

CLEVERSON LUÍS NASCIMENTO RIBEIRO

**PROTEÍNA BRUTA, RELAÇÕES AMINOACÍDICAS E LISINA DIGESTÍVEL  
EM DIETAS PARA CODORNAS DE CORTE DE 15 A 35 DIAS DE IDADE**

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  
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da  
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

R482p  
2015  
Ribeiro, Cleverson Luís Nascimento, 1981-  
Proteína bruta, relações aminoacídicas e lisina  
digestível em dietas para codornas para corte de 15 a 35  
dias de idade / Cleverson Luís Nascimento Ribeiro. - Viçosa,  
MG, 2015.  
xii, 123f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador : Sérgio Luiz de Toledo Barreto.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. *Coturnix coturnix*. 2. Codornas - Alimentação e  
rações. 3. Nutrição animal. 4. Aminoácidos na nutrição  
animal. 5. Proteínas na nutrição animal. 6. Metabolismo  
energético. I. Universidade Federal de Viçosa.  
Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação em  
Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.594

CLEVERSON LUÍS NASCIMENTO RIBEIRO

**PROTEÍNA BRUTA, RELAÇÕES AMINOACÍDICAS E LISINA DIGESTÍVEL  
EM DIETAS PARA CODORNAS DE CORTE DE 15 A 35 DIAS DE IDADE**

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: 16 de julho de 2015.

---

Tatiana Cristina da Rocha

---

Arele Arlindo Calderano

---

Juarez Lopes Donzele  
(Coorientador)

---

Melissa Izabel Hannas  
(Coorientador)

---

Sérgio Luiz de Toledo Barreto  
(Orientador)

À Deus pela minha vida e por iluminar sempre o meu caminho,

Aos meus amados pais, Luiz Carlos e Sônia Maria, por sempre acreditarem em mim,

Aos meus irmãos, cunhados e meus amados sobrinhos, pelo incentivo e carinho,

Aos amigos Valdir, Pedro, Vanda, Zé Colméia, Tainnah, Mara Baltazar e

em especial a Laíse, por estarem sempre ao meu lado,

Às minhas maravilhosas famílias Nascimento e Ribeiro,

*À minha querida “Família Viçosa” que me amparou por todos esses anos.*

**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 no Brasil e também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade de realização do doutorado na modalidade “Sanduíche” na Espanha.

À Ajinomoto do Brasil pela gentileza de fornecer os aminoácidos e aminogramas e a Granja Fujikura pela ajuda no fornecimento das aves para este projeto.

Ao professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto pela oportunidade, pela confiança e orientação desde os tempos de mestrado. Aos professores Juarez Lopes Donzele, Melissa Izabel Hannas, Luiz Fernando Teixeira Albino, Renata Souza Reis, Rita Flávia Miranda de Oliveira, Paulo Cezar Gomes, Luciana Navajas Rennó e Sebastião de Campos Valadares Filho pela contribuição e disposição em me ajudar e pelos aprendizados do convívio com os senhores, meu muito obrigado!

A los amigos y catedráticos Enrique Blás Ferrer, Juan José Pascual Amorós y Concha Cervera, a los compañeros Luis Rodenas, Eugenio Martínez, Davi Savietto, Juan Carlos, Alberto Arnau, Javi Moya, Marco Birollo y Carmen por la oportunidad, generosidad y por el permiso de convivir con esta “Familia-Grupo de Investigación en Cunicultura” del Departamento de Ciencia Animal-Instituto de Ciencia y Tecnología de la Universidad Politécnica de Valencia (España). Muchas Gracias ¡Os echo de menos!

Aos amigos e Professores Arele Arlindo Calderano e Tatiana Cristina da Rocha, por aceitar prontamente ao convite de ser membro da banca, por acreditar em nosso trabalho e pela contribuição na redação desse nosso projeto.

Aos amigos-colaboradores: Jorge, Raquel, Livia, Tamara, Rodrigo Knop, Victor Sales e Beatriz Nicolau, pela dedicação, seriedade e comprometimento com o nosso projeto, e em especial a Valdir Ribeiro Júnior e ao “Quequézinho” Warley Alves Júnior, pelo empenho e companheirismo em todas as etapas desse nosso projeto.

Aos amigos de aviário e DZO, em especial: Pedro “Menudo” Benedeti, Matheus “Pateta”, Prof. Paulo Pipoca, Rodrigo “Rosca” Knop, Victor Sales, Fatinha, Palominha, Rodolfo, Luis Fernando, Allan “Vermeio”, Sanely, Jorge, Macaé, Raquel, Livia, Tamara, Robertinha e Michele pela ajuda e convivência no decorrer desta caminhada. Aos amigos de Viçosa, que sempre me apoiaram e dividiram momentos bons e difíceis ao meu lado: Tarcísio Visintin (vulgo “Gê”), Mara, Juliano e Carlos Henrique Baltazar, Juninho Nhenhéu e Xiomara, obrigado pela convivência, pela paciência e amizade durante todos estes anos!

Aos meus eternos amigos-irmãos: Ricardo Prado, Katia Matsuoka, Camila Prado e a todos desta família que me ampararam como um dos seus!

Aos funcionários do setor de Avicultura/DZO/UFV, Adriano, Elísio, José Lino, Tiãozinho, Sr. Mário e Pedrinho pelo auxílio, colaboração e amizade. Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em especial Fernanda, Rosana, Venâncio, Valdir e Sr. Mário por estarem sempre dispostos a ajudar.

Enfim, a todos aqueles que acreditaram e contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, na realização deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos.

**Muito Obrigado!!**

“Faça o que puder, com o que tiver, onde estiver.”

Theodore Roosevelt

## **BIOGRAFIA**

CLEVERSON LUÍS NASCIMENTO RIBEIRO, filho de Luiz Carlos Ribeiro e Sônia Maria Nascimento Ribeiro, nasceu em São Bernardo do Campo, Estado de São Paulo, no dia 27 de março de 1981.

Em fevereiro de 1996, iniciou o Curso Técnico em Contabilidade no colégio ETEC – “Presidente Tancredo de Almeida Neves”, em Ubatuba, Estado de São Paulo, concluindo em dezembro de 1998.

Em março de 2005, iniciou o curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em julho de 2009.

Em agosto de 2009, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Animais Monogástricos, concluindo em 17 de julho de 2011.

Em agosto de 2011 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, na área de Nutrição e Produção de Animais Monogástricos, submetendo-se a defesa de tese no dia 16 de julho de 2015 para obtenção do título de Doctor Scientiae.

## ÍNDICE

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| RESUMO .....                                                                     | ix  |
| ABSTRACT .....                                                                   | xi  |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL .....                                                        | 1   |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....                                                   | 6   |
| 2.1. Conceito de proteína ideal na formulação de dietas para codornas de corte . | 6   |
| 2.2. Proteína bruta em dietas para codornas de corte .....                       | 8   |
| 2.3. Metionina + cistina em dietas para codornas de corte .....                  | 11  |
| 2.4. Treonina em dietas para codornas de corte .....                             | 15  |
| 2.5. Triptofano em dietas para codornas de corte .....                           | 19  |
| 2.6. Lisina em dietas para codornas de corte .....                               | 22  |
| 3. HIPÓTESES GERAIS .....                                                        | 25  |
| 4. OBJETIVOS GERAIS .....                                                        | 26  |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                              | 26  |
| 7. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                                                    | 123 |
| 8. ANEXOS .....                                                                  | 124 |

### **CAPÍTULO I: Proteína bruta e lisina digestível em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| RESUMO .....                     | 41 |
| ABSTRACT .....                   | 42 |
| INTRODUÇÃO .....                 | 43 |
| MATERIAL E MÉTODOS .....         | 44 |
| RESULTADOS .....                 | 49 |
| DISCUSSÃO .....                  | 51 |
| CONCLUSÃO .....                  | 55 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 55 |



**CAPÍTULO II: Relações metionina + cistina digestíveis: lisina digestível em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| RESUMO .....                     | 61 |
| ABSTRACT .....                   | 62 |
| INTRODUÇÃO .....                 | 63 |
| MATERIAL E MÉTODOS .....         | 64 |
| RESULTADOS .....                 | 70 |
| DISCUSSÃO .....                  | 72 |
| CONCLUSÃO .....                  | 77 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 77 |

**CAPÍTULO III: Relações treonina digestível: lisina digestível em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| RESUMO .....                     | 82 |
| ABSTRACT .....                   | 83 |
| INTRODUÇÃO .....                 | 83 |
| MATERIAL E MÉTODOS .....         | 85 |
| RESULTADOS .....                 | 91 |
| DISCUSSÃO .....                  | 93 |
| CONCLUSÃO .....                  | 96 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 96 |

**CAPÍTULO IV: Relações triptofano digestível: lisina digestível em dietas  
para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| RESUMO .....                     | 102 |
| ABSTRACT .....                   | 103 |
| INTRODUÇÃO .....                 | 104 |
| MATERIAL E MÉTODOS .....         | 106 |
| RESULTADOS .....                 | 112 |
| DISCUSSÃO .....                  | 114 |
| CONCLUSÃO .....                  | 117 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 118 |

## RESUMO

RIBEIRO, Cleverson Luís Nascimento, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2015. **Proteína bruta, relações aminoacídicas e lisina digestível em dietas para codornas para corte de 15 a 35 dias de idade.** Orientador: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Coorientadores: Juarez Lopes Donzele e Melissa Izabel Hannas.

Foram realizados 4 experimentos sequenciais com codornas de corte na fase de 15 a 35 dias de idade com o intuito de estimar níveis referenciais de proteína bruta (PB) e de lisina digestível (LISD), e também , estimar as melhores relações aminoacídicas digestíveis para metionina + cistina (MET + CISD: LISD), treonina (TRED: LISD) e triptofano (TRPD: LISD), baseado no conceito de proteína ideal. As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, sendo que para o experimento I, distribuiu-se 420 codornas em 5 tratamentos (níveis de PB = 180; 200; 220; 240 e 260g/kg de dieta), com 7 repetições e 12 aves por unidade experimental. No experimento II, distribuiu-se 504 codornas em 6 tratamentos (MET + CISD: LISD = 68; 73; 78; 83; 88 e 93%), com 7 repetições e 12 aves por unidade experimental. Para o experimento III, distribuiu-se 480 codornas em 5 tratamentos (TRED: LISD = 68; 72; 76; 80 e 84%), com 8 repetições e 12 aves por unidade experimental. E, no experimento IV, distribuiu-se 504 aves em 6 tratamentos (TRPD: LISD = 16; 17; 18; 19; 20 e 21%), com 7 repetições e 12 aves por unidade experimental. Em todos os experimentos foram avaliados os parâmetros de desempenho: consumo diário de ração (CR, g/ ave/ dia); consumo diário do nutriente estudado (g/ ave/ dia); ganho de peso (GP, g/ ave/ dia); peso final das aves (PF, g/ ave), índice de conversão alimentar (CA, g/ g) e viabilidade do plantel (VIAB, %); de características de carcaça foram: peso de jejum (PJ, g/ ave); peso de carcaça (PC, g/ ave); peso de peito (PP, g/ ave); rendimento de carcaça (RC, %) e rendimento de peito (RP, %); para composição química de carcaça das aves foram avaliadas: percentual de matéria seca total (MS, %); percentual de proteína bruta (PB, %) e percentual de gordura (EE, %). **Experimento I:** Os níveis de PB nas dietas não influenciaram o CR, por outro lado, CPB e GPD apresentaram resposta linear crescente. PF e CA apresentaram resposta quadrática (239,25 e 240,93g de PB/ kg dieta, respectivamente). Para características de carcaça, os níveis de PB nas dietas não influenciaram o RC. Efeito linear crescente foi observado em PJ, PC e PP e RP apresentou melhor valor para o nível de 222,58g de PB/ kg dieta. Os níveis de PB estudados não houve diferença significativa para MS da carcaça. Os níveis de PB promoveram aumento linear crescente no PB na carcaça das aves e no EE se observou

reposta quadrática com menor valor obtido para 215,69g de PB/ kg dieta. De acordo com os resultados obtidos, o nível estimado de 240,93g de PB/ kg de dieta atende satisfatoriamente as necessidades de PB para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

**Experimento II:** CR e CMET foram influenciados com maiores valores obtidos com as relações MET + CISD: LISD superiores a 93 %. GPM e PF apresentaram resposta quadrática com relações MET + CISD: LISD de 84,2% e 84,21%, respectivamente. PJ e PC apresentaram resposta quadrática com melhores valores obtidos com a relação de 84% de MET + CISD: LISD. As relações MET + CISD: LISD influenciaram aumentando o PP. Com o incremento das relações MET + CISD: LISD os parâmetros de composição química de carcaça, MS e PB demonstraram resposta linear decrescente.

**Experimento III:** Não se observou efeito significativo para CR. Para CTRE as relações aminoacídicas estudadas influenciaram de forma linear crescente. As relações TRED: LISD promoveram resposta quadrática sobre o GPM, o PF e o CA, como melhores resultados obtidos com as relações TRED: LISD de 74%; 74% e 75%, respectivamente. Por outro lado, as relações TRED: LISD não influenciaram os resultados para PJ, PC, PP e RC. RP apresentou efeito quadrático com a relação TRED: LISD estimada de 76%. As relações TRED: LISD não influenciaram a, MS, PB e PG das carcaças das aves. **Experimento IV:** As relações TRPD: LISD não apresentaram influência nos resultados de CR, GPM e PF. Observou-se resposta linear crescente para CTRP. O melhor CA foi obtido com resposta quadrática pela relação TRPD: LISD estimada em 18%. Não houve resposta para PP, RC e RP. Para os parâmetros PJ e PC houve resposta linear crescente, mas MS, PB e PG das carcaças das aves não foram influenciadas pelas relações TRPD: LISD nas dietas. De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que o nível estimado de 240,93g de PB/ kg, correspondendo ao nível de 12,33g de lisina digestível/ kg, e as relações MET + CISD: LISD de 84%, TRED: LISD de 75% e TRPD: LISD de 18% atende satisfatoriamente as necessidades nutricionais em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

## ABSTRACT

RIBEIRO, Cleverson Luís Nascimento, DSc. Universidade Federal de Viçosa, July, 2015. **Crude protein, aminoacidic ratios and digestible lysine in diets for meat-type quails from 15-35 days old.** Adviser: Sérgio Luiz de Toledo Barreto. Co-advisers: Juarez Lopes Donzele and Melissa Izabel Hannas.

Four sequential experiments were developed with meat-type quails from 15-35 days old in order to estimate the reference levels of crude protein (CP), the correspondent digestible lysine level (DLYS), and the best digestible aminoacidic ratios for methionine + cystine (MET + CYS), threonine (THR), and tryptophan (TRP), based on ideal protein concept. Birds were distributed in a completely randomized design, and for the first trial, were distributed 420 quails in 5 treatments (CP levels: 180; 200; 220; 240 and 260g/ kg of diet), 7 replicates, and 12 birds per pen. In the second trial, it was distributed 504 quails in 6 treatments (DMET + CYS: DLYS = 68; 73; 78; 83; 88 and 93%), 7 replicates, and 12 birds per pen. For the third experiment, it was distributed 480 quails in 5 treatments (DTHR: DLYS = 68; 72; 76; 80 and 84%), 8 replicates, and 12 birds per pen. In the trial IV, 504 birds were distributed in 6 treatments (DTRP: DLYS = 16; 17; 18; 19, 20 and 21%), 7 replicates, and 12 birds per pen. In all trials were evaluated: daily feed intake (FI, g/ bird/ day); daily feed of nutrient studied (g/ bird/ day); weight gain (WG, g/ bird/ day); final weight (FW, g/ bird), feed conversion ratio (FCR, g/ g), and bird viability (VIAB, %). Carcass traits: body weight (BW, g / bird); carcass weight (CW, g/ bird); breast weight (BTW, g/ bird); carcass yield (CY, %) and breast yield (BTY, %) Chemical carcass composition: percentages of dry matter (DM, %), of crude protein (CP, %), and fat (EE, %). **Experiment I:** Dietary CP levels did not affect DFI, on the other hand, CPI and WG showed a positive linear response. FW and CT showed a quadratic response (239.25 and 240.93g CP/ kg diet, respectively). For carcass traits, the dietary CP levels did not affect CY. Linear increasing response was observed in BW, CW and BTW, and the BTY presented the best value for the level of 222.58g CP/ kg die). The CP levels studied did not difference for DM. For CP were observed linear increasing, and EE the dietary CP levels in the diet showed a quadratic effect for 215.69g CP/ kg diet. **Experiment II:** The FI showed a linear effect. WG and FW showed a quadratic response (84.20% and 84.21% digestible methionine and cystine: digestible lysine, respectively), while for FCR there was no response. For carcass traits: BW and CW presented quadratic response (for both was estimated a ratio of 84% of digestible methionine + cystine: digestible lysine), BTW showed linear

increasing. However, CY and BTY were not influenced by the evaluated amino acid ratios. For carcass chemical composition: DM and CP showed linear decreasing, but EE presented no response. **Experiment III:** There was no significant effect on FI. For WG, FW, and FCR were observed quadratic responses (74%, 74% and 75% of digestible threonine: digestible lysine ratio, respectively). The carcass characteristics: BW, CW, BTW and CY did not show response. The BTY showed quadratic response (76% of digestible threonine: digestible lysine ratio). For carcass chemical composition: DM, CP and EE were not influenced by the diets with the amino acid ratios studied. **Experiment IV:** FI, WG and FW were not influenced by dietary amino acid ratios evaluated. There was quadratic response on FCR, where it was estimated the ratio of 18% digestible tryptophan: digestible lysine. For the carcass traits, there were no response for BTW, CY and BTY. On the other hand, for the variables BW and CW were observed linear response. For the carcass chemical composition: DM, CP and EE were not influenced by the dietary amino acid ratios. According to the results, the estimated level of 240.93 g of CP/ kg, corresponding the digestible lysine level of 12.33g/ kg, and the digestible amino acid ratios, 84% of digestible methionine + cystine: digestible lysine; 75% digestible threonine: digestible lysine and 18% of digestible tryptophan: digestible lysine supplied these requirements in diets for meat-type quails from 15-35 days old.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Dentre as diversas carnes de aves disponíveis para consumo por todo mundo, a carne de codornas é muito apreciada, sendo comum sua utilização na culinária de vários países. No Brasil, o consumo desta carne ainda não é tão comum, predominando nas regiões sul, sudeste e nordeste do país (IBGE, 2012). Grande parte dessa carne nacional provém do descarte de codornas de postura em final do ciclo de produção e de machos criados para o abate, ambos da subespécie Japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), assim, a carne dessas aves é considerada um subproduto do segmento de produção de ovos e apresenta baixa aceitação por parte do consumidor (Garcia, 2002).

Na maioria dos países europeus, principalmente Espanha, França e Itália, as codornas são criadas para a produção de ovos, carne e para caça (MAPA-ES, 2004). Com relação à produção de carne, o mercado consumidor é abastecido principalmente por aves de carcaça pequena (+/- 120g), pois a criação exclusiva de codornas para carne se dá basicamente pela utilização de machos selecionados da subespécie Japonesa. É considerada uma atividade expressiva e com grande aceitação pelo mercado consumidor europeu, no qual, é possível encontrar, em mercados e açougues, uma gama de produtos que utilizam carne de codorna, que vai desde aves inteiras até produtos processados e enlatados.

Nas últimas décadas, vem sendo desenvolvida no Brasil a criação de codornas especializadas para produção de carne, destacando-se no mercado agropecuário como excelente atividade produtiva, atraindo inúmeros novos produtores para este segmento. Dentre os aspectos positivos, relacionados com a criação, podemos citar como principais vantagens: baixo investimento inicial e baixos custos com mão-de-obra, possibilidade de produzir ocupando pequenas áreas, facilidade no manejo e capacidade

de proporcionar rápido retorno de capital (Silva et al., 2005). Com relação às espécies disponíveis no mercado nacional, a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*) seria a mais recomendada e utilizada em criações comerciais, por apresentar carcaças com maior quantidade de carne, quando comparadas com a codorna Japonesa, característica essa que atrai o consumidor nacional.

Por se tratar de um segmento recente e que está em desenvolvimento, algumas dificuldades ainda são evidentes, como por exemplo, a falta de material genético adequado e escassas pesquisas avaliando desempenho e exigências nutricionais destas aves, fazendo assim, que os criadores explorem a produção de carne de forma pouco organizada e empírica (Móri et al., 2005).

Atualmente, o mercado de codornas para carne disponibiliza carcaças inteiras congeladas e, em casos raros, oferta produtos processados e pratos semiprontos, muito embora apresente algumas limitações, pois o hábito de consumo de codornas restringiu-se a aperitivo ou petisco, fato que restringe o consumo per capita. Não obstante, esta realidade vem sendo modificada pela especialização dos sistemas de produção (Cunha, 2009).

Assim, na tentativa de preencher esta lacuna de mercado, algumas empresas avícolas têm incrementado a criação comercial de “linhagens” de codornas de corte, utilizando das tecnologias que já vinham sendo aplicadas com sucesso na produção industrial de frangos de corte, e com grande possibilidade de êxito nesse novo segmento, já que a carne de codorna é considerada exótica e reconhecida por sua alta qualidade e palatabilidade (Santos et al., 2005).

Essas “linhagens” de codornas especializadas para abate, também conhecidas no Brasil como codornas europeias, apesar de fenotipicamente serem bastante semelhantes à codorna Japonesa, possuem maiores pesos vivo (200 a 300g), coloração da plumagem



marrom mais viva e têm temperamento nitidamente mais calmo, característico de animais destinados ao abate (Scatolini, 2006). Essas aves ainda apresentam taxa de crescimento e peso final muito maior do que as aves destinadas à postura, o que permite que cheguem a um peso adequado ao abate numa idade bastante precoce, em média 35 dias de vida.

Com relação às informações nutricionais, é evidente a necessidade de mais informações científicas, pois, é sabido que as formulações de rações para codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) apresentam elevado custo de produção. Além disso, normalmente são utilizadas tabelas de exigências nutricionais de outros países, como NRC (1994) e INRA (1989), pouco condizentes com as condições brasileiras (Murakami & Ariki, 1998), ou ainda, extrapolações de valores nutricionais constantes nas tabelas de exigências para frangos de corte, galinhas poedeiras e perus (Barreto et al., 2006).

As exigências apresentadas no NRC (1994) e INRA (1989), para produção de carne de codornas, além de serem específicas para codornas Japonesas (machos), não são ideais em condições tropicais para obtenção do máximo desenvolvimento e desempenho destas aves, principalmente, quando consideradas as condições climáticas brasileiras. Além disso, essas tabelas de exigências são antigas e escassas, o que demonstra defasagem de informações para esta espécie.

