúzia de ovos das aves, o que está em concordância com os resultados obtidos por Valério et al. (2000) que estudando níveis de treonina para duas marcas comerciais de galinhas poedeiras, não encontraram diferenças para a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos. Por outro lado, esses resultados divergem dos obtidos por Huyghebaert & Butler (1991), que constataram efeito dos níveis de treonina sobre a conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos em dietas de galinhas poedeiras.

4.3 - Peso inicial, final e ganho de peso corporal das aves

As médias dos pesos inicial, final e ganho de peso das codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de treonina estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Peso inicial (PI) das aves e efeitos dos níveis de treonina digestível sobre o peso final (PF) e ganho de peso (GP) de codornas japonesas

Níveis de Treonina digestível (%)	PI (g)	PF (g)	GP (g)
0,55	178,31	185,07	6,76
0,60	179,32	186,48	7,16
0,65	178,61	185,45	6,84
0,70	178,27	183,94	5,67
0,75	179,75	188,32	8,57
CV (%)	1,45	2,71	67,09
Significância	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. – não significativo

Não se verificou efeito ($P>0,05$) dos níveis de treonina sobre o ganho de peso das codornas. Resultado semelhante para mudança de peso foram observados por Umigi et al. (2007) os quais trabalharam com níveis de treonina digestível, para codornas japonesas, variando entre 0,65 e 0,85%. Portanto, o nível de 0,55% de treonina foi suficiente para atender a demanda diária das codornas, sem que

houvesse uma redução no peso corporal e conseqüentemente no desempenho produtivo.

No entanto, estudando níveis crescentes de treonina em dietas para galinhas poedeiras leves e semipesadas, Schmidt (2006) não observou diferença significativa para ganho de peso, porém o autor verificou redução de peso para ambas as linhagens, sendo que a linhagem leve perdeu mais peso em relação à semipesada.

4.4 - Componentes dos ovos e gravidade específica

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

Tabela 6 - Componentes dos ovos: gema (G), albúmen (A) e casca (C) e gravidade específica (GE) em função dos níveis de treonina digestível nas dietas das codornas japonesas

Níveis de treonina digestível (%)	G (g)	G (%)	A (g)	A (%)	C (g)	C (%)	GE (g/cm ³)
0,55	3,66	29,04	7,90	62,75	1,03	8,21	1,075
0,60	3,64	29,01	7,88	62,83	1,02	8,16	1,075
0,65	3,59	28,70	7,90	63,12	1,02	8,18	1,075
0,70	3,58	28,83	7,84	63,07	1,00	8,10	1,075
0,75	3,65	28,87	7,96	63,02	1,02	8,11	1,075
CV (%)	3,30	2,24	2,42	1,03	3,88	2,48	0,11
Significância	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. – não significativo

Não se observou influência ($P>0,05$) dos níveis de treonina digestível sobre nenhum dos parâmetros de componentes dos ovos avaliados. Efeito similar dos níveis de treonina da dieta sobre os componentes dos ovos de codornas também foi relatado por Umigi et al. (2007) quando ministraram dietas com diferentes níveis de treonina digestível para codorna japonesa.

Trabalhando com galinhas poedeiras leves e semipesadas, de segundo ciclo de produção, Schmidt (2006) não observou efeito significativo dos níveis de

treonina na ração para os componentes dos ovos, em ambas as linhagens, com exceção da porcentagem de casca que apresentou efeito quadrático para a linhagem leve.

Segundo Kul & Seker (2004) dados divergentes ao experimento, encontrados na literatura, relacionados com a qualidade dos ovos, poderiam ser devido às diferenças entre a estrutura genética, condições de sanidade, idade da ave, alimentação e condições ambientais e de manejo.

Pode-se inferir através dos resultados, que a ração contendo 0,55% de treonina foi capaz de fornecer suporte adequado para que a ave não comprometesse a qualidade interna e externa dos ovos.

Os níveis de treonina não influenciaram ($P>0,05$) o resultado da gravidade específica, o que indica que o nível de 0,55% de treonina não prejudicou a qualidade da casca do ovo, sendo também confirmado pela produção de ovos comercializáveis.

De acordo com todas as variáveis, o nível de 0,55% de treonina digestível foi o suficiente para se alcançar resultados satisfatórios, tanto no desempenho quanto na qualidade dos ovos de codorna.

5. CONCLUSÃO

O nível de 0,55% de treonina digestível, correspondente a um consumo diário de 144,61 mg de treonina digestível/ave e a uma relação de 55% com a lisina digestível atendeu as exigências das codornas japonesas em postura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. **Nutrição Animal. As bases e os fundamentos da nutrição animal**. Vol.1, 2002. 395 p.