Desta maneira, com o intuito de atender essa carência de informações, no ano de 2009, foi lançada no Brasil a Tabela para Codornas Japonesas e Europeias (Silva & Costa, 2009). No entanto, faz-se necessário a confirmação dos dados de exigências aminoacídicas para codornas de corte, pois, conforme citado na própria tabela, foi utilizada como referência, para alguns aminoácidos, dados citados no NRC (1994), cujas recomendações referem-se às exigências para codornas Japonesas. Sendo assim,

os valores podem estar inadequados para utilização na criação destinada à produção de carne.

Nos últimos anos, os estudos científicos com produção de codornas de corte, têm defendido o abate destas aves com 35 dias de idade (Scherer, 2009; Ton et al., 2011 e 2012; Veloso et al., 2012; Ferreira et al., 2012) porém, a maioria dos trabalhos encontrados na literatura utiliza o abate com 42 dias de idade (Oliveira et al., 2002a e 2002b; Silva et al., 2006; Corrêa et al., 2007a, 2007b, 2008, 2010a e 2010b; Pinheiro et al. 2015).

Outro ponto significativo seria que na criação de codornas de corte, como a prática da sexagem não é utilizada e o dimorfismo sexual se manifesta após os 15 dias de idade, utiliza-se normalmente a produção de lotes mistos. Assim, apesar das fêmeas apresentarem um peso maior aos 42 dias de idade, quando comparadas com codornas de 35 dias de idade (Silva et al. 2006), observa-se que este aumento de peso está diretamente relacionado com o desenvolvimento dos órgãos do sistema reprodutor. Com isso, grande parte do aporte nutricional fornecido nas dietas, direciona-se para desenvolvimento destes órgãos, reduzindo assim a deposição muscular, o que resulta em aves com menor peso de carcaça.

Com relação à maturidade sexual, as codornas são precoces atingindo-a entre 36 a 40 dias de idade (Albino & Barreto, 2003). Como os lotes produzidos são mistos, naturalmente ocorre comportamento agonista, o que provoca muitos problemas de competição hierárquica entre os machos, causando sérias lesões nestas aves, o que as deixam isoladas dentro dos boxes de criação, levando a redução no consumo e, por conseguinte, piora no desempenho e no peso final quando abatidas com 42 dias de idade. Além do mais, muitas carcaças são condenadas pela grande quantidade de

injúrias que apresentam. Desta maneira, o abate com 35 dias de idade seria recomendado como proposta para evitar estes problemas citados.

Outro ponto a destacar está relacionado com a pequena quantidade de informações disponíveis sobre a nutrição de codornas de corte nas fases iniciais e de crescimento-terminação, independente da idade de abate. Ao analisar as tabelas nutricionais disponíveis, observa-se que não há uniformidade nos períodos referidos para as diferentes fases e nem para os níveis nutricionais recomendados. De acordo com Garcia (2002), é necessário estabelecer exigências nutricionais para a espécie europeia e desenvolver programas de alimentação visando à otimização do desempenho e o rendimento de carcaça.

Desta maneira, faz-se necessário estabelecer as exigências nutricionais para codornas de corte na fase de crescimento-terminação (15 a 35 dias de idade), estimando níveis referenciais de proteína bruta e, baseado no conceito de proteína ideal, estimar as melhores relações de aminoácidos com lisina digestível, assim como o melhor nível de lisina digestível nas dietas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 – Conceito de proteína ideal na formulação de dietas para codornas de corte**

O conceito da proteína ideal baseia-se na ideia que todos os aminoácidos essenciais devem ser fornecidos nas dietas de maneira que não excedam nem faltem, visando assim atender as exigências nutricionais, de acordo com a espécie e sua fase de desenvolvimento. Este conceito foi proposto por Mitchel (1964) com o intuito de otimizar a utilização da proteína da dieta (relação entre retenção e consumo de proteína) e minimizar a excreção de nitrogênio. A partir deste conceito foi possível estudar a síntese de proteína dos diferentes tecidos e também avaliar a mudança de proporção dos aminoácidos de acordo com o crescimento animal (Suida, 2001).

O estudo deste conceito visa obter relações ideais entre todos os aminoácidos essenciais com um aminoácido referência. Isto significa que as exigências de todos os aminoácidos podem ser prontamente estimadas a partir da estimativa da exigência do aminoácido referência.

Embora o aminoácido lisina seja o segundo aminoácido limitante para aves é usado como aminoácido referência na formulação de rações com base na proteína ideal (Costa et al., 2001; Silva et al., 2007; Silva & Costa, 2009; Corrêa et al. 2010). Assim, se a exigência de lisina for alterada por fatores, como por exemplo, dietéticos ou ambientais, a relação ideal de lisina com os outros aminoácidos essenciais digestíveis permanecerá inalterada. Portanto, pode-se dizer que a aplicação do conceito de proteína ideal simplificou a atualização das exigências das aves em todos os aminoácidos, apresentando assim uma maior praticidade na formulação das dietas.

A lisina foi escolhida como o aminoácido padrão no conceito de proteína ideal, por ser, quase exclusivamente, utilizada para síntese proteica, pelo grande número de

trabalhos publicados e, sua análise ser mais simples e menos dispendiosa, que a de metionina e cisteína (Silva et al., 2007).

A grande vantagem de aplicar tal conceito seria a possibilidade de reduzir os custos de formulação das dietas, pois o balanço perfeito entre os aminoácidos possibilita a redução sistemática do nível proteico da dieta. Porém, essa ferramenta não é utilizada com eficiência na coturnicultura, pois poucas pesquisas têm sido realizadas para estimativa das exigências de aminoácidos para codornas de corte, principalmente na fase de crescimento.

Além disso, outra grande contribuição para evolução da nutrição proteica de aves e suínos foi à disponibilização dos aminoácidos industriais nas formulações das dietas. De acordo com a literatura, os aminoácidos industriais de maior importância na cadeia de produção avícola e suinícola são: metionina, lisina, treonina, triptofano e arginina (Parsons & Baker, 1994).

A diminuição do nível de PB da ração implica da necessidade de medidas que possam reduzir ou eliminar os problemas causados, não comprometendo o desempenho dos animais. Desta forma, uma das possíveis soluções seria a utilização dos níveis de PB mais baixos, atendendo às exigências nutricionais mínimas, com a suplementação de aminoácidos na forma cristalina. A queda dos preços desses aminoácidos nos últimos anos contribuiu, de certa forma, para a adoção de dietas com menores níveis de PB (Emmert & Baker, 1997).

Parece existir um limite para a substituição da proteína intacta por aminoácidos industriais, sendo que, o problema de maior velocidade de absorção destes aminoácidos resultaria em descompasso entre a quantidade disponível dos aminoácidos e a velocidade para a síntese de proteína (Penz Jr., 1990).

## **2.2 - Proteína bruta em dietas para codornas de corte**

Na formulação de rações, as fontes proteicas e energéticas têm sido os componentes de maior participação nos custos de produção das dietas, influenciando diretamente o índice de conversão alimentar, a qualidade de carcaça e o ganho de peso das codornas (Suida, 2001).

A proteína necessária para manutenção do metabolismo corporal das aves e para produção de carne é proveniente da proteína dietética, cujos aminoácidos são utilizados para exercerem inúmeras funções metabólicas, que vão desde constituintes primários dos tecidos estruturais e de proteção, como pele, penas, matriz óssea, ligamentos e tecidos dos órgãos e músculos, até serem precursores de inúmeros constituintes corporais não proteicos (Silva et al., 1998).

Atualmente, na fabricação de rações para aves, está cada em desuso formulá-las buscando atender somente a exigência de proteína bruta (PB). Isso se dá principalmente pelo crescente uso de aminoácidos industriais e do conceito de proteína ideal, os quais possibilitam fornecer ao animal uma dieta mais adequada quanto aos níveis de aminoácidos requeridos para máximo desempenho, assim como, reduzir a excreção de nitrogênio para o meio ambiente (Suida, 2001). No entanto, os valores de exigência de proteína bruta encontrados na literatura para codornas de corte são muito discrepantes, fazendo assim, que seja necessário estimar um padrão mínimo de proteína requerido por esses animais antes de se estudar isoladamente a exigência de cada aminoácido.

Na tabela NRC (1994) é recomendado o nível de 240g/ kg de PB em dietas de codornas Japonesas em crescimento. Já no INRA (1989), recomenda-se o nível de 193g/ kg de PB em dietas contendo 3000 kcal/ kg, de codornas Japonesas para corte de 21 dias de idade até idade de abate; nas Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias, Silva & Costa (2009) recomendam o nível de 220g/ kg de PB em dietas para codornas pesadas,

e nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Rostagno et al. (2011) recomendam o nível de 220g/ kg de PB em dietas de codornas Japonesas na fase de crescimento.

Resultados de trabalhos realizados em clima tropical e subtropical por Shrivastav & Panda (1990), utilizando codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*) indicaram que essas aves devem receber ração com 240g de PB/ kg na fase de crescimento (3 a 5 semanas).

Oliveira et al. (2002a), estimaram as exigências de PB para máximo desempenho de codornas Japonesas de ambos os sexos, para a produção de carne, avaliando 5 níveis de PB (180 a 260g/ kg). Os autores observaram que a exigência estimada de PB durante o período de 16 a 27 dias de idade foi de 260g de PB/ kg de dieta e no período de 27 a 38 dias de idade foi de 180g de PB/ kg de dieta.

Oliveira et al. (2002b), avaliaram o desempenho produtivo de codornas para corte, de 1 a 49 dias de idade, alimentadas com dietas contendo 4 níveis proteicos (200 a 260g de PB/ kg de dieta), no qual o nível de 200g de PB/ kg mostrou-se adequado para a produção de codornas de ambos os sexos abatidas aos 49 dias de idade.

Fridrich et al. (2005) estimaram a exigência de PB para codornas europeias de corte, avaliando 5 níveis de PB nas dietas (180 a 260g/ kg), em vários períodos de produção. Como resultados, os autores observaram que para o período de produção de 18 a 28 dias de idade as exigências de PB estimadas para peso corporal, ganho de peso e conversão alimentar foram de 255; 257 e 252g de PB/ kg de dieta. Já para o período de 28 a 42 dias de idade a exigência seria de 246g de PB/ kg de dieta.

Freitas et al. (2006) ao testarem quatro níveis de PB (200g/ kg a 260g/ kg) para codornas de corte não observaram influencia dos níveis de PB, recomendando o nível de 200g de PB/ kg de dieta como suficiente para atender as necessidades de codornas europeias para corte de 1 a 42 dias de idade.

Silva et al. (2006) avaliaram o efeito da redução de PB com suplementação de aminoácidos industriais (metionina e lisina) em dietas de codornas europeias para corte no período de 22 a 42 dias de idade, no qual, recomendaram o nível de 192g de PB/ kg de dieta, com a suplementação de 9g/ kg de metionina + cistina e 9,5 g/ kg de lisina na dieta.

Corrêa et al. (2007) estimaram a exigência de PB, estudando 4 níveis (220 a 280g / kg) em dietas de codornas europeias de corte (EV1), de ambos os sexos, em 3 períodos experimentais. Como resultados, os autores recomendaram os níveis de PB nas dietas de 270g/ kg, para aves de 7 a 21 dias de idade e 220g/ kg, para aves de 21 a 42 dias de idade.

Corrêa et al. (2008) estudaram a exigência de PB para codornas europeias de corte (EV2), de ambos os sexos, no qual, avaliaram 6 níveis de PB na dieta (230 a 330g/ kg). Os autores concluíram que o nível de 298,10g de PB/ kg em dietas para codornas de corte EV2, de 1 a 42 dias de idade, atendeu as necessidades de PB neste experimento. No entanto, recomendaram o nível de 330g de PB/ kg de dieta para maiores pesos de carcaça e peito.

Sharifi et al. (2011) estudaram o efeito da combinação de 3 níveis de PB (220,8g/ kg a 240g/ kg), com a suplementação de simbiótico, em dietas de codornas Japonesas para corte, de 1 a 42 dias de idade, no qual, os autores recomendaram para máximo desempenho o nível de 240g de PB/ kg de dieta, para aves com até 21 dias de idade e o nível de 220g de PB/ kg de dieta, para aves de 22 a 42 dias de idade.

Veloso et al. (2012) buscaram estabelecer o nível de PB nas dietas para melhor desempenho em codornas de corte, em 3 períodos de produção (1 a 21, 22 a 35 e 36 a 42 dias de idade), no qual, estudaram 5 níveis (180 a 260g/ kg). Os autores



recomendaram que, independente da fase de produção, as dietas devem conter níveis de PB superiores a 260g/ kg para melhor desempenho nas características avaliadas.

Shayan et al. (2013) avaliaram o efeito da redução de proteína dietética, no qual estudaram 4 níveis de PB na dieta (210, 220, 230 e 240g/ kg) sobre o desempenho, a resposta imune e as características de carcaça em codornas Japonesas para corte de 1 a 42 dias de idade. De acordo com os resultados, os autores sugeriram que a redução até 210g de PB/ kg na dieta não apresentou efeitos adversos no desempenho, nas características de carcaça e nas variáveis sanguíneas.

Teixeira et al. (2013) avaliaram o desempenho de codornas europeias de corte (Linha O1), de ambos os sexos, de 1 a 35 dias de idade, submetidas a diferentes níveis de PB nas dietas (180 a 260g/ kg), no qual, os autores sugeriram para esta fase de produção o nível de 230g de PB/ kg de dieta para maximizar o desempenho das aves.

Dowarah & Sethi (2014) investigaram o nível ótimo de PB para maximizar o desempenho de codornas Japonesas de plumagem branca durante duas fases de produção (1 a 21 e 28 a 35 dias de idade) e concluíram que o desempenho mais satisfatório foi promovido com as dietas contendo 270g de PB/ kg, para a fase de 1a 21 dias de idade, e 200g de PB/ kg, para a fase de 28 a 35 dias de idade, ambas as dietas contendo 3000 kcal/ kg.

### **2.3 - Metionina mais cistina em dietas para codornas de corte**

No Brasil, as dietas práticas são formuladas principalmente à base de milho e farelo de soja, o que supre as necessidades de proteína sem, contudo, suprir as exigências de aminoácidos sulfurados (Rodrigues et al., 1996).

Assim, como para as demais espécies de aves comerciais, a metionina em dietas a base de milho e farelo de soja, também, é o primeiro aminoácido limitante em dietas

para codornas (Corrêa et al., 2006; Parvim et al., 2009; Ferreira et al., 2012), logo a concentração adequada destes aminoácidos é de fundamental importância para garantir que outros aminoácidos possam ser utilizados com eficiência metabólica no organismo animal.

Este aminoácido apresenta algumas funções essenciais no organismo das aves, dentre elas, a principal seria de substrato para a síntese de proteínas. Além disso, são precursores de outros aminoácidos sulfurados, notadamente da cisteína que, assim como a metionina também é utilizada para a síntese de proteína corporal, além de ser utilizado na formação da pele e das penas, o que explica a alta exigência desses aminoácidos pelas aves. (Bunchasak et al. 2009). A metionina é considerada o mais importante doador de grupos metil no organismo, sendo exigido para a biossíntese de substâncias envolvidas no crescimento, como cisteína, creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e melatonina (Baker et al., 1996).

É classificada como aminoácido glicogênico porque pode ser metabolizada em ácido pirúvico através de succinil-CoA. Uma vez que a forma D é convertida em forma L por receber um grupo amino após a desaminação oxidativa in vivo, é geralmente aceito que as formas D e L são equivalentes em valor nutricional.

Assim como a metionina, a cistina é um aminoácido glicogênico, porém, não-essencial, pois pode ser produzido a partir da metionina no organismo, no qual, interage com a cisteína em uma reação de transformação mútua do tipo oxi-redução. A ingestão de cistina ou cisteína pode reduzir as necessidades nutricionais de metionina. (Swenson & Reece, 1996; Lehninger, 2002). Ela é necessária para formação de pele, penas e pelos. Além do mais, é sabido que estimula o sistema hematopoiético e promove a formação de glóbulos brancos e vermelhos. Quando metabolizada, a cistina fornece ácido sulfúrico, que reage com outras substâncias para ajudar a desintoxicar o

organismo e também, ela contribui com o processo de cicatrização, diminuindo a dor causada pela inflamação, fortalecendo a formação de tecido conjuntivo.

Na tabela NRC (1994) é recomendado o nível de 7,5g de metionina + cistina total/ kg, correspondendo à relação metionina + cistina: lisina total de 58% (13g de lisina/ kg), em dietas de codornas Japonesas em crescimento. No entanto, na tabela INRA (1989), recomenda-se o nível de 8g de metionina+ cistina/ kg, correspondendo à relação aminoácidos sulfurados: lisina total de 65% (12,3g de lisina/ kg), em dietas para codornas Japonesas para corte de 21 dias de idade até idade de abate; nas Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias, Silva & Costa (2009) recomendam a relação metionina + cistina: lisina digestíveis de 78% em dietas para codornas pesadas em crescimento; e nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Rostagno et al. (2011) recomendam a relação metionina + cistina digestível: lisina digestível de 68% em dietas de codornas Japonesas na fase de crescimento.

Corrêa et al. (2006), avaliaram a exigência de metionina + cistina total para codornas de corte, durante os períodos inicial (7 a 21 dias de idade) e final (22 a 42 dias de idade), utilizando seis níveis de metionina + cistina total (0,73; 0,79; 0,85; 0,91; 0,97 e 1,03%), e encontraram máximo ganho de peso em codornas de corte alimentadas com dietas contendo 9,5g de metionina + cistina total/ kg, no período de 7 a 21 dias de idade e 7,3g de metionina + cistina total/ kg de dieta no período de 22 a 42 dias de idade, o que corresponde as relações metionina + cistina total: lisina total de 73% e 56% (13g de lisina/ kg), respectivamente.

Scherer (2009) buscou estimar a exigência de metionina + cistina digestível em dietas para codornas de corte, na fase de 15 a 35 dias de idade, no qual, estudou 5 níveis deste aminoácido (12,4 a 16,6g/ kg), níveis estes que correspondem às relações metionina + cistina digestível: lisina digestível de 71% a 95%. Como resultados, o

pesquisador recomendou o nível de 15,2g de metionina + cistina digestível/ kg de dieta, para obter desempenho satisfatório de codornas de corte, na fase de 15 a 35 dias de idade, o que corresponde à relação metionina + cistina digestível: lisina digestível de 88% (17,3g de lisina/ kg).

Corrêa et al. (2010a) estimaram a exigência de metionina + cistina em dietas para codornas de corte, da linhagem EV2, nos períodos de 7 a 21 dias de idade e de 7 a 42 dias de idade, no qual, os pesquisadores observaram que houve maior ganho de peso nas aves alimentadas com dietas contendo 9,5 e 10,3g de metionina + cistina/ kg de dieta, nas respectivas fases (7 a 21 e 7 a 42 dias de idade), o que corresponde às relações de metionina + cistina: lisina de 73 e 79% (13g de lisina/ kg), e ao consumo de metionina + cistina diário de 0,134g e 0,234g/ codorna, respectivamente.

Parvim et al. (2010) avaliaram a resposta de 5 níveis de metionina (3,5 a 6g/ kg) nas dietas de codornas Japonesas para carne, de 0 a 35 dias de idade, com relação ao desempenho e a resposta imune. Os autores recomendaram, para o ótimo desempenho, o nível de 5g de metionina/ kg de dieta, e para máxima resposta imune celular o nível de 5,5g de metionina/ kg de dieta, valores estes que correspondem aos níveis de 9g de metionina + cistina/ kg e 9,5g de metionina + cistina/ kg de dieta e também as relações metionina + cistina: lisina de 70% e 74% (12,9g de lisina/ kg), respectivamente.

Ferreira et al. (2012) estudaram o efeito de 6 níveis de metionina + cistina (7,3 a 10,3g/ kg) em dietas para codornas de corte em duas fases distintas: de 1 a 21 dias e de 1 a 35 dias de idade, no qual, os autores observaram que houve efeito quadrático para peso corporal, ganho de peso e consumo alimentar. Assim os mesmos recomendaram o nível de 9,3g de metionina + cistina total/ kg de dietas para codornas de corte, no período de 1 a 35 dias de idade, o que corresponde a uma relação metionina + cistina: lisina total de 71,5% (13g de lisina/ kg).

Serafim et al. (2013) avaliaram o desempenho de codornas de corte, da linhagem EV2, alimentadas com dietas contendo 6 níveis de metionina + cistina digestíveis (4,2 a 9,2g/ kg), no qual, os autores estimaram o nível de 7g de metionina + cistina digestíveis/ kg, correspondendo à relação de 49% (14,2g de lisina/ kg) em dietas de codornas de corte, na fase de 22 a 35 dias de idade.

#### **2.4- Treonina em dietas para codornas de corte**

A treonina é o terceiro aminoácido limitante para aves alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja. Sendo a metionina e a lisina, o primeiro e segundo aminoácidos limitantes, respectivamente (Fernandez et al., 1994; Rocha et al., 2013)

Com relação ao metabolismo, a treonina é considerada um aminoácido gliconeogênico. Segundo Berres et al. (2007), a treonina possui importante papel como precursor da glicina. É considerada um dos aminoácidos essenciais para as aves, sendo encontrada em altas concentrações no coração, nos músculos, no esqueleto e sistema nervoso central. É exigido para formação da proteína e manutenção do turn-over proteico corporal e faz parte da composição da mucina, além de auxiliar na formação do colágeno e elastina e atuar na produção de anticorpos (Wang et al., 2007; Sá, et al., 2007). É importante também no bom funcionamento intestinal. Ela está fortemente associada com o conteúdo de mucinas, pois representa mais de 40% dos resíduos de aminoácidos nas mucinas (Bengmark & Jeppsson, 1995).

Uma fração importante da treonina dietética é absorvida no intestino delgado principalmente no íleo. A treonina que é absorvida pelo íleo não passa inteiramente ao sangue da veia porta, que coleta os nutrientes do processo de digestão; desta forma, uma parte significativa da treonina digestível pode ser utilizada pelo próprio trato digestório, sendo utilizada para a síntese de secreções endógenas, particularmente muco.

Considerando a importância das secreções digestórias para a saúde do intestino e para o processo digestório, um nível adequado de treonina dietética é essencial para permitir uma função digestória adequada (Le Bellego et al., 2002).

De acordo com Ajinomoto (2003), a mucina contém 16,3% de treonina, ou seja, sete vezes mais que lisina (2,3%) e as imunoglobulinas têm em média 10,2% de treonina contra 6,2% de lisina. Segundo Lien et al. (1997), as mucinas contribuem com aproximadamente 30% da treonina nas perdas endógenas.

O aumento da atividade imunológica intestinal contribui para o aumento da proliferação de células de defesa, produção de anticorpos e aumento na secreção de mucinas, proteínas constituintes do muco entérico. O aumento da utilização deste aminoácido pelo intestino pode desviá-lo das rotas de deposição de carne prejudicando o desempenho das aves (Oliveira Neto et al., 2009).

Observa-se na literatura científica que os estudos relacionados às exigências de treonina digestível ou, até mesmo, relações treonina digestível: lisina digestível, exclusivamente em dietas para codornas de corte, são escassos. Assim, para melhor elucidar o tema, houve a necessidade de extrapolar utilizando informações de outras espécies (codornas Japonesas e frangos de corte), buscando sempre comparar com as mesmas fases de crescimento.

Na tabela NRC (1994) é recomendado o nível de 10,2g de treonina total/ kg, correspondendo à relação treonina total: lisina total de 78% (13g de lisina/ kg), em dietas de codornas Japonesas em crescimento. Já na tabela INRA (1989), recomenda-se o nível de 7,1g de treonina total/ kg, correspondendo à relação treonina total: lisina total de 58% (12,3g de lisina/ kg), em dietas para codornas Japonesas para corte de 21 dias de idade até idade de abate; nas Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias, Silva & Costa (2009) recomendam a relação treonina digestível: lisina digestível de 76% em

dietas para codornas pesadas em crescimento; e nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Rostagno et al. (2011) recomendam a relação treonina digestível: lisina digestível de 71% em dietas de codornas Japonesas na fase de crescimento.

Baylan et al. (2006) estudaram o efeito dietético da suplementação de 6 níveis de treonina (8,1 a 10,6g/ kg) em dietas para codornas Japonesas de corte, sobre o desempenho e as características de carcaça, na fase de 1 a 35 dias de idade. Os autores observaram que não houve efeito significativo dos níveis de treonina na dieta sobre as variáveis estudadas, podendo assim concluir que o nível de 8,1g de treonina/ kg de dieta, correspondendo à relação treonina: lisina de 74% (11g de lisina/ kg) seria suficiente para atender as necessidades de codornas Japonesas para produção de carne, na fase de 1 a 35 dias de idade.

Lima (2012) estudou o efeito da utilização de 5 relações treonina digestível: lisina digestível (63 a 83%) em dietas para codornas Japonesas de 1 a 40 dias de idade, no qual, foi observado que não houve diferenças significativas na avaliação das variáveis de desempenho. O autor inferiu que a menor relação proposta, 63% (10,5g de lisina/ kg) atende satisfatoriamente as necessidades de treonina das aves nesta fase de vida.

Ton et al. (2013), estimaram a exigência de treonina digestível em rações de codornas de corte, na fase de 15 a 35 dias de idade, no qual, utilizaram 6 níveis de treonina digestível (9,3 a 12,8g/ kg) nas dietas, não obtendo efeito para as variáveis de desempenho, rendimento e composição química da carcaça e balanço de nitrogênio em função do aumento dos níveis de treonina digestível em estudo. Desta maneira, os autores sugeriram novos estudos que avaliem níveis de treonina digestível inferiores a 9,3g/ kg na dieta, o que corresponderia às relações treonina digestível: lisina digestível inferiores a 54% (17,3g de lisina/ kg).

Da mesma maneira que para codornas de corte, outros autores estimaram a exigência ou relação treonina: lisina, com frangos de corte, em fases semelhantes de desenvolvimento.

Atencio et al. (2004) estudaram a exigência de treonina e a relação treonina: lisina digestível nas dietas experimentais em frangos de corte, de 1 a 20 dias de idade (6,84 a 8,7g de treonina digestível/ kg) e de 24 a 38 dias de idade (6,37 a 8,07g de treonina digestível/ kg). Os autores recomendaram, para fase de 1 a 20 dias de idade, o nível de 7,77g de treonina digestível/ kg, correspondendo a uma relação de 67% (11,6g de lisina/ kg) e para fase de 24 a 38 dias de idade, o nível máximo de 6,37g de treonina digestível/ kg, correspondendo a uma relação de 60%.

Ayasan et al. (2009) avaliaram 5 níveis de treonina total nas dietas (7 a 9g/ kg de dieta) para estimar a exigência de treonina total em dietas para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Os autores observaram o maior ganho de peso foi obtido com o nível de 7,5g/ kg de treonina na dieta e para melhor eficiência alimentar o nível de 8,5g/ kg de treonina na dieta, o que corresponderiam às relações treonina: lisina de 60 e 69% (12,4g de lisina/ kg), respectivamente.

Duarte et al. (2012) buscaram estabelecer os critérios de avaliação das exigências de treonina digestível para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade utilizando-se diferentes modelos de regressão (quadrático, exponencial e de retas segmentadas ou Linear Response Plateau). Os autores observaram que o nível de 7,64g/ kg de treonina digestível, correspondendo a relação treonina: lisina digestível de 71,19% (10,73g de lisina/ kg) promoveu melhor resultado de conversão alimentar de acordo com o modelo Linear Response Plateau.

Ospina-Rojas et al. (2014) avaliaram o efeito de 4 relações treonina digestível: lisina digestível (57 a 67,5%) em dietas contendo baixo teor de PB (170g/ kg) para



frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Os autores concluíram que a relação treonina: lisina digestível de 57% (10,5g de lisina/ kg) foi suficiente para maximizar o desempenho e o rendimento de carcaças de frangos de corte na fase de crescimento.

## **2.5- Triptofano em dietas para codornas de corte**

O triptofano pertence ao grupo dos aminoácidos R-aromáticos, com cadeias laterais aromáticas e relativamente apolar, hidrofóbico (Lehninger et al., 2002). É pertencente à classe dos aminoácidos essenciais, ou seja, não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo às suas necessidades para máximo desempenho. Dependendo da dieta, este aminoácido pode ser considerado como terceiro limitante para aves, seguido da metionina e da lisina (Pinheiro et al., 2008).

Dentre os seus papéis metabólicos, o triptofano está diretamente relacionado com a síntese do hormônio serotonina no organismo animal. De acordo com Shim et al. (1984), a via de oxidação do triptofano leva à produção de serotonina no cérebro e, em razão deste fato, alguns trabalhos têm sido realizados visando testar o efeito sedativo do triptofano, via serotonina e sua deficiência tem sido associado a redução no consumo de ração, com consequente queda no ganho de peso.

Na tabela NRC (1994) é recomendado o nível de 2,2g de triptofano total/ kg, correspondendo à relação triptofano total: lisina total de 17% (13g de lisina/ kg), em dietas de codornas Japonesas em crescimento. Na tabela INRA (1989), recomenda-se o nível de 1,9g de triptofano total/ kg, correspondendo à relação triptofano total: lisina total de 15% (12,3g de lisina/ kg), em dietas para codornas Japonesas para corte de 21 dias de idade até idade de sacrifício; nas Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias, Silva & Costa (2009) recomendam a relação triptofano digestível: lisina

digestível de 18% em dietas para codornas pesadas em crescimento; e nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Rostagno et al. (2011) recomendam a relação triptofano digestível: lisina digestível de 19% em dietas de codornas Japonesas na fase de crescimento.

Ton et al. (2012) estimaram a exigência de triptofano digestível em rações para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade, no qual, os autores observaram aumento linear no consumo de triptofano, no rendimento de carcaça, no teor de cinzas e na taxa de deposição de proteína na carcaça em função do aumento dos níveis de triptofano digestível na ração. Assim, concluíram a exigência nutricional de 2,2 g de triptofano digestível/ kg de dieta, correspondendo à relação triptofano digestível: lisina digestível de 12,7% (17,3g de lisina/ kg).

Da mesma maneira que ocorreu ao estudar as exigências de treonina, observa-se na literatura científica que os estudos relacionados às exigências de triptofano digestível ou, até mesmo, relações triptofano: lisina, exclusivamente em dietas para codornas de corte, também são escassos, assim, para melhor elucidar o tema, foram utilizados resultados obtidos referentes a outras espécies (codornas Japonesas e frangos de corte), buscando sempre comparar com as mesmas fases de crescimento estudadas.

Lima (2012) estudou o efeito de 5 relações entre triptofano digestível: lisina digestível (14 a 22%) na dieta de codornas Japonesas de 1 a 40 dias de idade, no qual, o autor constatou que até os 40 dias de idade as aves aumentaram o peso final e o ganho de peso de forma linear até atingir um platô conforme se aumentava as relações triptofano: lisina digestível nas dietas experimentais. Assim, utilizando o modelo estatístico LRP foi estimada a relação triptofano: lisina digestível de 20% para ambas as variáveis.

Da mesma forma que para codornas em crescimento, Castro et al. (2000) buscaram estabelecer as exigências de triptofano em dietas para frangos de corte, de ambos os sexos, de 1 a 21 dias de idade estudando a variação de 5 níveis de triptofano nas dietas (1,8 a 2,4g/ kg). Os autores observaram que os níveis de triptofano estudados nas dietas influenciaram o ganho de peso (tanto nos machos como nas fêmeas), assim, sugeriram como recomendação mínima o nível de 1,91 ou 1,88g/ kg de triptofano (total ou digestível, respectivamente), o que corresponderia à relação triptofano total: lisina total de 16% (11,66g de lisina/ kg), em dietas para frangos de corte, de ambos os sexos na fase de crescimento.

Morais (2011) avaliou a exigência de triptofano digestível em dietas de frangos de corte na fase de 22 a 35 dias de idade, estudando 5 níveis de triptofano digestível nas dietas (1,41 a 2,21g/ kg), sobre as características de desempenho. Observou-se que tanto o consumo de ração como o índice de conversão alimentar apresentaram respostas lineares crescentes de acordo com incremento dos níveis de triptofano digestível nas dietas. Assim, o autor recomenda que para desempenho satisfatório para frangos de corte de 22 a 35 dias de idade, o nível mínimo de triptofano digestível na dieta seria de 2,21g/ kg, o que corresponderia à relação triptofano digestível: lisina digestível de 21% (10,73g de lisina/ kg).

Araújo Campos et al. (2012) estudaram o efeito de 3 relações triptofano: lisina (14 a 20%) em dietas de frangos de corte na fase de 28 a 40 dias de idade. Os autores constataram que as relações avaliadas influenciaram as variáveis de desempenho, estimando assim que a relação ideal triptofano digestível: lisina digestível seria de 18%.

## **2.6- Lisina em dietas para codornas de corte**

A lisina é um aminoácido básico determinado pelo grupo amina, pois apresenta cargas positivas a pH 7,0. Possui característica polar, cadeia lateral, hidrofílica e cetogênica (Lehninger et al., 2002). É considerado um aminoácido essencial por ser sintetizado nos tecidos em quantidade insuficiente para atender às necessidades das aves, obrigando o uso de lisina, presente na proteína intacta do alimento ou em fontes industriais como L-lisina-HCl. De acordo com a sua necessidade metabólica, em dietas para aves é considerada o segundo aminoácido limitante. Atualmente, a maior disponibilidade no mercado de lisina na forma cristalina, com preços economicamente acessíveis, tem servido para encorajar o uso dessa fonte na suplementação de rações com baixo nível de proteína.

A principal função da lisina no organismo consiste na formação de proteínas. O músculo de peito corresponde a 60% da proteína comestível da carcaça em aves de corte (Labadan et al., 2001). O músculo esquelético é o maior tecido corporal que retém a maior homeostase do conjunto de aminoácidos na carcaça (Fernández-Fígares et al., 1997), sendo que em torno de 7,5% da proteína na carcaça é composta por lisina (Sklan & Noy, 2004).

No entanto, este aminoácido está envolvido em outras funções nos organismos das aves como na formação dos tecidos ósseos e precursor da carnitina (Ribeiro, 2002).

A glicosilação e hidroxilação da lisina têm importante função bioquímica na formação da matriz orgânica do osso em crescimento; as ligações cruzadas entre os resíduos de lisina e hidroxilisina estabilizam a estrutura fibrilar do colágeno e aumentam a força mecânica do osso, tornando o colágeno ósseo mais denso e menos solúvel que o colágeno da pele e dos tendões (Smith et al., 1988).

A carnitina é uma proteína de membrana que participa do transporte de ácidos graxos de cadeia longa para o interior das mitocôndrias, onde serão beta-oxidados, participando assim, na formação de energia, e animais que estão em balanço negativo de energia (Bellaver, 2005).

Além disto, a lisina é encontrada em proteínas específicas como as histonas, que são proteínas encontradas junto ao código de DNA e, que são constituídas com mais de um quarto por apenas dois aminoácidos: lisina e arginina (Lehninger et al., 2002).

No NRC (1994) é recomendado o nível de 13g de lisina total/ kg em dietas de codornas Japonesas em crescimento. Na tabela INRA (1989), recomenda-se o nível de 12,3g de lisina total/ kg em dietas para codornas Japonesas para corte; nas Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias, Silva & Costa (2009) recomendam o nível de 10,2g de lisina digestível/ kg em dietas para codornas pesadas, e nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Rostagno et al. (2011) recomendam o nível de 11,2g de lisina digestível/ kg em dietas de codornas Japonesas na fase de crescimento.

Corrêa et al. (2007b) estudaram a exigência de lisina total em dietas para codornas de corte, da linhagem EV1, na fase de 1 a 21 dias de idade, no qual avaliaram-se 6 níveis de lisina total nas dietas (14 a 19g/ kg) sobre o desempenho das aves. Os autores observaram que os níveis de lisina total estudados influenciaram o peso final, o ganho de peso e o índice de conversão alimentar das aves aos 21 dias de idade, no qual, estimaram o nível de 17,50g de lisina total/ kg de dieta para codornas de corte EV1 de 1 a 21 dias de idade.

Scherer (2009) estimou a exigência de lisina digestível em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade, no qual, foram estudados 7 níveis (10 a 19,6g/ kg) sobre as variáveis de desempenho, qualidade e composição química de carcaça das aves. Foi observado efeito linear no índice de conversão alimentar com o aumento dos níveis

de lisina digestível nas dietas, cujos dados foram ajustados pelo modelo LRP, e assim, estimou-se o nível de 17,3g /kg como a exigência de lisina digestível de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade. Para as demais variáveis avaliadas, não se observou efeito significativo dos níveis de lisina digestível estudados.

Corrêa et al. (2010b) buscaram estabelecer a exigência de lisina total em dietas para codornas de corte, da linhagem EV2, na fase de 1 a 21 dias de idade, avaliando o efeito de 6 níveis (14 a 19g/ kg) sobre o desempenho das aves. Os autores observaram que houve efeito significativo dos níveis de lisina total da dieta sobre todas as variáveis de desempenho estudadas: peso final, ganho de peso, consumo de ração e índice de conversão alimentar. Desta maneira, estimaram a exigência de lisina total na dieta de codornas de corte EV2 em 16,6 g / kg.

Ton et al. (2011) avaliaram 4 níveis de lisina digestível (9,2 a 15,2g/ kg) combinados com 4 níveis de energia metabolizável (2800 a 3.100 kcal/kg) nas dietas para codornas de corte de 4 a 35 dias de idade e recomendaram que o nível de lisina digestível para máximo crescimento de codornas de corte seja maior ou igual a 15,2g/ kg na dieta e o nível de 2.800 kcal/kg de EM na dieta seria suficiente para bom desempenho das aves.

Hajkhodadadi et al. (2013) investigaram os efeitos do uso de 6 níveis de lisina (10 a 17,5g/ kg) em dietas de codornas Japonesas, em crescimento de 3 a 24 dias de idade, sobre as variáveis de desempenho, qualidade de carcaça e imunológicas das aves. De acordo com os autores, as melhores respostas para as variáveis: peso final, ganho de peso, índice de conversão alimentar foram obtidas com a dieta que continha 14,5g de lisina/ kg de dieta, no entanto, para as características de carcaça, sugeriram o nível de 16g de lisina/ kg de dieta.

Mehri et al. (2013) avaliaram 6 níveis de lisina (9,1 a 15,1g/ kg) para obter o nível ótimo em dietas para codornas Japonesas de 7 a 21 dias de idade, sobre variáveis de desempenho e qualidade de carcaça das aves. Os autores mencionaram que o nível de 13,4g de lisina/ kg de dieta atendeu satisfatoriamente os parâmetros de desempenho, no entanto, ao verificar as variáveis de qualidade de carcaça, recomendaram níveis aproximadamente 7% mais altos.

Hajkhodadadi et al. (2014) estimaram a exigência de lisina total em dietas para codornas Japonesas fêmeas na fase de 24 a 42 dias de idade, ao avaliar 6 níveis de lisina na dieta (10 a 17,5g/ kg) . Os autores sugeriram que os níveis de 13,5 e 14,7g de lisina total/ kg de dieta demonstraram satisfatórios para índice de conversão alimentar e ganho de peso, respectivamente. Já para variáveis de qualidade de carcaça como pesos de carcaça, de peito e de coxas, foram sugeridos os níveis de pelo menos 14,3; 15,1 e 15,4g de lisina/ kg de dieta.

### **3. HIPÓTESES**

A estimativa dos níveis adequados de proteína bruta e aminoácidos digestíveis, baseados na aplicação do conceito de proteína ideal, na dieta de codornas de corte na fase de crescimento, pode proporcionar melhores índices de desempenho assim como permitir a redução da idade de abate.

O nível de proteína bruta e o nível correspondente de lisina digestível, assim como as relações aminoacídicas observadas na literatura científica, podem atender as necessidades nutricionais de codornas de corte abatidas com 35 dias de idade.

#### 4. OBJETIVOS GERAIS

Estabelecer um nível referência de proteína bruta, assim como o nível correspondente de lisina digestível para codornas, de 15 a 35 dias de idade (fase de crescimento-terminação) (Capítulo I).

Estabelecer as melhores relações metionina + cistina digestível: lisina digestível (Capítulo II); treonina digestível: lisina digestível (Capítulo III) e triptofano digestível: lisina digestível (Capítulo IV) para codornas de corte na fase de crescimento-terminação (15 a 35 dias de idade).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJINOMOTO ANIMAL NUTRITION. **Exigências de treonina para suínos: Benefícios da suplementação de L-treonina.** Informativo, 2003. Disponível em: [www.lisina.com.br](http://www.lisina.com.br). Acesso em 21/09/2013.

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

ATENCIO, A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências de treonina para frangos de corte machos nas fases de 1 a 20, 24 a 38 e 44 a 56 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.880-893, 2004.

ARAÚJO CAMPOS, A.M.; ROSTAGNO, H.S.; NOGUEIRA, E.T. et al. Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.326-332, 2012.



AYSAN, T.; OKAN, F.; HIZLI, H. Threonine requirement of broiler from 22-42 days.

**International Journal of Poultry Science**, v.8 (9): 862-865, 2009.

BAKER, D.H.; FERNANDEZ, S.R.; WEBEL, D.M. et al. Sulfur amino acid requirement and cystine replacement value of broiler chicks during the period three to six weeks post-hatching. **Poultry Science**, v.75, n.6, p.7337-7342, 1996.

BARRETO, S.L.T.; ARAUJO, M.S.; UMIGI, R. T. et al. Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p. 750–753, 2006.

BAYLAN, M.; CANOGULLARI, S.; AYASAN, T. et al. Dietary threonine supplementation for improving growth performance and edible carcass parts in Japanese quails, *coturnix coturnix japonica*. **International Journal of Poultry Science**, v.5 (7): 635-638, 2006.

BELLAVER, C. "Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e de aves." Campo Grande, MS. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA. Vol. 7. 2005.

BENGMARK, S.; JEPSSON, B. Gastrointestinal surface protection and mucosa reconditioning. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v.19, p. 410-415, 1995.

BERRES, J.; VIEIRA, S.L.; CONEGLIAN, J.L.B. et al. Respostas de frangos de corte a aumentos graduais na relação entre treonina e lisina. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p. 510-517, 2007.

BUNCHASAK, C. Role of dietary methionine in poultry production. **Japan Poultry Science**, v.46, p.169-179, 2009.

CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R. et al. Exigência de triptofano para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29 (6): 1743-1749, 2000.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de metionina + cistina total para codornas de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.3, p.414-420, 2006.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte EV1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.797-804, 2007a.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Desempenho de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1545-1553, 2007b.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Níveis de metionina + cistina para características de desempenho e de carcaça em codornas de corte EV2. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.940-947, 2010a.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Relação entre os níveis de lisina da dieta e as características de desempenho de codornas de corte EV2, durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.930-939, 2010b.

COSTA, E.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos na fase de 21 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1490-1497, 2001.

CUNHA, F.S.A. **Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix Japonica*)**. Tese (doutorado integrado em zootecnia: Área de concentração: Produção de não ruminantes) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Universidade Federal da Paraíba. Universidade Federal do Ceará, Pernambuco, 2009.

DOWARAH, R. AND SETHI, A.P.S. Various dietary levels of protein and energy interaction on growth performance of white plumage Japanese quails. **Veterinary World**, EISSN: 2231-0916, 2014.

DUARTE, K.F.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S. et al. Exigências em treonina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.72-79, 2012.

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

FERNANDEZ, R.S.; AOYAGI, S.; HAN, Y. et al. Limiting order of amino acid in corn and soybean cereal for growth of the chick. **Poultry Science**, v.73, p.1887-1896, 1994.

FERNÁNDEZ-FÍGARES, I.; PRIETO, C.; NIETO, R. et al. Free amino acid concentrations in plasma, muscle and liver as indirect measures of protein adequacy in growing chickens. **Animal Science**, London, v.64, p.529-539, 1997.

FERREIRA, F.; CORRÊA, G.S.S.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de metionina + cistina para codornas de corte durante a fase de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 1, Feb. 2012 .

FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. de et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, supl. Aug. 2006.

FRIDRICH, A.B.; VALENTE, B.D.; FELIPE-SILVA, A.S. et al. Exigência de proteína bruta para codornas europeias no período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, Apr. 2005.

GARCIA, E. A. Codornas para produção de carne. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA – Novos conceitos aplicados à produção de codornas, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras/NECTA, [2002]. CD-ROM. Palestra, p.97-108.

HAJKHODADADI, I.; KAZEMI-BONCHENARI, M.; GHASEMI, H.A. et al. Effect of dietary lysine and sex on performance and immunity parameters of Japanese quails. **International Journal of Farmin & Allied Science**. Vol., 2 (S): 1260-1265, 2013.

HAJKHODADADI, I.; MORAVEJ, H.; SHIVAZAD, M. et al. Lysine requirements of female Japanese quails based on performance and carcass variables from twenty-one to forty-two days of age. **Iranian Journal of Applied Animal Science**. v. 4, ed.3, 629-635, 2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2012**. Produção da Pecuária Municipal, v.40, 2012. 68p

INSTITUTO NACIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA.  
*L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. 2<sup>a</sup> ed. INRA, París,  
Cedex, Francia. pp. 137-140, 1989.

LABADAN, M.C.; HSU, K.N.; AUSTUC, R.E. Lysine and arginine requirements of broilers chickens at two-to three-week intervals to eight weeks of age. **Poultry Science**, Champaign, v.80, p.599-606, 2001.

LE BELLEGO, L.; RELANDEAU C.; VAN CAUWENBERGHE, S. **Threonine: a key nutrient for the gut**. Ajinomoto Eurolysine Information, n.26, p.14-17, 2002 (Ajinomoto animal nutrition).