BACKER, D.H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chickens during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, n.11, p. 1441-1447, 1994.

BARRETO, S.L.T.; PEREIRA, C.A.; UMIGI, R.T. et al. Determinação da exigência nutricional de cálcio de codornas japonesas na fase inicial do ciclo de produção. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p. 68 - 78, 2007.

CAMPS, D.M. Dietas bajas en proteínas con suplementación de treonina y triptofano en la alimentación de ponedoras comerciales. **Revista Cubana de Ciencia Avícola**, v.25, p.131-136, 2001.

CONALGO, G.L. Fatores que influenciam as exigências nutricionais das aves In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. **Anais...** Viçosa, 1996. p. 345-360.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; MOURA, W.C.O. et al. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, suplemento, p.2037 - 2046, 2007.

DAVIS, A.T.; AUSTIC, R.E. Threonine imbalance and the threonine requirement of the chicken. **Journal of Nutrition**, v. 112, p. 2170-76, 1982a.

DAVIS, A.T.; AUSTIC, R.E. Threonine metabolism of chicks fed threonine – imbalanced diets. **Journal of Nutrition**, v. 112, p. 2177-86, 1982b.

FLAUZINA, L.P. **Desempenho produtivo e biometria de vísceras de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de proteína bruta**. Brasília: UNB, 2007. 36p. Dissertação - Universidade de Brasília, 2007.

GARCIA, E.A.; PIZZOLANTE, C.C. Nutrição de codornas para postura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 2; CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1. Lavras, 2004. **Anais...** Lavras, 2004, p. 65-76.

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

HUYGHEBAERT, G.; BUTLER, E.A. Optimum threonine requirements of laying hens. **British Poultry Science**, v. 32, p.575-582, 1991.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2ª ed. São Paulo: Roca, 1999. 245p.

ISHIBASHI, T.; OGAWA, T.; ITO, S. et al. Threonine requirements of laying hens. **Poultry Science**, v.77, p.998-1002, 1998.

KIDD, M.T. Nutritional considerations concerning threonine in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.56, p.139-151, 2000.

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, 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.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 3ª ed. Guelph: University Books, 2005. 398p.

MANDAL, A.B. ; KAUR, S.; JOHRI, A.K. et al. Response for growing japanese quails to dietary concentration of L-threonine. **Journal of the Science and Food and Agriculture**, v.86, p.793 -798, 2006.

MURAKAMI, A. E. Nutrição e alimentação de codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. **Anais ...** Recife: SBZ, 2002, p. 283-309.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p. 9^a edição.

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

PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in feeding of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 1994, p.119-128.

PINHEIRO, S.R.F.; BARRETO, S.L.T.; UMIGI, R.T. et al. Efeito dos níveis de triptofano digestível para codornas japonesas em postura sobre os parâmetros de qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Suplemento 9, p.78, 2007.

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

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

RHODIMET feed formulation guide. 6^a ed. Poulenc Animal Nutrition, France, 1993, 39p.

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, 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.** Viçosa: Editora UFV, 2005. 186p.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECON, P.R. et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1846-1853, 2007.

SCHMIDT, M. **Níveis nutricionais de lisina, de metionina+cistina e de treonina digestíveis para galinhas poedeiras no 2º ciclo de produção.** Viçosa: UFV, 2006. 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SHIM, K.F.; LEE, T.K. Effect of Dietary essential amino acids on egg production of laying Japanese quail. **Singapore Journal of Primary Industries**, v.21, n.2, p.72-75, 1993.

SHIM, K.F.; VORHA, P. A Review of the nutrition of Japanese quail. **World's Poultry Science Journal**, v.40, n.3, p.261-274, 1984.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 3, CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2, 2007, Lavras. **Anais...** Lavras, 2007, p. 44 - 64.

SHRIVASTAV, A.K.; PANDA, B. A review of quail nutrition research in India. **Worlds Poultry Science**, v.55, n.1, p.73-81, 1990.

UMIGI, R.T.; BARRETO, S.L.T.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de treonina digestível em dietas para codorna japonesa em postura. **Revista Sociedade 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.

VALÉRIO, S.R.; SOARES, P.R.; ROSTAGNO, H.S. et al. Determinação da exigência nutricional de treonina para poedeiras leves e semipesadas. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.518-524, 2000.

WEERDEN, E.J. van; SCHUTTE, J.E.; BERTRAM, H.L. Protein and amino acid requirements of laying hens. In: WORLD'S POULTRY CONGRESS AND EXHIBITION, 17, 1984, Helsinki. **Proceedings and abstract...**Helsinki, 1984.p.260-262.