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios da bioquímica**. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 975p, 2002.

LIEN, K. A., W. C. SAUER, R. MOSENTHIN, et al. Evaluation of the 15N-isotope dilution technique for determining the recovery of endogenous protein in ileal digesta of pigs: Effect of dilution in the precursor pool for endogenous nitrogen secretion. **Journal of Animal Science**. V.75. P.148-158., 1997.

LIMA, H.J.D. **Relações metionina + cistina, treonina e triptofano com a lisina e níveis de lisina digestível em rações para codornas Japonesas na fase de crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa 2012. 80p. Tese de Doutorado em Nutrição e Produção de Monogástricos - Universidade Federal de Viçosa, 2012.

MAPA (2004). Estudio de caracterización de la avicultura de carne alternativa en España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 287 pp.

MEHRI, M.; JALILVAND, G.;GHAZAGHI, M. et al. Estimation of optimal lysine in quail chicks during the second and third weeks of age. **Italian Journal of Animal Science**; v.12, ed. 84. 2013.

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

MORAIS, S.A.N. **Exigências nutricionais de valina, isoleucina e triptofano digestível para frangos de corte**. Areia, PB. Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia. 102p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; PAVAN, A. C. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p. 870-876, 2005.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas Japonesas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 79p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of poultry**. 9 ed., Washington. D.C.: National Academic Press, 1994. p. 44-45.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. et al. Desempenho produtivo de codornas de ambos os sexos para corte Alimentadas com dietas com quatro níveis protéicos. **Archives of Veterinary Science**. v.7, n.2, p.75-80, 2002b.

OLIVEIRA, N.T.E.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N. et al. Exigências de proteína bruta e energia metabolizável para codornas japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v. 31, n. 2, 2002a.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, W.P. Aminoácidos para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.205 – 208, 2009.

OSPINA-ROJAS, I.C.; MURAKAMI, A.E.; EYNG, C. et al. Threonine-lysine ratio on the requirements of digestible lysine in diets for broilers. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 2, p. 157-162, Apr.-June, 2014.

PARSONS, C. M., BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of no ruminants. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, p. 120-128. 1994.

PARVIM, R.; MANDAL, A.B. SINGH, S.M. et al. Effect of dietary level of methionine on growth performance and immune response in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Journal Science Food Agriculture**, vol. 90: 471–481, 2010.



PENZ JUNIOR, A. M., 1990. Exigências de aminoácidos das poedeiras. In: CICLO DE CONFERÊNCIAS DA A. V. E. 2., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: 1990 p. 88 – 110.

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

PINHEIRO, S.R.F.; DUMONT, M.A.; PIRES, A.V. et al. Rendimento de carcaça e qualidade da carne de codornas de corte alimentadas com rações de diferentes níveis de proteína e suplementadas com aminoácidos essenciais. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.2, p.292-297, fev, 2015.

RIBEIRO, M.L.G. **Exigências nutricionais de lisina para codornas durante a fase de postura, em função do nível de proteína da ração**. Areia, PB: CCA/UFPB. 54p.: 28il. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, 2002.

ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible threonine to lysine ratio in diets for laying hens aged 24-40 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.12, p.879-884, 2013.

RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; OLIVEIRA, B.L. et al. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. I. Níveis de

aminoácidos sulfurosos totais. Viçosa: **Revista Brasileira de Zootecnia**. V-25, nº02. p.248 – 260, 1996.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. VIÇOSA: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECOM, P.R. et al. Exigência nutricional de treonina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1848-4853, 2007.

SANTOS, G.G.; CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. et al. Avaliação de carcaça de codornas GSS1 para corte alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina + cistina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2005]. CD-ROM. Nutrição de Não ruminantes. NNR-1076.

SCATOLINI, A.M.; BOIAGO, M.M. et al. Qualidade de carne de codornas machos de postura alimentados com diferentes níveis de proteína e energia. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v.8, p.151. 2006.

SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009. 138p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

SERAFIM, A.R.S.; FERREIRA, F.; GODINHO, R.M. et al. Desempenho de codornas de corte EV2 na fase final de criação (22° ao 35° dia de vida) alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina + cistina digestível. V SIMPÓSIO INTERNACIONAL – IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras/ NECTA, [2013]. Disponível em: <http://www.nucleoestudo.ufla.br/necta/anais/arquivos/80.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2015.

SHAYAN, B.S.; EILA, N.; NOROZIAN, H. The effect of decreased crude protein diets on performance, immune response and carcass traits of Japanese quail chickens. **Annals of Biological Research**, vol. 4, ed.2: 313-317, 2013.

SHARIFI, M.R.; SHAMS-SHARGH, M.; SAEED HASSANI, B.D. The effect of dietary protein levels and synbiotic on performance parameters, blood characteristics and carcass yields of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*). **Italian Journal of Animal Science**, vol.10, ed.4, 2011.

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

SHRIVASTAV, A. K.; PANDA, B. Effect of reducing dietary calorie to protein ratio at different energy concentration on the performance of broilers quail. **Indian Journal of Animal Science**, v. 25, p. 79-87, 1990.

SILVA, M.A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências nutricionais de metionina + cistina para pintos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p. 357-363, 1998.

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

SILVA, M. A.; CORRÊA, G. S. S.; CORRÊA, A. B. et al. Exigência de metionina + cistina para codornas de corte durante a fase inicial (sete a 21 dias). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2005]. CD-ROM. Nutrição de Não ruminantes. NNR-1135.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: **III Simpósio Internacional e II Congresso Brasileiro de Coturnicultura** – Lavras, MG, p.44-64. 2007.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas Japonesas e europeias: Tópicos especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Editora Funep, Jaboticabal. 2009, 107p.

SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J.; COSTA, F.G.P. et al. **Exigências nutricionais de codornas**. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. Inovações Tecnológicas e Mercado Consumidor. Maceió – AL. Universidade Federal de Alagoas.

Maceió, 23 a 27 de maio de 2011. Disponível em: <http://www.cefetbambui.edu.br>. Acesso em: 14 de agosto de 2013.

SKLAN, D.; NOY, Y. Catabolism and deposition of amino acids in growing chicks: effect of dietary supply. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.952-961, 2004.

SMITH, E.L.; HILL, R.L.; LEHMAN, I.R. **Bioquímica dos mamíferos**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 620p. 1988.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGIA LÍQUIDA E MODELAGEM, 1, 2001, Santa Maria. **Anais...** Palestra. Santa Maria: 2001.

Swenson, M.J., Reece, W.O. Dukes - **Fisiologia dos Animais Domésticos**. Edit. Guanabara Koogan. 11ed. 856p. 1996.

TEIXEIRA, B.B.; PIRES, A.V.; VELOSO, R.C. et al. Desempenho de codornas de corte submetidas a diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.524-529, 2013.

TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 40, n. 3, p.593-601, 2011.

TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Digestible tryptophan requirements of meat quails in the growth phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 5, p.1193-1201, 2012.

TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigência de treonina digestível para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.505-512, 2013.

VELOSO, R.C.; PIRES, A.V.; TIMPANI, V.D. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte. **Acta Science, Animal Science**, Maringá, v. 34, n. 2, June 2012.

WANG, X.; QIAO, S.; YIN, Y. et al. Deficiency or excess of dietary threonine reduces protein synthesis in jejunum and skeletal muscle of young pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 137, p.1442–1446, 2007.

Os trabalhos a seguir foram editorados com base nas exigências para publicação de artigos em revista científicas de Zootecnia, com adaptação às normas para elaboração de teses da Universidade Federal de Viçosa.

## CAPÍTULO I

**Proteína bruta em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**





## **Proteína bruta em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

**Cleverson Luís Nascimento Ribeiro<sup>1</sup>, Sergio Luiz de Toledo Barreto<sup>1</sup>, Renata Souza Reis<sup>2</sup>, Juarez Lopes Donzele<sup>1</sup>, Warley Alves Junior<sup>1</sup>, Jorge Cunha Muniz<sup>1</sup>, Raquel Mencialha<sup>3</sup>, Livia Maria dos Reis Barbosa<sup>1</sup>**

**Resumo:** Com objetivo de estimar o nível de proteína bruta (PB) e o nível correspondente de lisina digestível (LD) em dietas para codornas de corte, na fase de 15 a 35 dias de idade, foram utilizadas 420 codornas (subespécie Europeia), de ambos os sexos, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 5 níveis de PB (180; 200; 220; 240 e 260g/ kg de dieta), 7 repetições e 12 aves por unidade experimental. Foram avaliados os parâmetros de desempenho: consumo diário de ração (CR) e de proteína bruta (CPB); ganho de peso diário (GPD); peso final das aves (PF), índice de conversão alimentar (CA) e viabilidade do plantel (VIAB); características de carcaça: peso de jejum (PJ); peso de carcaça (PC) e de peito (PP); rendimento de carcaça (RC) e de peito (RP); composição química de carcaça: porcentagem de matéria seca total (MS), de proteína bruta (PB) e de gordura (EE). Entre os parâmetros de desempenho, apenas CR não foi influenciado pelos níveis de PB nas dietas. CPB e GPD apresentaram resposta linear crescente. PF e CA apresentaram efeito quadrático (239,3 e 240,9g de PB/ kg de dieta, respectivamente). Para características de carcaça, apenas para RC não houve efeito estatístico dos níveis de PB nas dietas. PV, PC e PP apresentaram resposta linear crescente e RP apresentou efeito quadrático (222,6g de PB/ kg de dieta). Em relação aos parâmetros de composição química de carcaça, não houve diferença para MS, para PB se observou efeito linear crescente e para EE foi influenciado forma quadrática (215,7g de PB/ kg) de acordo com os níveis de PB estudados. Conclui-se que o nível estimado de 240,9g de PB/ kg, correspondendo ao nível de 12,33 g de LD/ kg de

dieta, atendem satisfatoriamente as necessidades dietéticas de PB e lisina digestível para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

**Palavras-chave:** Coturnix coturnix coturnix, composição de carcaça, desempenho, nutrição, rendimento

**Abstract:** In order to estimate the level of crude protein (CP), and the correspondent digestible lysine level (DL) in diets for meat-type quails, in the phase of 15-35 days old, it was used 420 quails (European subspecies), of both sexes, distributed in a completely randomized design consists of 5 levels of CP (180; 200; 220; 240 and 260g / kg diet), 7 replicates of 12 birds each. The variables were evaluated: Performance traits: average daily feed intake (ADFI) and crude protein (CPI); average daily gain (ADG); the poultry final weight (FW); feed conversion ratio (FCR), and bird viability (BV). Carcass traits: body weight (BW); carcass weight (CW) and breast (BRW); carcass yield (CY) and breast yield (BY). Carcass chemical composition traits: percentage of total dry matter (DM), crude protein (CP) and fat (EE). Among the performance parameters, only DFI was not significantly affected by the CP levels in the diet. CPI and ADWG showed an increasing linear effect. FW and FCR showed a quadratic effect (239.3 and 240.9g CP/ kg diet, respectively). As for carcass traits, only to CARCY there was no statistical effect of CP levels in the diet. BW, CARC and BRW obtained linear increase and BY showed quadratic effect (222.6g CP/ kg diet). For carcass composition variables, there was no significant difference for DM. For CP was observed increasing linear effect and EE, the CP levels in the diet had a quadratic effect (215.7g CP/ kg diet). It is concluded that the estimated level of 240.9g of CP/ kg diet, corresponding

12,33g of digestible lysine (DLYS), satisfactorily meets the CP and DLYS requirements for meat-type quails are 15-35 days old.

**Keywords:** Coturnix coturnix coturnix, carcass composition, performance, nutrition, yield

## **Introdução**

A produção comercial de carne de codorna vem ao longo dos anos se tornando uma atividade atraente dentro do mercado avícola, deixando de ser um sistema de produção executado de forma amadora e se tornando cada vez mais um segmento importante dentro da avicultura nacional. Todavia, ainda se faz necessário muitos estudos relacionados com exigências nutricionais, melhoramento genético, manejo, ambiência e sanidade, para que assim possa atingir o mesmo grau de desenvolvimento das outras espécies na avicultura industrial.

Dentre os inúmeros nutrientes presentes numa dieta para aves, a proteína é um dos mais onerosos. Como a maioria das dietas é formulada baseada no conceito de custo mínimo, o conhecimento de sua exigência nutricional, de acordo com a espécie e fase de desenvolvimento, é de suma importância dentro do sistema de produção de aves.

É sabido que a proteína necessária para manutenção do metabolismo corporal das aves e para produção de carne é proveniente da proteína dietética, cujos aminoácidos são utilizados para exercerem inúmeras funções metabólicas (Silva et al., 1998).

No entanto, nas atuais dietas para aves, está cada vez mais em desuso formulá-las buscando atender somente a exigência de PB, pois com a maior disponibilidade de aminoácidos industriais e o emprego do conceito de proteína ideal, tem-se buscado

atender as necessidades e a balanço dos aminoácidos essenciais. Entretanto, ainda se faz necessário fornecer uma quantidade mínima de PB nas dietas, cujo intuito seria de atender a necessidade por aminoácidos não essenciais (Vasconcelos et al., 2010). Tratando-se de codornas de corte, os valores de exigência de PB encontrados na literatura científica são muito discrepantes, tanto no que se diz respeito à fase de produção, como também as recomendações, no qual, de forma geral, observam-se variação de 192,00 a 298,10g de PB/ kg de dieta (Oliveira et al., 2002a; Corrêa et al., 2008).

Outro ponto levantado seria que as exigências de PB não estão coerentes com o período de produção atual, cujos trabalhos mais recentes têm sugerido o abate comercial de codornas aos 35 dias de idade, fazendo assim que seja necessário estimar um padrão de PB requerido por esses animais antes de se estudar isoladamente a exigência de cada aminoácido.

Desta maneira, o objetivo com este estudo foi estimar o nível de PB e o nível correspondente de lisina digestível em dietas para codornas de corte, na fase de crescimento-terminação (15 a 35 dias de idade).

## **Material e métodos**

Este experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, sendo conduzido de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008), conforme certificado aprovado emitido pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP/ UFV), sob processo número 32/2012.

Foram utilizadas 420 codornas de corte, da subespécie Europeia (*Coturnix coturnix*), de ambos os sexos, com 15 dias de idade, por um período de 21 dias.

As aves foram adquiridas com 1 dia de idade e criadas até os 12 dias de idade, em círculos de proteção, equipados com campânulas de aquecimento, bebedouros infantis, e comedouros tipo bandeja, corretamente dimensionados para a quantidade de animais utilizados neste experimento. Após os 12 dias de idade, as codornas foram transferidas para as gaiolas de recria, para período de adaptação às instalações. As gaiolas de recria foram construídas em material metálico vazado e com muretas de 5 cm. As mesmas apresentam dimensões de 50 cm x 50 cm (largura x comprimento), dispostas sobre bancadas de alvenaria com 120 cm de altura, equipadas com bebedouro tipo nipple com copinho e comedouro do tipo calha, posicionados na parte frontal das gaiolas e piso em alvenaria forrado de maravalha com 4 cm de espessura.

Até os 14 dias de idade as codornas foram alimentadas com uma dieta baseada no conceito de proteína ideal formulada para conter o nível de proteína bruta de 250 g/kg e energia metabolizável de 2.820 kcal/kg, seguindo as demais recomendações nutricionais de acordo com Silva & Costa (2009), exceto para o nível de energia metabolizável, o qual foi proposto por Muniz (2013). O nível de lisina digestível e as relações aminoacídicas de metionina + cistina digestível, treonina digestível e triptofano digestível, foram obtidas em experimentos desenvolvidos no DZO/ UFV, para fase de cria.

Utilizou-se programa de iluminação de 24 horas de luz (artificial) até o 14º dia de vida das aves (fase de cria), e posteriormente, do 15º até o 35º dia de idade (idade de abate) foram fornecidas 23 horas de luz (natural + artificial) por intermédio de uso de um timer, visando favorecer o consumo de ração. Na iluminação artificial se utilizaram

lâmpadas incandescentes de 60 Watts, sendo utilizada uma lâmpada para cada quatro gaiolas.

A mensuração da temperatura ambiental foi realizada com o auxílio de um conjunto de termômetros instalados à altura das gaiolas, localizado em um ponto central da instalação; ou, ainda, com base no comportamento das codornas dentro das gaiolas. Verificou-se a temperatura ambiente da sala por uso de termômetros de máxima e mínima, e a umidade relativa do ar foi verificada por termômetros de bulbo seco e bulbo úmido. Observou-se as médias de 23,9 ( $\pm 1,5$ ) °C e 30,9 ( $\pm 1,9$ ) °C para as temperaturas mínimas e máximas, respectivamente e umidade relativa do ar de 72,5 ( $\pm 5,5$ ) %.

O experimento foi distribuído em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 5 níveis de PB (180; 200; 220; 240 e 260g/ kg de dieta), com 7 repetições e 12 aves por unidade experimental.

As dietas foram baseadas na utilização de milho e farelo de soja, sendo as mesmas isonergéticas (Tabela 1), utilizando as recomendações preconizadas por Silva & Costa (2009), exceto para os níveis de PB estudados e balanceadas de acordo com o conteúdo aminoacídico digestível dos alimentos para aves, apresentado em Rostagno et al. (2011).

Ao final do período experimental, as aves e as sobras de ração foram pesadas para avaliação dos parâmetros de desempenho: consumo diário de ração (CR, g/ ave/ dia); consumo diário de proteína bruta (CPB, g/ ave/ dia); ganho de peso diário (GPD, g/ ave/ dia); peso final das aves (PF, g/ ave), índice de conversão alimentar (CA, g/ g) e viabilidade do plantel (VIAB, %). As características de carcaça foram: peso vivo (PV, g/ ave); peso de carcaça (PC, g/ ave); peso de peito (PP, g/ ave); rendimento de carcaça (RC, %) e rendimento de peito (RP, %). Com relação aos parâmetros de composição

química de carcaça das aves foram avaliadas: percentual de matéria seca total (MS, %); percentual de proteína bruta (PB, %) e percentual de gordura (EE, %).

Tabela 1. Composições das rações experimentais na matéria natural (MN).

| Ingredientes (g/ kg de dieta)         | Níveis de proteína bruta (g/ kg) |        |        |        |        |
|---------------------------------------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | 180                              | 200    | 220    | 240    | 260    |
| Milho moído                           | 711,84                           | 651,78 | 591,72 | 531,68 | 471,61 |
| Farelo de soja (45 %)                 | 250,24                           | 300,46 | 350,68 | 400,91 | 451,14 |
| DL-metionina (99 %)                   | 1,42                             | 2,00   | 2,58   | 3,15   | 3,73   |
| Óleo de soja                          | 7,06                             | 16,73  | 26,40  | 36,06  | 45,73  |
| Calcário calcítico                    | 12,30                            | 12,32  | 12,34  | 12,35  | 12,37  |
| Fosfato bicálcico                     | 9,76                             | 9,34   | 8,92   | 8,50   | 8,08   |
| Sal comum                             | 3,98                             | 3,97   | 3,96   | 3,95   | 3,94   |
| Cloreto de colina (60 %)              | 1,00                             | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Suplemento mineral <sup>1</sup>       | 0,70                             | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   |
| Suplemento vitamínico <sup>2</sup>    | 1,00                             | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Antioxidante <sup>3</sup>             | 0,10                             | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Promotor de crescimento <sup>4</sup>  | 0,10                             | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Anticoccidiano <sup>5</sup>           | 0,50                             | 0,50   | 0,50   | 0,50   | 0,50   |
| Total                                 | 1.000                            | 1.000  | 1.000  | 1.000  | 1.000  |
| Composição calculada (g/ kg de dieta) |                                  |        |        |        |        |
| Energia metabolizável (kcal/ kg)      | 3.050                            | 3.050  | 3.050  | 3.050  | 3.050  |
| Proteína bruta                        | 180,0                            | 200,0  | 220,0  | 240,0  | 260,0  |
| Lisina digestível                     | 8,39                             | 9,69   | 10,98  | 12,28  | 13,57  |
| Metionina + cistina digestível        | 6,55                             | 7,56   | 8,57   | 9,58   | 10,59  |
| Treonina digestível                   | 6,38                             | 7,36   | 8,35   | 9,33   | 10,32  |
| Triptofano digestível                 | 1,51                             | 1,74   | 1,98   | 2,21   | 2,44   |
| Fósforo disponível                    | 3,00                             | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00   |
| Cálcio                                | 7,00                             | 7,00   | 7,00   | 7,00   | 7,00   |
| Sódio                                 | 1,50                             | 1,50   | 1,50   | 1,50   | 1,50   |
| Fibra bruta                           | 22,80                            | 23,90  | 24,90  | 26,00  | 27,10  |

<sup>1</sup>Composição/ kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g. <sup>2</sup>Composição/kg de produto: Vit. A:12.000.000 U.I., Vit D3:3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B1:2.500 mg, Vit B2: 8.000 mg, Vit B6:5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K:3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B12: 20.000 mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.<sup>3</sup>Butil-hidróxi-tolueno, BHT (99%). <sup>4</sup>Avilamicina. <sup>5</sup>Coxistac 12%.

Para a estimativa do rendimento de carcaça, aos 35 dias de idade, foram utilizadas quatro codornas por unidade experimental (2 machos e 2 fêmeas), selecionadas pelo peso médio ( $\pm 10\%$ ) de cada unidade experimental, totalizando 20 codornas por tratamento, as quais foram submetidas a seis horas de jejum, e



encaminhadas para o abatedouro experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo posteriormente insensibilizadas pela técnica de eletronarcose (UBA, 2008).

O abate foi realizado utilizando a técnica de decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de acordo com as normas propostas pelo CEUAP/ UFV. As aves foram sangradas por 2 minutos em cone adaptado ao abate de codornas e esquadradas por 20 a 40 segundos a uma temperatura de 53 a 55 °C. A depenagem foi realizada manualmente e as aves foram evisceradas por meio de corte abdominal, realizado com tesoura. As carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça, e em seguida, foram separados os peitos, com pele, e pesados para obtenção do peso de peito (Ton et al., 2011).

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, com pele, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso de jejum, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento de peito, foi considerado o peso de peito inteiro, com pele, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada (Ton et al., 2011).

Na avaliação da composição química da carcaça, foram utilizadas 4 carcaças por unidade experimental, sendo as mesmas que foram abatidas para estudo das características de carcaça. Estas carcaças foram acondicionadas em sacos plásticos contendo etiquetas de identificação, sendo mantidas conservadas em freezer, e posteriormente, moídas, em moinho de carne, para obtenção de uma amostra representativa.

Em razão da alta concentração de água e gordura na carcaça das aves, as amostras foram submetidas inicialmente à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 65°C, por 96 horas, seguida de pré-desengorduramento pelo método à quente, por 6 horas, em

extrator tipo Soxhlet. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram, então, moídas e acondicionadas em potes de plástico e foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV para estimativas dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e gordura (EE) das carcaças, conforme metodologia descrita por Silva & Queiróz (2004).

As análises estatísticas experimentais foram realizadas utilizando o procedimento REG do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2004). O nível melhor ajustado de PB foi obtido por análise de variância (ANOVA) e pelo uso do modelo de regressão polinomial, ao nível de 5% de probabilidade.

As estimativas do nível de PB na dieta foram obtidas por meio do modelo:

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

Em que:

$Y_{ik}$  = valor observado relativo às codornas, alimentadas com dieta contendo nível de PB  $i$  na repetição  $k$ ;

$\mu$  = média geral do experimento;

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

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

## Resultados

Para os parâmetros de desempenho, apenas CR não foi influenciado significativamente pelos níveis de PB nas dietas ( $p > 0,05$ ). CPB e GPD apresentaram efeitos lineares crescentes ( $p < 0,05$ ) e os parâmetros PF e CA apresentaram efeitos quadráticos, no qual, foram estimados os níveis de 239,3 e 240,9g de PB / kg, pelas equações obtidas, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Influência do nível de PB sobre os parâmetros de desempenho para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup>        | Nível de proteína bruta (g/ kg de dieta) |        |        |        |        | Valor p <sup>3</sup> |        |       |                  |
|------------------------------|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------|--------|-------|------------------|
|                              | 180                                      | 200    | 220    | 240    | 260    | L                    | Q      | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| CR (g/ave/dia)               | 21,95                                    | 22,54  | 22,28  | 22,16  | 22,42  | 0,479                | 0,597  | 0,122 | 0,249            |
| CPB (g/ave/dia) <sup>4</sup> | 3,95                                     | 4,51   | 4,90   | 5,32   | 5,83   | 0,001                | 0,764  | 0,158 | 0,056            |
| GPD (g/ave/dia) <sup>5</sup> | 7,28                                     | 7,79   | 7,83   | 7,66   | 7,88   | 0,010                | 0,100  | 0,035 | 0,123            |
| PF (g/ave) <sup>6</sup>      | 239,32                                   | 249,94 | 250,81 | 247,29 | 251,91 | 0,060                | 0,010  | 0,010 | 2,594            |
| CA (g/g) <sup>7</sup>        | 3,02                                     | 2,89   | 2,85   | 2,89   | 2,85   | 0,001                | 0,013  | 0,026 | 0,024            |
| VIAB (%)                     | 100                                      | 100    | 97,6   | 100    | 98,8   | 0,395                | 0,4713 | 0,038 | 0,869            |

<sup>1</sup> Consumo de ração (CR), consumo de proteína bruta (CPB), ganho de peso diário (GPD), peso final das aves (PF), índice de conversão alimentar (CA) e viabilidade do plantel (VIAB). <sup>2</sup> Erro Padrão da M (EPM);

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadrático relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

<sup>4</sup>  $\hat{Y} = -0,12327 + 0,02284 X$  ( $R^2 = 0,99$ ), <sup>5</sup>  $\hat{Y} = 6,50847 + 0,00537 X$  ( $R^2 = 0,50$ ), <sup>6</sup>  $\hat{Y} = 83,74790 + 1,40058 X - 0,002927 X^2$  ( $R^2 = 0,68$ ), <sup>7</sup>  $\hat{Y} = 5,32907 - 0,02072 X + 0,000043 X^2$  ( $R^2 = 0,83$ ).

Com relação aos parâmetros de características de carcaça, observou-se que não houve efeito estatístico dos níveis de PB nas dietas apenas para RC ( $p > 0,05$ ). No entanto, PJ, PC e PP apresentaram diferenças significativas com efeito linear crescente ( $p < 0,05$ ), respectivamente e RP apresentou efeito quadrático ( $p < 0,05$ ), no qual, de acordo com a equação estimada, foi obtido o nível de 222,6g de PB/ kg (Tabela 3).

Tabela 3 - Influência do nível de PB sobre os parâmetros de características de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup>   | Nível de proteína bruta (g/ kg de dieta) |        |        |        |        | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-------------------------|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                         | 180                                      | 200    | 220    | 240    | 260    | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| PJ (g/ave) <sup>4</sup> | 230,60                                   | 241,50 | 245,10 | 242,15 | 250,60 | 0,002                | 0,453 | 0,124 | 4,003            |
| PC (g/ave) <sup>5</sup> | 167,44                                   | 176,14 | 179,29 | 177,19 | 183,64 | 0,002                | 0,414 | 0,141 | 3,162            |
| PP (g/ave) <sup>6</sup> | 63,45                                    | 69,40  | 70,65  | 69,20  | 70,75  | 0,005                | 0,052 | 0,115 | 1,539            |
| RC (%)                  | 72,64                                    | 72,97  | 73,19  | 73,22  | 73,29  | 0,249                | 0,660 | 0,878 | 0,422            |
| RP (%) <sup>7</sup>     | 37,86                                    | 39,33  | 39,44  | 39,05  | 38,45  | 0,559                | 0,014 | 0,446 | 0,488            |

<sup>1</sup> Peso de jejum (PJ), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP). <sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM)

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadrático relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA= falta de ajuste.

<sup>4</sup>  $\hat{Y} = 197,1750 + 0,20375 X$  ( $R^2 = 0,77$ ), <sup>5</sup>  $\hat{Y} = 139,9460 + 0,15725 X$  ( $R^2 = 0,79$ ), <sup>6</sup>  $\hat{Y} = 52,8500 + 0,07200 X$  ( $R^2 = 0,57$ ), <sup>7</sup>  $\hat{Y} = -1,65224 + 0,36948 X - 0,00083 X^2$  ( $R^2 = 0,92$ ).

Ao avaliar os parâmetros de composição química das carcaças, pode-se verificar que os níveis de PB nas dietas não influenciaram estatisticamente o MS ( $p > 0,05$ ), cujo teor médio observado de MS na carcaça das aves foi de 32,68%. Para PB se observou efeito linear crescente de acordo com o incremento de PB nas dietas experimentais ( $p < 0,05$ ), no qual, o percentual médio de PB na carcaça das codornas foi de 17,97% e para EE, os níveis de PB nas dietas influenciaram de forma quadrática ( $p < 0,05$ ), no qual, de acordo com as equações estimadas, o nível de 215,7g de PB/ kg de dieta, mostrou-se o melhor ajuste para esta variável (Tabela 4).

Tabela 4 - Influência do nível de PB sobre os parâmetros de composição de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup> | Nível de proteína bruta (g/ kg de dieta) |       |       |       |       | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-----------------------|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                       | 180                                      | 200   | 220   | 240   | 260   | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| MS (%)                | 32,81                                    | 32,25 | 32,22 | 32,67 | 33,47 | 0,284                | 0,111 | 0,910 | 0,499            |
| PB (%) <sup>4</sup>   | 17,81                                    | 17,46 | 17,73 | 18,07 | 18,76 | 0,015                | 0,072 | 0,672 | 0,299            |
| EE (%) <sup>5</sup>   | 11,94                                    | 11,40 | 11,01 | 11,22 | 12,41 | 0,327                | 0,028 | 0,456 | 0,552            |

<sup>1</sup> Percentual de matéria seca total (MS), percentual, de proteína bruta (PB), percentual de gordura (EE). <sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM);

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadrático relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

<sup>4</sup>  $\hat{Y} = 14,9997 + 0,012582 X$  ( $R^2 = 0,64$ ), <sup>5</sup>  $\hat{Y} = 53,71117 - 0,388229 X + 0,00090 X^2$  ( $R^2 = 0,92$ ).

## Discussão

O consumo de ração não está somente relacionado com a quantidade de PB nas dietas, mas também com o perfil aminoacídico dos ingredientes utilizados em suas formulações (Freitas et al., 2006; Gonzales, 2002). Assim, neste experimento, todas as dietas foram suplementadas com metionina industrial para atender a necessidade aminoacídica e não causar um desbalanço nutricional que pudesse gerar resultados enviesados (Tabela 1). Baseado nestes pontos é possível inferir que os conteúdos proteicos avaliados (balanço aminoacídico) não apresentaram variação drástica entre os

níveis estudados, variação esta que poderia causar inibição ou excesso no consumo das dietas. Assim conforme observado no presente trabalho, outros autores na literatura científica também constataram que os níveis de PB estudados não influenciaram o CR das aves (Dowarah & Sethi, 2014; Shayan et al., 2013; Sharifi et al., 2011; Corrêa et al., 2007).

O aumento linear crescente no CPB pode ser explicado pelo uso de tratamentos baseados em níveis crescentes de PB nas dietas, no qual, mesmo não havendo diferenças significativas no CR pelas aves, o incremento equitativo dos níveis de PB (gramas de PB por kg de dieta) entre as dietas experimentais proporcionou aumento linear e crescente no consumo do nutriente estudado (Tabela 1).

Da mesma forma que ocorreu com o CPB, pode-se observar que houve aumento crescente no GPD conforme houve incremento equitativo dos níveis de PB entre as dietas experimentais. De acordo com os resultados apresentados, verifica-se que, mesmo o nível mais alto de PB estudado (260 g de PB/ kg de dieta), não foi suficiente para maximizar o GPD (Oliveira et al., 2002a). Assim, pode-se inferir que as atuais linhagens de codorna destinadas para produção de carne podem apresentar maior capacidade de deposição proteica na carcaça o que possivelmente proporcionou maior GDP quando comparadas com as linhagens utilizadas por Fridrich et al. (2005), Freitas et al. (2006) e Corrêa et al. (2007), no qual, estes autores avaliaram níveis variando de 180 a 280 g de PB/Kg não observaram influência destes sobre o GDP.

O nível estimado de 239,6g/ kg, foi capaz de atender as necessidades em PB da dieta, proporcionando assim, PF satisfatório para codornas de corte abatidas aos 35 dias de idade. De forma semelhante ao observado no presente estudo, Sharifi et al. (2011) e Dowarah & Sethi (2014) verificaram que o nível de 240g de PB/ kg de dieta proporcionou melhor PF. Desta maneira, pode-se inferir que as dietas continham um perfil aminoacídico balanceado para que as aves pudessem expressar todo potencial

genético e converter os aminoácidos disponíveis em proteínas musculares. Por outro lado, Corrêa et al. (2007) não observaram efeito dos níveis de PB nas dietas para codornas de corte de 22 a 42 dias de idade sobre o PF.

Com relação ao CA, observa-se que o mesmo foi diretamente influenciado pelo PF, visto que o CR não foi influenciado pelos níveis de PB nas dietas das codornas. O aumento do PF de acordo com o incremento dos níveis de PB nas dietas resultou em melhora no CA, sendo que o nível estimado de 240,9g de PB/ kg de dieta proporcionou o CA melhor ajustado. Teixeira et al. (2013), avaliando o desempenho de codornas europeias de corte (Linha O1), de ambos os sexos, de 1 a 35 dias de idade, submetidas a diferentes níveis de PB nas dietas (180 a 260g/ kg), observaram que as aves apresentaram melhor CA quando alimentadas com dietas contendo o nível mínimo de 260g de PB/ kg e 3100kcal/ kg. No entanto, Fridrich et al. (2005) e Freitas et al. (2006), estimando a exigência de PB para codornas europeias de corte de 28 a 42 dias e de 1 a 42 dias de idade, respectivamente, não encontraram diferenças significativas entre os níveis de PB estudados em relação ao CA.

Apesar de não se observar efeito significativo dos níveis estudados de PB sobre a VIAB, pode-se verificar que a viabilidade média do plantel durante o período experimental foi de 99,3%, sendo considerado um excelente índice para esta fase de criação, sugerindo assim que mesmo os níveis extremos de PB estudados, não prejudicaram o desempenho das aves. Oliveira et al. (2002b) observaram mortalidade de 2,53% para machos e 0,22% para fêmeas de codornas de corte de 21 a 49 dias de idade alimentadas com dietas variando os níveis de PB. Freitas et al. (2006) consideraram baixo o índice observado de mortalidade de 2,08% para codornas de corte em crescimento alimentadas com dietas variando o teor de PB e EM, no entanto, estes autores trabalharam com aves de 1 a 42 dias de idade. Silva et al. (2006) observaram mortalidades de até 20,31% em codornas de corte alimentadas com dietas contendo 224g de PB/ kg e 13g de lisina total/ kg de dieta.

Ao avaliar os parâmetros de características de carcaça, constatou-se que o incremento dos níveis de PB nas dietas experimentais possibilitou aumento linear crescente nos parâmetros PJ, PC e PP, mostrando que o maior nível estudado de PB não foi suficiente para promover máximos valores para as características de carcaça citadas. Assim, deduziu-se que níveis mais elevados de PB poderiam resultar em maiores pesos destes parâmetros, remetendo a necessidade de realização de mais estudos para elucidar melhor estas características. Do mesmo modo, Corrêa et al. (2008) também observaram efeito linear crescente ao avaliar o efeito dos níveis de PB na dieta sobre os parâmetros citados, no entanto, os autores ainda trabalharam com níveis de PB superiores (230 a 330g/ kg) aos avaliados nas dietas do presente estudo.

Leeson (1995) cita que à medida que se aumenta o consumo de PB, em função do maior conteúdo de proteína na dieta, haverá aumento no rendimento de peito. Entretanto, conforme os resultados obtidos neste experimento pode-se observar que os RP nos níveis extremos de PB estudados não foram máximos. Uma possível explicação seria que nos níveis mais altos de PB da dieta, o pior RP pode estar relacionado ao excesso de PB podendo causar um desbalanço entre os aminoácidos o que ocasionaria maior excreção nitrogenada com menor disponibilidade de aminoácidos e energia para síntese de proteína muscular (Vasconcelos et al., 2010). Já para os níveis mais baixos PB na dieta, possivelmente, não continham quantidade suficiente de PB ou de aminoácido para máxima deposição de tecido muscular. Assim, infere-se que o nível estimado de 222,6g de PB/ kg de dieta proporcionou RP satisfatório, permitindo maior deposição de proteína muscular.

Com relação aos parâmetros de composição de carcaça, várias pesquisas com aves para corte constataram que à medida que se incrementa o nível proteico nas dietas experimentais, os teores de proteína na carcaça aumentam e, por outro lado, os teores de umidade e gordura diminuem (Kirkpinar & Oguz, 1995; Vasconcelos, et al. 2010; Silva et

al., 2003). Apesar de que no presente estudo os resultados obtidos para MS não responderam desta forma, o PB e EE apresentaram respostas semelhantes ao observado por estes autores.

Kirkpinar & Oguz (1995) mencionaram que em codornas japonesas macho alimentadas com 6 dietas contendo de 160g de PB/ kg a 300g de PB/ kg, abatidas com 35 dias de idade, o conteúdo de gordura na carcaça aumentou de 5% (na dieta que continha 280 de PB/ kg) até 9,8% (na dieta que continha 160g de PB/ kg). Com isso, deduz-se que o teor de gordura nas carcaças tende a correlacionar-se de forma antagônica com os níveis de PB na dieta, sendo que os níveis mais baixos de PB nas dietas proporcionaram carcaças mais enxutas que os níveis mais elevados estudados.

## **Conclusão**

O nível estimado de 240,9 g de PB/ kg, correspondendo ao nível de lisina digestível de 12,33 g/kg, atende satisfatoriamente as exigências destes nutrientes em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

## **Agradecimentos**

Ao DZO/UFV, CNPq, FAPEMIG e Ajinomoto do Brasil S/A

## **Referências bibliográficas**

BRASIL. LEI 11.794 DE 08 DE OUTUBRO DE 2008. **Regulamento o inciso VII do §1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 9p. 2008.



CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas de corte EV1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.797-804, 2007.

CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Nível de proteína bruta para codornas de corte durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.209-217, 2008.

DOWARAH, R. AND SETHI, A.P.S. Various dietary levels of protein and energy interaction on growth performance of white plumage japanese quails. **Veterinary World**, EISSN: 2231-0916, 2014.

FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. de et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, supl. Aug. 2006.

FRIDRICH, A.B.; VALENTE, B.D.; FELIPE-SILVA, A.S. et al. Exigência de proteína bruta para codornas europeias no período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, Apr. 2005.

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

404 KIRKIPINAR, F.; OGUZ, I. Influence of various dietary protein levels on carcass  
 405 composition in the male Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **British Poultry**  
 406 **Science**, v.36, issue 4, p.605-610, 1995.

407

408 LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 3.ed. Ontario:  
 409 University Books, 2005.

410

411 MOSAAD, G.M.M. and IBEN, C. Effect of dietary energy and protein levels on growth  
 412 performance, carcass yield and some blood constituents of Japanese quails (*Coturnix*  
 413 *coturnix Japonica*). **Die Bodenkultur**, v.60 (4), 2009.

414

415 MUNIZ, J.C.L. **Energia metabolizável para codornas de corte**. Viçosa, MG:  
 416 Universidade Federal de Viçosa 2013. 57p. Tese de Mestrado em Nutrição e Produção de  
 417 Monogástricos - Universidade Federal de Viçosa, 2013.

418

419 MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M. **Manejo de codornas de postura**. In: IV  
 420 SIMPÓSIO INTERNACIONAL III CONGRESSO BRASILEIRO DE  
 421 COTURNICULTURA, 2010. Lavras, **Anais...** 2010, p.35 - 49.

422

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

426

427 OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. et al. Desempenho produtivo  
 428 de codornas de ambos os sexos para corte alimentadas com dietas com quatro níveis  
 429 proteicos. **Archives of Veterinary Science**, v.7, n.2, p.75-80, 2002b.

430

431 OLIVEIRA, N.T.E.; SILVA, M.A.; SOARES, R.T.R.N.; FONSECA, J.B.;

432 THIEBAUT, J.T.L. Exigência de proteína bruta e energia metabolizável para codornas

433 japonesas criadas para a produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n.

434 2, p. 675-686, 2002a.

435

436 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para**

437 **Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. VIÇOSA:

438 UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

439

440 SAS Institute Incorporation 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. **SAS Institute**

441 **Incorporation**, Cary, NC.

442

443 SHAYAN, B.S.; EILA, N.; NOROZIAN, H. The effect of decreased crude protein diets on

444 performance, immune response and carcass traits of Japanese quail chickens. **Annals of**

445 **Biological Research**, vol. 4, ed.2: 313-317, 2013.

446

447 SHARIFI, M.R.; SHAMS-SHARGH, M.; SAEED HASSANI, B.D. The effect of dietary

448 protein levels and synbiotic on performance parameters, blood characteristics and carcass

449 yields of Japanese quail (*Coturnix coturnix Japonica*). **Italian Journal of Animal**

450 **Science**, vol.10, ed.4, 2011.

451

452 SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J. et al. Redução dos níveis de proteína e

453 suplementação aminoacídica em rações para codornas europeias (*Coturnix coturnix*

454 *coturnix*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.822-829, 2006.

455

456 SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. D. **Análises de alimentos: métodos químicos e**  
 457 **biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

458

459 SILVA, M.A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H.S. et al. Exigências nutricionais de  
 460 metionina + cistina para pintos de corte, em função do nível de proteína bruta da ração,  
 461 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p. 357-363, 1998.

462

463 SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; NASCIMENTO, A.H. Estimativas da composição  
 464 anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso  
 465 da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.344-352, 2003.

466

467 SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas Japonesas e europeias: Tópicos**  
 468 **especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Editora Funep, Jaboticabal.  
 469 2009, 107p.

470

471 TEIXEIRA, B.B.; PIRES, A.V.; VELOSO, R.C. et al. Desempenho de codornas de corte  
 472 submetidas a diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Ciência Rural**,  
 473 Santa Maria, v.43, n.3, p.524-529, mar, 2013.

474

475 TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e  
 476 energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de**  
 477 **Zootecnia**. Viçosa, v. 40, n. 3, p.593-601, 2011.

478

479 UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Protocolo de bem-estar para frangos e**  
 480 **perus**. UBA, São Paulo, 23p. 2008. Disponível em: <http://www.uba.org.br>. Acesso em: 07  
 481 de outubro de 2014.

482

483 VASCONCELOS, C.H.F.; FONTES, D.O.; VIDAL, T.Z.B. et al. Efeito de diferentes  
484 níveis de proteína bruta sobre o desempenho e composição de carcaça de frangos de  
485 corte machos de 21 a 42 dias de idade. **Revista "Ciência e Agrotecnologia"**, Lavras, v.  
486 34, n. 4, p. 1039-1048, jul./ago., 2010

487

488

**Relações metionina + cistina digestíveis: lisina digestível em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

**Cleverson Luís Nascimento Ribeiro<sup>1</sup>, Sergio Luiz de Toledo Barreto<sup>1</sup>, Juarez Lopes Donzele<sup>1</sup>, Melissa Izabel Hannas<sup>1</sup>, Warley Junior Alves<sup>1</sup>, Valdir Ribeiro Junior<sup>1</sup>, Jorge Cunha Muniz<sup>1</sup>, Raquel Mencialha<sup>3</sup>**

**Resumo:** Com o intuito de estimar a relação metionina + cistina: lisina (MET + Cisd: Lisd) digestíveis em dietas para codornas de corte, na fase de 15 a 35 dias de idade, foram utilizadas 504 codornas (subespécie Europeia), de ambos os sexos, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, para avaliar 6 relações MET + Cisd: Lisd (68; 73; 78; 83; 88 e 93%), 7 repetições e 12 aves por unidade experimental. Foram utilizados os seguintes parâmetros: desempenho: consumos diários de ração (CR); ganho de peso médio (GPM); peso final das aves (PF), índice de conversão alimentar (CA) e viabilidade do plantel (VIAB). Características de carcaça: peso de jejum (PJ); peso de carcaça (PC) e de peito (PP); rendimento de carcaça (RC) e de peito (RP). Composição de carcaça: % de matéria seca total (MS), de proteína bruta (PB) e de gordura (EE). O CR foi influenciado de forma linear crescente. GPM e PF apresentaram comportamento quadrático, ambas com 84% MET + Cisd: Lisd, já para CA não houve efeito significativo. Para as características de carcaça, PV e PC apresentaram efeito quadrático (84% MET + Cisd: Lisd) e PP demonstrou efeito linear crescente. No entanto, RC e RP não foram influenciadas significativamente pelas relações aminoacídicas estudadas. Para composição de carcaça, MS e PB demonstraram efeito linear decrescente, mas para EE não houve efeito significativo. Conclui-se que a relação MET + Cisd: Lisd de 84 é a que melhor atende as necessidades nutricionais para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

**Palavras-chave:** aminoácidos digestíveis, coturnix, desempenho, qualidade de carcaça, rendimento.

**Abstract:** In order to estimate the digestible methionine + cystine: digestible lysine (DMET + CYS: DLYS) ratio in diets for meat-type quails in the period from 15-35 days old, it was used 504 quails (European subspecies), of both sexes, distributed in experimental design randomized to evaluate 6 DMET + CYS: DLYS ratios (68; 73; 78; 83; 88 and 93%), 7 replicates of 12 birds each pen. The variables were used: Performance traits: daily feed intake (FI); average weight gain (WG); final weight (FW), feed conversion ratio (FCR), and bird viability (VIAB). Carcass traits: body weight (BW); carcass weight (CW) and breast (BTW); carcass yield (CY) and breast (BTY). Carcass chemical composition traits: percentage of total dry matter (DM), crude protein (CP) and fat (EE). The performance parameters FI was influenced in a linear effect. WG and FW showed a quadratic significant response, both in 84% DMET + CYS: DLYS, while for FCR was there was no effect. For carcass traits, BW and CW presented quadratic effect (84% of DMET + CYS: DLYS), BTW showed increasing linear effect. However, CY and BTY were not influenced significantly by amino acid ratios studied. For carcass chemical composition, DM and CP showed decreasing linear effect, but in EE no significant effect. It follows that the digestible DMET + CYS: DLYS of 84 would best meet the nutritional needs for meat-type quails 15-35 days old.

**Keywords:** digestible amino acids, coturnix, performance, carcass quality, yield.

## **Introdução**

Assim como para as demais espécies de aves comerciais, a metionina em dietas a base de milho e farelo de soja, também, é o primeiro aminoácido limitante para codornas (Corrêa et al., 2006; Parvim et al., 2010; Ferreira et al., 2012). Logo a concentração adequada deste aminoácido é de suma importância para garantir que outros aminoácidos possam ser utilizados com eficiência metabólica no organismo animal.

A metionina, juntamente com a cistina, apresenta algumas funções essenciais nos organismos das aves, dentre elas, a principal seria de substrato para a síntese de proteínas. Além disso, são precursores de outros aminoácidos sulfurados, notadamente da cisteína que, assim como a metionina também é utilizada para a síntese de proteína corporal, além de ser utilizado na formação da pele e das penas, o que explica sua alta exigência em dietas para aves. (Bunchasak et al., 2009).

Atualmente, muitas dietas para aves têm sido formuladas baseadas no conceito de proteína ideal (Mitchel, 1964), no qual, as exigências aminoacídicas são apresentadas em relações ideais entre o aminoácido em questão com o aminoácido padrão (lisina), buscando assim atender as necessidades aminoacídicas, evitando o excesso ou deficiência dos mesmos nas dietas para aves.

Vários trabalhos na literatura científica buscam obter as relações aminoacídicas mais ajustadas em dietas para aves. No entanto, além de existir poucos trabalhos específicos relacionados a este tema para codornas de corte, os valores observados são muito discrepantes, variando as relações metionina + cistina: lisina de 49 a 88% (Corrêa et al., 2006; Silva & Costa, 2009; Scherer, 2009; Corrêa et al., 2010; Ferreira et al., 2012; Serafim et al., 2013) sendo que a maioria deles está na base de aminoácidos totais



e não como digestíveis, mostrando assim, a necessidade de realizar novos estudos sobre o tema.

Deste modo, objetivou-se com este estudo, estimar a melhor relação MET + CIRD: LIRD em dietas para codornas de corte na fase de crescimento-terminação (15 a 35 dias de idade).

## **Material e métodos**

Este experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, sendo conduzido de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008), conforme certificado aprovado emitido pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP/ UFV), sob processo número 32/2012.

Foram utilizadas 504 codornas de corte, com 15 dias de idade, da subespécie europeia (*Coturnix coturnix coturnix*), de ambos os sexos, por um período de 21 dias.

As aves foram adquiridas de um incubatório comercial com 1 dia de idade e foram criadas até o 12º dia de vida, em círculos de proteção, equipados com campânulas de aquecimento, bebedouros infantis e comedouros tipo bandeja, corretamente dimensionados para a quantidade de animais utilizados neste experimento. Após esta idade, as codornas foram transferidas para gaiolas de recria, para o período de adaptação às instalações. As gaiolas de recria foram construídas em material metálico vazado e com muretas de 5 cm, apresentando as dimensões de 50 cm x 50 cm (largura x comprimento), dispostas sobre bancadas de alvenaria com 120 cm de altura, equipadas com bebedouro tipo nipple com copinho e comedouro do tipo calha, posicionados na

101 parte frontal das gaiolas e piso em alvenaria forrado de maravalha com 4 cm de  
102 espessura.

103 Até os 14 dias de vida as codornas foram alimentadas com uma dieta baseada no  
104 conceito de proteína ideal, formulada para atender o nível de proteína bruta (PB) de 250  
105 g/ kg e de energia metabolizável (EM) de 2.820 kcal/ kg, seguindo as demais  
106 recomendações nutricionais de acordo com Silva & Costa (2009), menos para o nível de  
107 energia metabolizável, o qual foi proposto por Muniz (2013). O nível de lisina  
108 digestível e as relações aminoacídicas de metionina + cistina digestíveis, treonina  
109 digestível e triptofano digestível, cujas mesmas foram obtidas em experimentos  
110 desenvolvidos no DZO/ UFV, para fase de cria.

111 Utilizou-se programa de iluminação de 24 horas de luz (artificial) até o 14º dia  
112 de vida das aves (fase de cria), e posteriormente, do 15º até o 35º dia de idade (idade de  
113 abate) foram fornecidas 23 horas de luz (natural + artificial) por intermédio de uso de  
114 um timer, visando favorecer o consumo de ração. Na iluminação artificial se utilizaram  
115 lâmpadas incandescentes de 60 Watts, sendo utilizada uma lâmpada para cada quatro  
116 gaiolas.

117 A mensuração da temperatura ambiental foi realizada com o auxílio de um  
118 conjunto de termômetros instalados à altura das gaiolas, localizado em um ponto central  
119 da instalação; ou, ainda, com base no comportamento das codornas dentro das gaiolas.  
120 Verificou-se a temperatura ambiente da sala por uso de termômetros de máxima e  
121 mínima, e a umidade relativa do ar foi verificada por termômetros de bulbo seco e bulbo  
122 úmido. As médias para as temperaturas mínimas e máximas foram de 21,1 ( $\pm 1,2$ ) °C e  
123 27,6 ( $\pm 1,6$ ) °C, respectivamente, e umidade relativa do ar de 72,9 ( $\pm 5,2$ ) %.

O experimento foi distribuído em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 6 relações MET + CISD: LISD (68; 73; 78; 83; 88 e 93%), com 7 repetições e 12 aves por unidade experimental.

As dietas experimentais foram desenvolvidas a partir de uma dieta basal contendo 3.050 kcal de EM/ kg e 192,3g de PB/ kg, utilizando milho e farelo de soja, suplementadas com DL-metionina, em substituição ao amido de milho, para manter as relações aminoacídicas estudadas, mantendo todas as dietas isonergéticas, isoproteicas e isoaminoacídicas (Tabela 1).

Para definir as relações aminoacídicas que seriam usadas na formulação das dietas experimentais, utilizou-se 8,4g de lisina digestível/ kg de dieta, como nível subótimo, no qual, o mesmo foi obtido baseado no nível mínimo de PB encontrado em experimento anterior (Capítulo I). Para os demais aminoácidos, adotaram-se as relações aminoacídicas obtidas para codornas japonesas, conforme Rostagno et al. (2011), acrescidas de 3% em seus valores, com o intuito de garantir que fossem atendidas as exigências dos aminoácidos e assim não os tornando limitantes, o que poderia interferir na acurácia dos resultados experimentais (Tabela 1).

Como não há trabalhos suficientes com codornas, a composição, os valores nutricionais e os valores de digestibilidade dos ingredientes foram baseados em estudos com frangos de corte, conforme preconizados por Rostagno et al. (2011).

149 Tabela 1. Composição das dietas experimentais na matéria natural (MN)

| Ingredientes (g/ kg da dieta)         | Metionina + cistina digestível: lisina digestível (%) |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | 68                                                    | 73     | 78     | 83     | 88     | 93     |
| Milho moído                           | 676,59                                                | 676,59 | 676,59 | 676,59 | 676,59 | 676,59 |
| Farelo de soja (45% PB)               | 243,78                                                | 243,78 | 243,78 | 243,78 | 243,78 | 243,78 |
| Glúten milho (60% PB)                 | 42,50                                                 | 42,50  | 42,50  | 42,50  | 42,50  | 42,50  |
| Amido                                 | 3,00                                                  | 2,81   | 2,38   | 1,95   | 1,53   | 1,10   |
| DL-metionina (99%)                    | 0,00                                                  | 0,19   | 0,62   | 1,05   | 1,47   | 1,90   |
| L-lisina HCL (79%)                    | 0,44                                                  | 0,44   | 0,44   | 0,44   | 0,44   | 0,44   |
| Óleo de soja                          | 4,00                                                  | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   |
| Calcário calcítico                    | 12,63                                                 | 12,63  | 12,63  | 12,63  | 12,63  | 12,63  |
| Fosfato bicálcico                     | 9,68                                                  | 9,68   | 9,68   | 9,68   | 9,68   | 9,68   |
| Sal comum                             | 3,98                                                  | 3,98   | 3,98   | 3,98   | 3,98   | 3,98   |
| Cloreto de colina (60%)               | 1,00                                                  | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Suplemento mineral <sup>1</sup>       | 0,70                                                  | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   |
| Suplemento vitamínico <sup>2</sup>    | 1,00                                                  | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Antioxidante <sup>3</sup>             | 0,10                                                  | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Promotor de crescimento <sup>4</sup>  | 0,10                                                  | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Anticoccidiano <sup>5</sup>           | 0,50                                                  | 0,50   | 0,50   | 0,50   | 0,50   | 0,50   |
| Total                                 | 1000                                                  | 1000   | 1000   | 1000   | 1000   | 1000   |
| Composição calculada (g/ kg de dieta) |                                                       |        |        |        |        |        |
| Energia metabolizável (kcal/ kg)      | 3.050                                                 | 3.050  | 3.050  | 3.050  | 3.050  | 3.050  |
| Proteína bruta                        | 192,30                                                | 192,30 | 192,30 | 192,30 | 192,30 | 192,30 |
| Lisina digestível                     | 8,40                                                  | 8,40   | 8,40   | 8,40   | 8,40   | 8,40   |
| Metionina + cistina digestíveis       | 5,71                                                  | 6,13   | 6,55   | 6,97   | 7,39   | 7,81   |
| Treonina digestível                   | 6,22                                                  | 6,22   | 6,22   | 6,22   | 6,22   | 6,22   |
| Triptofano digestível                 | 1,85                                                  | 1,85   | 1,85   | 1,85   | 1,85   | 1,85   |
| Fósforo disponível                    | 3,00                                                  | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00   |
| Cálcio                                | 7,00                                                  | 7,00   | 7,00   | 7,00   | 7,00   | 7,00   |
| Sódio                                 | 1,50                                                  | 1,50   | 1,50   | 1,50   | 1,50   | 1,50   |

<sup>1</sup>Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g. <sup>2</sup>Composição/kg de produto: Vit. A:12.000.000 U.I., Vit D3:3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B1:2.500 mg, Vit B2: 8.000 mg, Vit B6:5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K:3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B12: 20.000 mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.<sup>3</sup>Butil-hidróxi-tolueno, BHT (99%). <sup>4</sup>Avilamicina. <sup>5</sup>Coxistac 12%.

Ao final do período experimental, as aves e as sobras de ração foram pesadas para avaliação dos parâmetros de desempenho: consumo diário de ração (CR, g/ ave/ dia); ganho de peso diário (GPD, g/ ave/ dia); peso final das aves (PF, g/ ave), índice de conversão alimentar (CA, g/ g) e viabilidade do plantel (VIAB, %). Os Parâmetros estudados para as características de carcaça foram: peso de jejum (PJ g/ ave); peso de carcaça (PC, g/ ave); peso de peito (PP, g/ ave); rendimento de carcaça (RC, %) e

rendimento de peito (RP, %). Com relação aos parâmetros de composição química de carcaça das aves foram avaliados: percentual de matéria seca total (MS, %); percentual de proteína bruta (PB, %) e percentual de gordura (EE, %).

Para a estimativa do rendimento de carcaça, aos 35 dias de idade, foram sacrificadas 4 codornas por unidade experimental (2 machos e 2 fêmeas), selecionadas pelo peso médio ( $\pm 10\%$ ) de cada unidade experimental, totalizando 20 codornas por tratamento, as quais foram submetidas a seis horas de jejum, e encaminhadas para o abatedouro experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo posteriormente insensibilizadas pela técnica de eletronarcose (UBA, 2008).

O abate foi realizado utilizando a técnica de decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de acordo com as normas propostas pelo CEUAP/ UFV. As aves foram sangradas por 2 minutos em cone adaptado ao abate de codornas e escaldadas por 20 a 40 segundos a uma temperatura de 53 a 55 °C. A depenagem foi realizada manualmente e as aves foram evisceradas por meio de corte abdominal, realizado com tesoura. As carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça, e em seguida, foram separados os peitos com pele, e pesados para obtenção do peso de peito (Ton et al., 2011).

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, com pele, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso de jejum, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento de peito, foi considerado o peso de peito inteiro, com pele, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada (Ton et al., 2011).

Na avaliação da composição química da carcaça, foram utilizadas 4 carcaças por unidade experimental, sendo as mesmas que foram abatidas para estudo das

características de carcaça. Essas carcaças foram acondicionadas em sacos plásticos contendo etiquetas de identificação, sendo mantidas conservadas em freezer, e posteriormente, foram moídas, em moinho de carne, para obtenção de uma amostra representativa.

Em razão da alta concentração de água e gordura na carcaça das aves, as amostras foram submetidas inicialmente à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 65 °C, por 96 horas, seguida de pré-desengorduramento pelo método a quente, por 6 horas, em extrator tipo Soxhlet. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram, então, moídas e acondicionadas em potes de plástico que foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal para estimativas dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e gordura (EE) das carcaças, conforme metodologia descrita por Silva & Queiróz (2004).

As análises estatísticas experimentais foram realizadas utilizando o procedimento REG do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2004). No qual, a relação MET + CISD: LISD melhor ajustada foi obtida por análise de variância (ANOVA) e pelo uso do modelo de regressão polinomial, ao nível de 5 % de probabilidade.

As estimativas das relações MET + CISD: LISD na dieta foram obtidas por meio do modelo:

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

Em que:

$Y_{ik}$  = valor observado relativo às codornas, alimentadas com dieta contendo a relação

MET + CISD: LISD i na repetição k;

$\mu$  = média geral do experimento;

$T_i$  = efeito da relação MET + CISD: LISD na dieta i, para i = 1, 2, 3, 4, 5 e 6;

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

## Resultados

O parâmetro de desempenho CR apresentou resposta linear crescente ( $p < 0,05$ ), de acordo com o incremento das relações MET + CIRD: LIRD digestíveis nas dietas estudadas, no qual, a cada aumento de 5 % das relações aminoacídicas avaliadas causou aumento de 0,315g/ ave/ dia no CR, conforme equação estimada (Tabela 2).

Os parâmetros GPM e PF apresentaram resposta quadrática ( $p < 0,05$ ), no qual, a relação MET + CIRD: LIRD digestíveis de 84%, para ambos os parâmetros, demonstrou resultados satisfatórios, de acordo com as equações obtidas. Por outro lado, CA não foi influenciado significativamente ( $p > 0,05$ ) pelas relações MET + CIRD: LIRD nas dietas (Tabela 2).

Os parâmetros de características de carcaça, PV e PC apresentaram efeito quadrático ( $p < 0,05$ ), sendo que, para ambos os parâmetros, a relação MET + CIRD: LIRD de 84% na dieta foi a que apresentou melhor ajuste de acordo com as equações estimadas. Na variável PP se observou efeito linear crescente ( $p < 0,05$ ), em que, o incremento de 5% nas relações aminoacídicas avaliadas, promoveu aumento de 0,905 g/ ave em PP, de acordo com a equação estimada. De outro modo, os parâmetros RC e RP não foram influenciados significativamente ( $p > 0,05$ ) pelas relações aminoacídicas estudadas nas dietas, no qual o RC e RP médios foram de 75,04% e 38,29%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2 - Influência das relações MET + CISD: LISD sobre os parâmetros de desempenho para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup>       | Metionina + cistina digestível: lisina digestível (%) |        |        |        |        |        | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                             | 68                                                    | 73     | 78     | 83     | 88     | 93     | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| CR (g/ave/dia) <sup>4</sup> | 22,28                                                 | 22,10  | 22,94  | 23,72  | 23,76  | 23,36  | 0,001                | 0,192 | 0,042 | 0,351            |
| GPM (g/ave) <sup>5</sup>    | 150,36                                                | 154,35 | 157,60 | 165,42 | 163,26 | 156,96 | 0,008                | 0,009 | 0,079 | 2,875            |
| PF (g/ave) <sup>6</sup>     | 240,95                                                | 244,94 | 248,24 | 256,05 | 253,88 | 247,58 | 0,008                | 0,009 | 0,082 | 0,057            |
| CA (g/g)                    | 3,12                                                  | 3,01   | 3,06   | 3,02   | 3,06   | 3,13   | 0,754                | 0,108 | 0,365 | 0,137            |
| VIAB (%)                    | 97,62                                                 | 94,05  | 98,81  | 96,43  | 96,43  | 100    | 0,197                | 0,260 | 0,022 | 1,587            |

<sup>1</sup>Consumo de ração (CR), ganho de peso médio (GPM), peso final (PF) e índice de conversão alimentar (CA), viabilidade do plantel (VIAB). <sup>2</sup>Erro Padrão da média (EPM);

<sup>3</sup>L e Q: Ordem de efeitos linear e quadráticos relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

<sup>4</sup> $\hat{Y} = 17,920 + 0,063 X$  ( $R^2 = 0,70$ ), <sup>5</sup> $\hat{Y} = -207,354 + 8,7854 X - 0,05217 X^2$  ( $R^2 = 0,83$ ), <sup>6</sup> $\hat{Y} = -118,175 + 8,8199 X - 0,05237 X^2$  ( $R^2 = 0,83$ ).

Tabela 3 - Influência das relações MET + CISD: LISD sobre os parâmetros de características de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup>   | Metionina + cistina digestível: lisina digestível (%) |        |        |        |        |        | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                         | 68                                                    | 73     | 78     | 83     | 88     | 93     | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| PJ(g/ave) <sup>4</sup>  | 225,85                                                | 232,65 | 242,85 | 246,90 | 238,10 | 240,60 | 0,012                | 0,018 | 0,126 | 4,351            |
| PC (g/ave) <sup>5</sup> | 170,20                                                | 174,30 | 182,10 | 186,05 | 178,60 | 179,35 | 0,044                | 0,023 | 0,141 | 3,624            |
| PP (g/ave) <sup>6</sup> | 64,85                                                 | 65,75  | 70,70  | 70,90  | 68,15  | 69,70  | 0,037                | 0,095 | 0,086 | 1,768            |
| RC (%)                  | 75,35                                                 | 74,90  | 75,00  | 75,39  | 74,97  | 74,62  | 0,566                | 0,784 | 0,425 | 0,624            |
| 1RP (%)                 | 38,11                                                 | 37,79  | 38,78  | 38,12  | 38,16  | 38,76  | 0,438                | 0,883 | 0,184 | 0,571            |

Peso de jejum (PJ), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP).

<sup>2</sup>Erro Padrão da Média (EPM);

<sup>3</sup>L e Q: Ordem de efeitos linear e quadráticos relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

<sup>4</sup> $\hat{Y} = -251,709 + 11,7505 X - 0,06964 X^2$  ( $R^2 = 0,84$ ), <sup>5</sup> $\hat{Y} = -206,1980 + 9,2990 X - 0,0553 X^2$  ( $R^2 = 0,82$ ), <sup>6</sup> $\hat{Y} = 52,383 + 0,1810 X$  ( $R^2 = 0,44$ ).

Ao avaliar a composição química da carcaça das aves, observou-se efeito linear decrescente ( $p < 0,05$ ) para MS e PB, sendo que a cada incremento de 5% nas relações aminoacídicas avaliadas nas dietas proporcionou uma redução nesses parâmetros de 0,31% e de 0,33%, respectivamente, conforme equações estimadas. No entanto, EE não



foi influenciada estatisticamente ( $p > 0,05$ ) pelas relações MET + CISD: LISD nas dietas (Tabela 4).

Tabela 4 - Influência das relações MET + CISD: LISD sobre os parâmetros de composição de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup> | Metionina + cistina digestível: lisina digestível (%) |       |       |       |       |       | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                       | 68                                                    | 73    | 78    | 83    | 88    | 93    | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| MS (%) <sup>4</sup>   | 33,54                                                 | 32,96 | 32,47 | 31,33 | 32,22 | 32,05 | 0,021                | 0,128 | 0,165 | 0,523            |
| PB (%) <sup>5</sup>   | 19,31                                                 | 18,83 | 18,65 | 17,80 | 18,57 | 18,83 | 0,015                | 0,309 | 0,089 | 0,367            |
| EE (%)                | 11,54                                                 | 11,33 | 10,64 | 10,11 | 10,67 | 10,62 | 0,062                | 0,156 | 0,256 | 0,433            |

<sup>1</sup> Percentual de matéria seca total (MS), percentual, de proteína bruta (PB), percentual de gordura (EE). <sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM);

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadráticos relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

<sup>4</sup>  $\hat{Y} = 37,3956 - 0,06169 X$  ( $R^2 = 0,57$ ), <sup>5</sup>  $\hat{Y} = 25,0148 - 0,06575 X$  ( $R^2 = 0,62$ ).

## Discussão

Pode-se observar o incremento nas relações aminoacídicas promoveu aumento linear sobre CR, mostrando assim que as dietas que continham as relações MET + CISD: LISD mais altas estimularam o CR pelas aves, disponibilizando assim, o aporte nutricional para que as mesmas pudessem expressar seu potencial genético. No entanto, as relações estudadas não foram suficientes para estimar pontos de máximo CR (Tabela 2). Ferreira et al. (2012), estudando o efeito de 6 níveis de metionina + cistina (7,3 a 10,3g/ kg) em dietas para codornas de corte de 1 a 35 dias de idade, observaram que houve efeito quadrático para consumo alimentar, no qual, o nível de 9,4g de met + cis total/ kg, correspondendo a relação metionina + cistina total de 72% (13g de lisina/ kg) promoveu maior CR neste estudo. Por outro lado, este comportamento não foi observado por Parvim et al. (2010) e Corrêa et al. (2006), pois os níveis de met+ cis avaliados não influenciaram no CR.

305 É sabido que a necessidade nutricional de metionina em dietas para aves está  
306 diretamente relacionada com a formação das penas e a qualidade de empenamento. De  
307 acordo com Lesson & Summers (1997), cerca de 2% da metionina e 25% da cistina da  
308 dieta são necessárias para o desenvolvimento das penas. Assim, apesar de não ter  
309 avaliado parâmetros relacionadas com esta característica, neste presente trabalho não foi  
310 observado problemas de empenamento, o que leva a crer que as relações MET + CISD:  
311 LISD sugeridas, mesmo a mais baixa, não interferiram na qualidade de penas das aves.

312 O aumento no CR, de acordo com o incremento das relações MET + CISD:  
313 LISD nas dietas experimentais promoveu efeito sobre o GPM e PF das aves, no qual, a  
314 relação MET + CISD: LISD de 84% nas dietas proporcionou melhores resultados para  
315 ambos os parâmetros, em codornas abatidas com 35 dias de idade (Corrêa et al., 2006;  
316 Ferreira et al., 2012; Serafim et al., 2013). Pode-se inferir que esta relação estimada  
317 garantiu balanço aminoacídico satisfatório, promovendo maior disponibilidade dos  
318 aminoácidos presentes na dieta, e não limitando assim as características de alta taxa de  
319 crescimento e deposição de tecido muscular em codornas especializadas para produção  
320 de carne. Isto pode ser explicado, pois como as aves não apresentaram problemas de  
321 empenamento e nem no CR, havia possivelmente concentração plasmática de metionina  
322 suficiente para favorecer a síntese de proteínas relacionadas com deposição muscular.  
323 De acordo com Lima (2012), este aminoácido tem papel relevante na tradução do RNA  
324 mensageiro, sendo o primeiro aminoácido incorporado na posição N-terminal de todas  
325 as proteínas, mostrando assim, que a demanda de metionina para manutenção e síntese de  
326 proteínas das penas é tão importante quanto à necessidade deste aminoácido para a  
327 síntese de proteína corporal.

328 Apesar do CA não sofrer efeito das relações MET + CISD: LISD estudadas  
329 (Corrêa et al., 2006; Parvim et al., 2010; Serafim et al., 2013), Scherer (2009), Corrêa et

al. (2010) e Ferreira et al. (2012), observaram efeito quadrático dos níveis de metionina + cistina sobre CA, obtendo as relações metionina + cistina: lisina de 55, 79 e 72%, respectivamente. No entanto, somente Scherer (2009) trabalhou com aminoácidos na base digestível.

Apesar de não se observar efeito significativo das relações MET + CISP: LISP sobre a VIAB pode-se verificar que a viabilidade média do plantel observada durante o período experimental foi de 97,22%, sendo considerado um excelente índice para esta fase de criação, sugerindo assim que mesmo as relações extremas MET + CISP: LISP estudadas, não induziram a aumento na mortalidade no plantel. Parvim et al. (2010), trabalhando com a variação dos níveis de met + cis em dietas para codornas japonesas para corte de 1 a 35 dias de idade, observaram viabilidade de 93,75%, no qual, de acordo com os autores, após autopsia nas aves, a causa das mortes não teria ligação com os tratamentos utilizados neste trabalho. Lima (2012) observou efeito linear crescente da viabilidade do plantel com o aumento das relações MET + CISP: LISP nas dietas de codornas japonesas em crescimento (1 a 40 dias de idade), sendo que a viabilidade média observada foi de 96,6%.

Da mesma maneira que ocorreu para GPM e PF, as características de carcaça, PJ e PC foram influenciadas de forma quadrática pela relação dietética MET + CISP: LISP de 84%. Pode-se inferir que esta relação obtida proporcionou melhor balanço entre os aminoácidos presentes na dieta, maximizando a deposição proteica, favorecendo assim resultados satisfatórios para

Parvim et al. (2010), estudando o efeito de 5 níveis de metionina (3,5 a 6g/ kg) nas dietas de codornas Japonesas para carne, de 0 a 35 dias de idade, não observaram influencia dos níveis de metionina + cistina estudados sobre o PC. Da mesma maneira, Scherer (2009), buscando estimar a exigência de metionina + cistina digestíveis em

dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade, não encontraram diferença significativa em seus resultados sobre PC.

Ao analisar os resultados obtidos no presente estudo, observou-se que as aves alimentadas com as dietas contendo as relações aminoacídicas mais baixas apresentaram, em valores absolutos, piores respostas para os parâmetros de desempenho, e também, para PJ, PC e PP (Tabelas 2 e 3), mostrando assim que, nessas condições, o baixo teor de metionina disponível nas dietas, causou possivelmente um desbalanço aminoacídico, no qual, a metionina se tornou limitante na dieta, incapacitando a ave de expressar todo seu potencial genético.

Seguindo esta linha de raciocínio, Brugalli (2003) sugeriu que a resposta animal a um nutriente limitante, geralmente segue a lei dos mínimos retornos. Isto significa que a melhora no desempenho animal seria de forma não linear, pois mesmo ao aumentar a suplementação dietética do nutriente, após atingir o potencial de máximo crescimento do animal, estes incrementos não promoveriam qualquer resposta adicional no desempenho do mesmo (Sakomura & Rostagno, 2007). Assim, conforme observado neste estudo, ao atingir o ponto de máximo produtivo, utilizando a relação MET + CISD: LISD de 84% nas dietas houve redução tanto no GPM como no PF das aves (Tabela 2).

Para PP o incremento das relações MET + CISD: LISD nas dietas levou a aumento linear nos valores desta variável (Lorençon, 2008), mostrando assim, que as relações aminoacídicas estudadas não foram suficientes para proporcionar maiores PP. Contrariando estes resultados, Scherer (2009) e Pravim et al. (2010) não observaram efeitos dos níveis de metionina + cistina sobre esta variável. Da mesma maneira que os autores supracitados, Goulart et al. (2011), avaliando o efeito dos níveis de metionina +

cistina digestíveis sobre características de carcaça em frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade, também não encontraram efeito dos ditos níveis estudados sobre PP.

Pode-se observar que tanto RC como RP, não apresentaram diferenças significativas (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Scherer (2009) e Goulart et al. (2011). Como possível explicação, nota-se que ao comparar os resultados obtidos de PC e de PP, os mesmos seguiram comportamentos semelhantes, no qual, ao variar as relações MCD: LD entre os tratamentos, o aumento que provocou no PC e no PP foi muito sensível para que houvesse diferenças nos rendimentos de carcaça e de peito, mantendo-os assim, muito próximos da média, não causando diferenças significativas no RC e RP (Tabela 3).

Lesson (1995) afirma que existe uma relação positiva entre o conteúdo de água e o conteúdo de proteína na carcaça. No entanto, neste estudo, não foi observado comportamento semelhante, pois tanto o MS como o PB, tiveram seus valores reduzidos linearmente, ao aumentar as relações metionina + cistina nas dietas experimentais.

Da mesma forma, apesar de não apresentar diferenças significativas, ao se avaliar em valores absolutos, conforme aumentou as relações MET + CIST: LID nas dietas experimentais verifica-se redução nos valores de EE (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Rodrigueiro et al. (2000) e Amarante Júnior et al. (2005) trabalhando com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Por outro lado, Lorençon (2008) verificou efeito quadrático dos níveis de metionina + cistina digestíveis nas dietas sobre os teores de matéria seca e gordura das carcaças de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

## Conclusão

A relação metionina + cistina digestível: lisina digestível de 84% mostrou-se a que melhor atende as necessidades nutricionais com relação a desempenho, características e composição de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

## Agradecimentos

Ao DZO/UFV, CNPq, FAPEMIG e Ajinomoto do Brasil S/A

## Referências bibliográficas

AMARANTE JR., V.S.; COSTA, F.G.P.; BARROS, L.R.; NASCIMENTO, G.A.J.; BRANDÃO, P.A.; SILVA, J.S.C.V.; PEREIRA, W.E.; NUNES, R.V.; COSTA, J.S. Níveis de metionina + cistina para frangos de corte nos períodos de 22 a 42 e de 43 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.4, p.1195-1205, 2005.

BRASIL. LEI 11.794 DE 08 DE OUTUBRO DE 2008. **Regulamento o inciso VII do §1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais**. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 9p. 2008.

BRUGALLI, I. Eficácia relativa das fontes de metionina. **Revista Ave World**, n.4, p.58-61, 2003.

BUNCHASAK, C. Role of dietary methionine in poultry production. **Japan Poultry Science**, v.46, p.169-179, 2009.

429 CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de metionina +  
 430 cistina total para codornas de corte em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina**  
 431 **Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.3, p.414-420, 2006.

432

433 CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A.; CORRÊA, A.B. et al. Níveis de metionina + cistina  
 434 para características de desempenho e de carcaça em codornas de corte EV2. **Arquivo**  
 435 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.940-947, 2010.

436

437 FERREIRA, F.; CORRÊA, G.S.S.; CORRÊA, A.B. et al. Exigência de metionina +  
 438 cistina para codornas de corte durante a fase de crescimento. **Arquivo Brasileiro de**  
 439 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 1, Feb. 2012 .

440

441 GOULART, C.C.; COSTA, F.G.P; SILVA, J.H.V. et al. Requirements of digestible  
 442 methionine + cystine for broiler chickens at 1 to 42 days of age. **Revista Brasileira**  
 443 **Zootecnia**, v.40, n.4, p.797-803, 2011.

444

445 LIMA, H.J.D. **Relações metionina + cistina, treonina e triptofano com a lisina e**  
 446 **níveis de lisina digestível em rações para codornas Japonesas na fase de**  
 447 **crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa 2012. 80p. Tese de  
 448 Doutorado em Nutrição e Produção de Monogástricos - Universidade Federal de  
 449 Viçosa, 2012.

450

451 LORENÇON, L. **Níveis de metionina + cistina digestíveis e de proteína bruta para**  
 452 **codornas de corte**. Maringá, PR. Universidade Estadual de Maringá, 2008, 48p.  
 453 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2008.

454

455 MUNIZ, J.C.L. **Energia metabolizável para codornas de corte.** Viçosa, MG:  
456 Universidade Federal de Viçosa 2013. 57p. Tese de Mestrado em Nutrição e Produção  
457 de Monogástricos - Universidade Federal de Viçosa, 2013.

458

459 PARVIM, R.; MANDAL, A.B. SINGH, S.M. et al. Effect of dietary level of methionine  
460 on growth performance and immune response in Japanese quails (*Coturnix coturnix*  
461 *japonica*). **Journal Science Food Agriculture**, vol. 90: 471–481, 2010.

462

463 RODRIGUEIRO, R.J.B.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES P.C.; POZZA  
464 P.C.; NEME R. Exigência de metionina + cistina para frangos de corte na fase de  
465 crescimento e acabamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p. 507–  
466 517, 2000.

467

468 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para**  
469 **Aves e Suínos:** Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3.ed. VIÇOSA:  
470 UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

471

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

474

475 SAS Institute Incorporation 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. **SAS Institute**  
476 **Incorporation**, Cary, NC.

477



478 SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e**  
 479 **metionina + cistina digestíveis para codornas de corte em fase de crescimento.**  
 480 2009. 138p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá,  
 481 Maringá, 2009.

482

483 SERAFIM, A.R.S.; FERREIRA, F.; GODINHO, R.M. et al. Desempenho de codornas  
 484 de corte EV2 na fase final de criação (22° ao 35° dia de vida) alimentadas com dietas  
 485 contendo diferentes níveis de metionina + cistina digestíveis. V SIMPÓSIO  
 486 INTERNACIONAL – IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA.  
 487 **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras/ NECTA, [2013]. Disponível em:  
 488 <http://www.nucleoestudo.ufla.br/necta/anais/arquivos/80.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro  
 489 de 2015.

490

491 SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A.C.D. **Análises de alimentos: métodos químicos e**  
 492 **biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

493

494 SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas Japonesas e europeias:**  
 495 **Tópicos especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais.** Editora  
 496 Funep, Jaboticabal. 2009, 107p.

497

498 TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e  
 499 energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de**  
 500 **Zootecnia.** Viçosa, v. 40, n. 3, p.593-601, 2011.

501

502 UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Protocolo de bem-estar para frangos e**  
503 **perus.** UBA, São Paulo, 23p. 2008. Disponível em: <http://www.uba.org.br>. Acesso em:  
504 07 de outubro de 2014.  
505  
506  
507

**Relações treonina digestível: lisina digestível em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

**Cleverson Luís Nascimento Ribeiro<sup>1</sup>, Sergio Luiz de Toledo Barreto<sup>1</sup>, Juarez Lopes Donzele<sup>1</sup>, Warley Junior Alves<sup>1</sup>, Matheus Faria Souza<sup>1</sup>, Livia Maria<sup>1</sup>, Tamara, Beatriz Nicolau<sup>1</sup>**

**Resumo:** Objetivou-se com este estudo estimar a relação treonina digestível: lisina digestível (TRED: LISD) em dietas para codornas de corte, na fase de 15 a 35 dias de idade. Foram utilizadas 480 codornas (subespécie Europeia), de ambos os sexos, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, para avaliar 5 relações TRED: LISD (68; 72; 76; 80 e 84 %), 8 repetições e 12 aves por unidade experimental. Avaliaram-se os parâmetros de desempenho: consumo diário de ração (CR); ganho de peso médio (GPM); peso final das aves (PF) e índice de conversão alimentar (CA); características de carcaça: pesos de jejum (PJ), de carcaça (PC) e de peito (PP); rendimentos de carcaça (RC) e de peito (RP); composição química de carcaça: porcentagens de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e gordura (EE). Não se observou efeito significativo para CR. Para GPM, PF e CA, observou-se resposta quadrática (74%; 74% e 75% de TRED: LISD, respectivamente). Nas características de carcaça (PJ, PC, PP e RC) não foram observados efeitos significativos. No entanto, RP apresentou resposta quadrática (76% de TRED: LISD). Para composição química de carcaça, MS, PB e EE não foram influenciadas pelas relações aminoacídicas deste estudo. Conclui-se que a relação TRED: LISD de 75% maximiza o desempenho em codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

**Palavras-chave:** aminoácidos digestíveis, composição química, conversão alimentar, Coturnix coturnix coturnix, rendimento

**Abstract:** The objective of this study was to estimate the digestible threonine: digestible lysine (DTHR: DLYS) ratio in diets for meat-type quails, in period from 15-35 days old. It was used 480 quails (European subspecies), of both sexes, distributed in a completely randomized design to evaluate 5 DTHR: DLYS (68; 72; 76; 80 and 84%), 8 replicates of 12 birds each pen. The performance parameters were evaluated: daily feed intake (FI); average weight gain (AWG); final weight (FW), feed conversion ratio (FCR), and bird viability (VIAB); Carcass traits: live body weight (BW), carcass (CW) and breast (BTW); carcass yield (CY) and breast yield (BTY); chemical composition of carcass: percentage of total dry matter (DM), crude protein (CP) and fat (EE). There was no significant effect of FI. The AWG, FW and FCR, was observed quadratic effect (74%, 74% and 75% DTHR: DLYS ratio, respectively). Carcass characteristics, BW, CW, BTW and CY did not show significant effects. However, BTY showed quadratic effect (76% of DTHR: DLYS). For chemical composition of carcass, the DM, CP and EE were not influenced by amino acid ratios in this study. It is concluded that the digestible DTHR: DLYS of 75% maximizes performance meat-type quails 15- 35 days old.

**Keywords:** digestible amino acids, chemical composition, feed conversion ratio, *Coturnix coturnix coturnix*, yield.

## **Introdução**

A treonina é o terceiro aminoácido limitante para aves alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja. Sendo a metionina e a lisina, o primeiro e segundo aminoácidos limitantes, respectivamente (Fernandez et al., 1994; Rocha et al., 2013)

É considerada um dos aminoácidos essenciais para as aves, sendo encontrada em altas concentrações no coração, nos músculos, no esqueleto e sistema nervoso central. É exigido para formação da proteína e manutenção do turn-over proteico corporal e faz parte da composição da mucina, além de auxiliar na formação do colágeno e elastina e atuar na produção de anticorpos (Wang et al., 2007; Sá, et al., 2007). É importante também no bom funcionamento intestinal. Ela está fortemente associada com o conteúdo de mucinas, pois representa mais de 40% dos resíduos de aminoácidos nas mucinas (Bengmark & Jeppsson, 1995).

Silva & Costa (2009) recomendam a relação TRED: LISD de 76% em dietas para codornas pesadas em crescimento. Rostagno et al. (2011) recomendam a relação TRED: LD de 71% , no entanto, para dietas de codornas Japonesas na fase de crescimento.

Baylan et al. (2006), estudando o efeito dietético da suplementação de 6 níveis de treonina (8,1 a 10,6g/ kg) em dietas para codornas Japonesas de corte, observaram que não houve efeito significativo dos níveis de treonina na dieta sob as variáveis estudadas, sugerindo o nível de 8,1g de treonina/ kg de dieta, correspondendo à relação treonina: lisina de 74% (11g de lisina/ kg), seria suficiente para atender as necessidades de codornas Japonesas para produção de carne, na fase de 1 a 35 dias de idade.

Ton et al. (2013), estimaram a exigência de treonina digestível em rações de codornas de corte, na fase de 15 a 35 dias de idade, no qual, os autores sugeriram novos estudos que avaliem níveis de treonina digestível inferiores a 9,3g/ kg na dieta, o que corresponderia à relações TRED: LISD inferiores a 54 % (17,3g de lisina/ kg).

Lima (2012), estudando o efeito da utilização de 5 relações TRED: LISD (63 a 83%) em dietas para codornas Japonesas de 1 a 40 dias de idade, observou que não houve diferenças significativas na avaliação das variáveis de desempenho, no qual,

inferiu que a menor relação proposta, 63% (10,5g de lisina/ kg) atende satisfatoriamente as necessidades de treonina das aves nesta fase de vida.

Conforme observado, são escassos os trabalhos que buscaram estimar a exigência de treonina digestível em dietas para codornas de corte na fase de crescimento-terminação (15 a 35 dias de idade). Assim, se faz necessário novas pesquisas sobre este aminoácido.

Baseado nesta afirmação se objetivou com este estudo, estimar a melhor relação TRED: LISD em dietas para codornas de corte, sobre variáveis de desempenho, características e composição química de carcaças das aves, na fase de 15 a 35 dias de idade.

## **Material e métodos**

Este experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, sendo conduzido de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008), conforme certificado aprovado emitido pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP/ UFV), sob processo número 32/2012.

Foram utilizadas 480 codornas de corte, da subespécie Europeia (*Coturnix coturnix*), de ambos os sexos, com 15 dias de idade, por um período de 21 dias.

As aves foram adquiridas de um incubatório comercial com 1 dia de idade e foram criadas até o 12º dia de vida, em círculos de proteção, equipados com campânulas de aquecimento, bebedouros infantis e comedouros tipo bandeja, corretamente dimensionados para a quantidade de animais utilizados neste experimento. Após esta idade, as codornas foram transferidas para gaiolas de recria, por período de adaptação às

instalações. As gaiolas de recria foram construídas em material metálico vazado e com muretas de 5 cm, apresentando as dimensões de 50 cm x 50 cm (largura x comprimento), dispostas sobre bancadas de alvenaria com 120 cm de altura, equipadas com bebedouro tipo nipple com copinho e comedouro do tipo calha, posicionados na parte frontal das gaiolas e piso em alvenaria forrado de maravalha com 4 cm de espessura.

Até os 14 dias de vida, as codornas foram alimentadas com uma dieta baseada no conceito de proteína ideal, formulada para atender o nível de proteína bruta (PB) de 250 g/ kg e de energia metabolizável (EM) de 2.820 kcal/ kg, seguindo as demais recomendações nutricionais de acordo com Silva & Costa. (2009), menos para o nível de energia metabolizável, o qual foi proposto por Muniz (2013). O nível de lisina digestível e as relações aminoacídicas de metionina + cistina digestíveis, treonina digestível e triptofano digestível, cujas mesmas foram obtidas em experimentos desenvolvidos no DZO/ UFV, para fase de cria.

Utilizou-se programa de iluminação de 24 horas de luz (artificial) até o 14º dia de vida das aves (fase de cria), e posteriormente, do 15º até o 35º dia de idade (idade de abate) foram fornecidas 23 horas de luz (natural +artificial) por intermédio de uso de um timer, visando favorecer o consumo de ração. Na iluminação artificial se utilizaram lâmpadas incandescentes de 60 Watts, sendo utilizada uma lâmpada para cada quatro gaiolas.

A mensuração da temperatura ambiental foi realizada com o auxílio de um conjunto de termômetros instalados à altura das gaiolas, localizado em um ponto central da instalação; ou, ainda, com base no comportamento das codornas dentro das gaiolas. Verificou-se a temperatura ambiente da sala por uso de termômetros de máxima e mínima, e a umidade relativa do ar foi verificada por termômetros de bulbo seco e bulbo

úmido. As médias das temperaturas, mínima e máxima, foram de 20,0 ( $\pm$  3,2) °C e 30,0 ( $\pm$  3,2) °C, respectivamente e umidade relativa do ar de 58,6 ( $\pm$  5,9) %.

O experimento foi distribuído em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 5 relações TRED: LISD (68; 72; 76; 80 e 84 %), com 8 repetições e 12 aves por unidade experimental.

As dietas experimentais foram desenvolvidas a partir de uma dieta basal contendo 3.050 kcal de EM/ kg e 170,23 g de PB/ kg, utilizando milho e farelo de soja, suplementadas com L-treonina, em substituição ao amido de milho, para manter as relações aminoacídicas estudadas, mantendo todas as dietas isonergéticas, isoproteicas e isoaminoacídicas (Tabela 1).

Para definir as relações aminoacídicas que seriam usadas na formulação das dietas experimentais, utilizou-se 8,4g de lisina digestível/ kg de dieta, como nível subótimo, no qual, o mesmo foi obtido baseado no nível mínimo de PB e também, a relação metionina + cistina digestíveis: lisina digestível de 84 %, cujos resultados foram encontrados em experimentos anteriores (Capítulos I e II, respectivamente) e para os demais aminoácidos, adotaram-se as relações aminoacídicas obtidas para codornas japonesas, conforme Rostagno et al. (2011), acrescidas de 3% em seus valores, com o intuito de garantir que fossem atendidas as exigências dos aminoácidos e assim não os tornando limitantes, o que poderia interferir na acurácia dos resultados experimentais (Tabela 1).



152 Tabela 1. Composição das dietas experimentais na matéria natural (MN).

| Ingredientes (g/ kg de dieta)         | Treonina digestível: lisina digestíveis (%) |        |        |        |        |
|---------------------------------------|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | 68                                          | 72     | 76     | 80     | 84     |
| Milho moído                           | 725,25                                      | 725,25 | 725,25 | 725,25 | 725,25 |
| Farelo de soja (45%)                  | 239,03                                      | 239,03 | 239,03 | 239,03 | 239,03 |
| Amido de milho                        | 3,00                                        | 2,62   | 2,26   | 1,88   | 1,51   |
| L-treonina (99%)                      | 0,00                                        | 0,38   | 0,74   | 1,12   | 1,49   |
| L-lisina HCL (79%)                    | 0,98                                        | 0,98   | 0,98   | 0,98   | 0,98   |
| DL-metionina (99%)                    | 2,54                                        | 2,54   | 2,54   | 2,54   | 2,54   |
| L- triptofano (99%)                   | 0,06                                        | 0,06   | 0,06   | 0,06   | 0,06   |
| L-valina (99%)                        | 0,25                                        | 0,25   | 0,25   | 0,25   | 0,25   |
| Óleo de soja                          | 2,35                                        | 2,35   | 2,35   | 2,35   | 2,35   |
| Calcário calcítico                    | 10,93                                       | 10,93  | 10,93  | 10,93  | 10,93  |
| Fosfato bicalcico                     | 8,23                                        | 8,23   | 8,23   | 8,23   | 8,23   |
| Sal comum                             | 3,98                                        | 3,98   | 3,98   | 3,98   | 3,98   |
| Cloreto de colina (60%)               | 1,00                                        | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Suplemento mineral <sup>1</sup>       | 0,70                                        | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   |
| Suplemento vitamínico <sup>2</sup>    | 1,00                                        | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Antioxidante <sup>3</sup>             | 0,10                                        | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Promotor de crescimento <sup>4</sup>  | 0,10                                        | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Anticoccidiano <sup>5</sup>           | 0,50                                        | 0,50   | 0,50   | 0,50   | 0,50   |
| Total                                 | 1000                                        | 1000   | 1000   | 1000   | 1000   |
| Composição calculada (g/ kg de dieta) |                                             |        |        |        |        |
| Energia metabolizável (kcal/kg)       | 3.050                                       | 3.050  | 3.050  | 3.050  | 3.050  |
| Proteína bruta                        | 170,23                                      | 170,23 | 170,23 | 170,23 | 170,23 |
| Lisina digestível                     | 8,40                                        | 8,40   | 8,40   | 8,40   | 8,40   |
| Metionina + cistina digestíveis       | 7,06                                        | 7,06   | 7,06   | 7,06   | 7,06   |
| Treonina digestível                   | 5,71                                        | 6,05   | 6,38   | 6,72   | 7,06   |
| Triptofano digestível                 | 1,85                                        | 1,85   | 1,85   | 1,85   | 1,85   |
| Fósforo disponível                    | 3,00                                        | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00   |
| Cálcio                                | 7,00                                        | 7,00   | 7,00   | 7,00   | 7,00   |
| Sódio                                 | 1,50                                        | 1,50   | 1,50   | 1,50   | 1,50   |

<sup>1</sup>Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g. <sup>2</sup>Composição/kg de produto: Vit. A:12.000.000 U.I., Vit D3:3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B1:2.500 mg, Vit B2: 8.000 mg, Vit B6:5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K:3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B12: 20.000 mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.<sup>3</sup>Butil-hidróxi-tolueno, BHT (99%). <sup>4</sup>Avilamicina. <sup>5</sup>Coxistac 12%.

Como não há trabalhos suficientes com codornas, a composição, os valores nutricionais e os valores de digestibilidade dos ingredientes foram baseados em estudos com frangos de corte, conforme preconizados por Rostagno et al. (2011).

Foram estudadas variáveis referentes às características de desempenho, de carcaça e composição química de carcaça das aves.

Ao final do período experimental, as aves e as sobras de ração foram pesadas para avaliação das variáveis de desempenho: consumo diário de ração (CR, g/ ave/ dia); ganho de peso diário (GPD, g/ ave/ dia); peso final das aves (PF, g/ ave), índice de conversão alimentar (CA, g/ g) e viabilidade do plantel (VIAB, %). As variáveis estudadas para as características de carcaça foram: peso de jejum (PJ, g/ ave); peso de carcaça (PC, g/ ave); peso de peito (PP, g/ ave); rendimento de carcaça (RC, %) e rendimento de peito (RP, %). Com relação às variáveis de composição química de carcaça das aves foram avaliadas: percentual de matéria seca total (MS, %); percentual de proteína bruta (PB, %) e percentual de gordura (EE, %).

Para a estimativa do rendimento de carcaça, aos 35 dias de idade, foram utilizadas quatro codornas por unidade experimental (2 machos e 2 fêmeas), selecionadas pelo peso médio ( $\pm 10\%$ ) de cada unidade experimental, totalizando 20 codornas por tratamento, as quais foram submetidas a seis horas de jejum, e encaminhadas para o abatedouro experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo posteriormente insensibilizadas pela técnica de eletronarcose (UBA, 2008).

O abate foi realizado utilizando a técnica de decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de acordo com as normas propostas pelo CEUAP/ UFV. As aves foram sangradas por 2 minutos em cone adaptado ao abate de codornas e escaldadas por 20 a 40 segundos a uma temperatura de 53 a 55 °C. A depenagem foi realizada manualmente e as aves foram evisceradas por meio de corte abdominal, realizado com tesoura. As carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça, e em seguida, foram separados os peitos, com pele, e pesados para obtenção do peso de peito (Ton et al., 2011).

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, com pele, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso de jejum, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento de peito, foi considerado peito inteiro, com pele, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada (Ton et al., 2011).

Na avaliação da composição química da carcaça, foram utilizadas 4 carcaças por unidade experimental, sendo as mesmas que foram abatidas para estudo das características de carcaça. Estas carcaças foram acondicionadas em sacos plásticos contendo etiquetas de identificação, sendo mantidas conservadas em freezer, e posteriormente, foram moídas, em moinho de carne, para obtenção de uma amostra representativa.

Em razão da alta concentração de água e gordura na carcaça das aves, as amostras foram submetidas inicialmente à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 65°C, por 96 horas, seguida de pré-desengorduramento pelo método a quente, por 6 horas, em extrator tipo Soxhlet. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram, então, moídas e acondicionadas em potes de plástico que foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal para estimativas dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e gordura (EE) das carcaças, conforme metodologia descrita por Silva & Queiróz (2004).

As análises estatísticas experimentais foram realizadas utilizando o procedimento REG do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2004). No qual, a relação TRED: LISD melhor ajustada foi obtida por análise de variância (ANOVA) e pelo uso do modelo de regressão polinomial, ao nível de 5 % de probabilidade.

As estimativas das relações TRED: LISD na dieta foram obtidas por meio do modelo:

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

Em que:

$Y_{ik}$  = valor observado relativo às codornas, alimentadas com dieta contendo nível de proteína bruta  $i$  na repetição  $k$ ;

$\mu$  = média geral do experimento;

$T_i$  = efeito da relação TRED: LISD na dieta  $i$ , para  $i = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ;

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

## Resultados

Não se observou efeito ( $p > 0,05$ ) das relações TRED: LISD nas dietas sobre CR, no qual, o consumo de ração médio durante o período experimental foi de 24,58g/ ave/ dia. Nos parâmetros, GPM, PF e CA se observou efeito quadrático, no qual, as relações TRED: LISD de 74%; 74% e 75%, respectivamente, foram obtidas baseadas nas equações estimadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Influência das relações TRED: LISD sobre os parâmetros de desempenho para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup>    | Treonina digestível: lisina digestível (%) |        |        |        |        | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|--------------------------|--------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                          | 68                                         | 72     | 76     | 80     | 84     | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| CR (g/ave/dia)           | 24,64                                      | 24,97  | 24,56  | 24,59  | 24,12  | 0,073                | 0,216 | 0,288 | 0,243            |
| GPM (g/ave) <sup>4</sup> | 150,67                                     | 157,13 | 153,34 | 151,93 | 146,88 | 0,128                | 0,041 | 0,247 | 0,130            |
| PF (g/ave) <sup>5</sup>  | 246,10                                     | 252,29 | 248,69 | 247,30 | 242,18 | 0,129                | 0,044 | 0,278 | 0,038            |
| CA (g/g) <sup>6</sup>    | 3,27                                       | 3,18   | 3,21   | 3,24   | 3,29   | 0,433                | 0,050 | 0,333 | 2,596            |
| VIAB (%)                 | 99                                         | 97,9   | 100    | 96,9   | 100    | 0,754                | 0,422 | 0,017 | 1,027            |

<sup>1</sup> Consumo de ração (CR), ganho de peso médio (GPM), peso final (PF), índice de conversão alimentar (CA), viabilidade do plantel (VIAB). <sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM);

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadráticos relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA= falta de ajuste.

<sup>4</sup>  $\hat{Y} = -353,270 + 13,6941 X - 0,09219 X^2$  ( $R^2 = 0,83$ ), <sup>5</sup>  $\hat{Y} = -251,746 + 13,5307 X - 0,09113 X^2$  ( $R^2 = 0,85$ ), <sup>6</sup>  $\hat{Y} = 10,4599 - 0,193505 X + 0,0012887 X^2$  ( $R^2 = 0,83$ ).

Por outro lado, para as variáveis de características de carcaça, PJ, PC, PP e RC não foram observados efeitos ( $p > 0,05$ ) das relações aminoacídicas estudadas. Como exceção, RP apresentou efeito quadrático ( $p < 0,05$ ), sendo que a relação TRED: LISD de 76% foi a melhor ajustada pela equação quadrática estimada (Tabela 3).

Tabela 3 - Influência das relações TRED: LISD sobre as características de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup> | Treonina digestível: lisina digestível (%) |        |        |        |        | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-----------------------|--------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                       | 68                                         | 72     | 76     | 80     | 84     | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| PJ(g/ave)             | 239,06                                     | 245,75 | 240,47 | 241,81 | 238,59 | 0,471                | 0,102 | 0,049 | 4,351            |
| PC (g/ave)            | 174,00                                     | 178,34 | 175,13 | 177,22 | 174,22 | 0,910                | 0,188 | 0,130 | 3,624            |
| PP (g/ave)            | 67,91                                      | 68,22  | 66,84  | 67,75  | 68,19  | 0,975                | 0,424 | 0,293 | 1,768            |
| RC (%)                | 72,77                                      | 72,59  | 72,82  | 73,36  | 73,09  | 0,205                | 0,917 | 0,253 | 0,624            |
| RP (%) <sup>4</sup>   | 39,08                                      | 38,27  | 38,17  | 38,22  | 39,12  | 0,975                | 0,001 | 0,562 | 0,571            |

<sup>1</sup> Peso de jejum (PJ), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP). <sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM);

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadráticos relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

<sup>4</sup>  $\hat{Y} = 130,4510 - 2,4321 X + 0,01601 X^2$  ( $R^2 = 0,97$ ).

Ao avaliar as variáveis de composição química de carcaça MS, PB e EE, verificou-se que essas não foram influenciadas estatisticamente pelas relações aminoacídicas deste estudo ( $p > 0,05$ ). No entanto, os percentuais médios observados foram: 35,41% de MS; 21,42% de PB e 12,49% de EE (Tabela 4).

Tabela 4 - Influência das relações TRED: LISD sobre os parâmetros de composição de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup> | Treonina digestível: lisina digestível (%) |       |       |       |       | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-----------------------|--------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                       | 68                                         | 72    | 76    | 80    | 84    | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| MS (%)                | 35,19                                      | 36,03 | 35,43 | 34,84 | 35,56 | 0,812                | 0,907 | 0,140 | 0,566            |
| PB (%)                | 21,44                                      | 22,00 | 21,41 | 20,99 | 21,28 | 0,318                | 0,820 | 0,163 | 0,413            |
| EE (g/ave)            | 12,27                                      | 13,35 | 12,43 | 11,97 | 12,41 | 0,671                | 0,788 | 0,251 | 0,804            |

<sup>1</sup> Percentual de matéria seca total (MS), percentual de proteína bruta (PB), percentual de gordura (EE). <sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM);

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadráticos relativo aos níveis de proteína bruta na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

## Discussão

Observa-se na literatura científica que os estudos relacionados às exigências de treonina digestível ou, até mesmo, relações TRED: LISD, exclusivamente em dietas para codornas de corte são escassos. Apesar de não ser o ideal, houve a necessidade de extrapolar as informações utilizando resultados obtidos com outras espécies (codornas Japonesas e frangos de corte), no entanto, preocupando-se em comparar sempre com a mesma fase de desenvolvimento fisiológico.

Como se pode observar o CR não foi influenciado pelas relações TRED: LISD nas dietas experimentais (Baylan et al., 2006; Ton et al., 2013), mostrando assim, que os níveis de treonina digestível utilizados para definir a tais relações estudadas não foram capazes de causar excesso ou inibição (toxidez) no CR pelas aves, conforme se variou tais relações estudadas (Tabela 2). Esta resposta vem de acordo com a afirmação de Bertechini (2013), no qual, afirma que o efeito da toxidez no consumo vai depender do aminoácido da dieta. Como a treonina, junto com a lisina, são considerados aminoácidos de baixa toxidez, mesmo em níveis mais altos nas dietas, os efeitos fisiológicos são menores, quando comparados aos aminoácidos mais tóxicos como o caso da metionina e triptofano.

A relação TRED: LISD estimada em 74%, conforme equação obtida resultou nos máximos GPM (155,26g/ ave) e PF (250,50 g/ ave), sendo que, nas relações extremas TRED: LISD estudadas observou menores valores para ambas as variáveis supracitadas. Para CA, a relação TRED: LD estimada em 75%, de acordo com a equação obtida, proporcionou CA satisfatório (3,20). De forma contraditória ao observado, Ton et al. (2013) e Baylan et al. (2006) não encontraram efeito das relações ou níveis de treonina sobre estas variáveis estudadas. No entanto, Ospina-Rojas et al. (2014), avaliando o efeito de 4 relações treonina: lisina (57 a 67,5%) em dietas para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, observou efeito linear crescente com o aumento das relações treonina: lisina nas dietas experimentais sobre tais variáveis. Duarte et al. (2012), estudando a exigência de treonina digestível em dietas para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, não observaram efeito deste níveis sobre o CR e o GPM, por outro lado, o melhor CA foi obtido nas aves alimentadas com a dieta contendo 7,514 g de treonina digestível/ kg, correspondendo a uma relação TRED: LISD de 70%.

Assim, ao analisar os tratamentos definidos no presente estudo, sugere-se que estas relações estimadas proporcionariam dietas com balanço aminoacídico adequado, resultando em melhor desempenho pelas aves, quando comparadas às codornas alimentadas com as dietas formuladas com relações extremas treonina: lisina.

Apesar de não se observar efeito significativo das relações TRED: LISD estudadas sobre a VIAB pode-se verificar que a viabilidade média do plantel observada durante o período experimental foi de 98,75%, sendo considerado um excelente índice para esta fase de criação, sugerindo assim que mesmo as relações extremas TRED: LISD estudadas, não prejudicaram o desempenho das aves. Lima (2012) não observou influência das relações TRED: LISD na viabilidade do plantel de codornas japonesas

em crescimento (1 a 40 dias de idade), no qual, a viabilidade média do plantel durante o período experimental foi de 96,96%.

Tratando-se dos componentes de carcaça, a carne de peito, por apresentar maior proporção que às demais, é a parte mais valorizada nas aves (Silva et al., 2007). Desta maneira, conhecer o nível ótimo de treonina na dieta necessária para maximizar o rendimento de carne de peito torna-se de suma importância, pois o desbalanço destes níveis podem causar uma redução na eficiência de utilização de lisina e metionina, aminoácidos que estão relacionados diretamente com a síntese proteica (Kidd et al., 1999).

Baseado nessa informação, neste trabalho, ao avaliar as características de carcaça, apenas RP foi influenciada pela relação TRED: LISD, em que a relação estimada de 76%, de acordo com a equação quadrática obtida, foi o melhor resultado para esta variável. Com isso, infere-se que esta relação sugerida, favoreceu ao balanço aminoacídico satisfatório, em que, possivelmente, disponibilizou os aminoácidos em quantidades equilibradas para a deposição proteica, proporcionando assim rendimento de peito desejável em carcaças de codornas de corte. No entanto, Ton et al. (2013) e Baylan et al. (2006) não observaram diferenças significativas para todas variáveis de carcaça de codornas para carne, assim como Ospina-Rojas et al. (2014) e Duarte et al. (2012) trabalhando com frangos de corte de 22 a 42 dias de idade.

A respeito da composição química das carcaças não se observou efeito das relações TRED: LISD sobre tais variáveis (Ton et al., 2013). Desse modo, pode-se elucidar este resultado baseado nas considerações feitas por Samadi & Liebert (2006), no qual, os autores citam que dentre as possíveis influências sobre a necessidade nutricional de treonina nas aves, o genótipo, o sexo, a idade e a eficiência de utilização da treonina dietética poderiam interferir nas recomendações deste aminoácido, no



entanto, quando a variável utilizada para tal recomendação for à deposição proteica, não foi observado que esta variável seja capaz de modificar a necessidade dietética desse aminoácido.

De acordo com Fisher (1994), os efeitos do incremento progressivo dos aminoácidos dietéticos nas aves seguem uma hierarquia, a saber: exigência para máximo crescimento, exigência para melhor conversão alimentar, exigência para melhor carcaça com menos gordura, exigência para ótima composição de carcaça e exigência para maior peito.

Pode-se afirmar que, os resultados obtidos neste estudo são coerentes para definir uma relação TRED: LISD adequada para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade. No entanto, conforme mencionado anteriormente, existe a necessidade de novas pesquisas sobre este tema para definir com maior acurácia a relação TRED: LISD para codornas de corte, nesta fase de desenvolvimento.

## **Conclusão**

A relação treonina digestível: lisina digestível de 75% maximiza o desempenho em codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

## **Agradecimentos**

Ao DZO/UFV, CNPq, FAPEMIG e Ajinomoto do Brasil S/A

## **Referências bibliográficas**

BAYLAN, M.; CANOGULLARI, S.; AYASAN, T. et al. Dietary Threonine Supplementation for Improving Growth Performance and Edible Carcass Parts in

366 Japanese Quails, *Coturnix coturnix Japonica*. **International Journal of Poultry**  
367 **Science**, v.5 (7): 635-638, 2006.

368

369 BENGMARK, S.; JEPSSON, B. Gastrointestinal surface protection and mucosa  
370 reconditioning. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v.19, p. 410-415, 1995.

371

372 BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas da coturnicultura industrial. V  
373 SIMPÓSIO INTERNACIONAL E IV CONGRESSO BRASILEIRO DE  
374 COTURNICULTURA/ NECTA- NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIA E  
375 TECNOLOGIA AVÍCOLA. **Anais ...** São Carlos, p. 15-19, 2013.

376

377 BRASIL. LEI 11.794 DE 08 DE OUTUBRO DE 2008. **Regulamento o inciso VII do**  
378 **§1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso**  
379 **científico de animais**. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos  
380 Jurídicos. 9p. 2008.

381

382 DUARTE, K.F; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S. et al. Exigências em treonina para  
383 frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1,  
384 p.72-79, 2012.

385

386 FERNANDEZ, R.S.; AOYAGI, S.; HAN, Y. et al. Limiting order of amino acid in corn  
387 and soybean cereal for growth of the chick. **Poultry Science**, v.73, p.1887-1896, 1994.

388

389 FISHER, C. Use of amino acids to improve carcass quality of broilers. **Feed Mix**, v.2,  
390 p.17-20, 1994.

391

392 KIDD, M.T.; LERNER, S.P.; ALLARD, J.P. et al. Threonine needs of finishing  
393 broilers: growth, carcass and economic reponses. **Journal Applied Poultry Research**,  
394 8:160-169, 1999.

395

396 LIMA, H.J.D. **Relações metionina + cistina, treonina e triptofano com a lisina e**  
397 **níveis de lisina digestível em rações para codornas japonesas na fase de**  
398 **crecimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa 2012. 80p. Tese de  
399 Doutorado em Nutrição e Produção de Monogástricos - Universidade Federal de  
400 Viçosa, 2012.

401

402 MUNIZ, J.C.L. **Energia metabolizável para codornas de corte**. Viçosa, MG:  
403 Universidade Federal de Viçosa 2013. 57p. Tese de Mestrado em Nutrição e Produção  
404 de Monogástricos - Universidade Federal de Viçosa, 2013.

405

406 OSPINA-ROJAS, I.C.; MURAKAMI, A.E.; EYNG, C. et al. Threonine-lysine ratio on  
407 the requirements of digestible lysine in diets for broilers. **Acta Scientiarum. Animal**  
408 **Sciences**, v. 36, n. 2, p. 157-162, Apr.-June, 2014.

409

410 ROCHA, T.C.; GOMES, P.C.; DONZELE, J.L. et al. Digestible threonine to lysine  
411 ratio in diets for laying hens aged 24-40 weeks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42,  
412 n.12, p.879-884, 2013.

413

414 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para**

415 **Aves e Suínos:** Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3.ed. VIÇOSA:  
 416 UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

417

418 SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; CECOM, P.R. et al. Exigência nutricional de treonina  
 419 digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. **Revista**  
 420 **Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1848-4853, 2007.

421

422 SAMADI, F.; LIEBERT, F. Modeling of threonine requirements in fast-growing  
 423 chickens, depending on age, sex, protein deposition, and dietary threonine efficiency.  
 424 **Poultry Science**, 85: 1961-1968, 2006.

425

426 SAS Institute Incorporation 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide. **SAS Institute**  
 427 **Incorporation**, Cary, NC.

428

429 SILVA, D. J.; QUEIRÓZ, A. C. D. **Análises de alimentos: métodos químicos e**  
 430 **biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

431

432 SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J. et al. Efeito do plano de nutrição sobre o  
 433 rendimento de carcaça de codornas tipo carne. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.31 nº.2  
 434 Lavras Mar./Apr. 2007.

435

436 SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias:**  
 437 **Tópicos especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais**. Editora  
 438 Funep, Jaboticabal. 2009, 107p.

439

440 TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e  
441 energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de**  
442 **Zootecnia**. Viçosa, v. 40, n. 3, p.593-601, 2011.

443

444 TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigência de treonina digestível  
445 para codornas de corte no período de 15 a 35 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de**  
446 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.505-512, 2013.

447

448 UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Protocolo de bem-estar para frangos e**  
449 **perus**. UBA, São Paulo, 23p. 2008. Disponível em: <http://www.uba.org.br>. Acesso em:  
450 07 de outubro de 2014.

451

452 WANG, X.; QIAO, S.; YIN, Y. et al. Deficiency or excess of dietary threonine reduces  
453 protein synthesis in jejunum and skeletal muscle of young pigs. **The Journal of**  
454 **Nutrition**, v. 137, p.1442–1446, 2007.

455

456

**Relações triptofano digestível: lisina digestível em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

**Cleverson Luís Nascimento Ribeiro<sup>1</sup>, Sergio Luiz de Toledo Barreto<sup>1</sup>, Juarez Lopes Donzele<sup>1</sup>, Valdir Ribeiro Júnior<sup>1</sup>, Arele Arlindo Calderano<sup>2</sup>, Warley Junior Alves<sup>1</sup>, Tatiana Cristina da Rocha<sup>3</sup>**

**Resumo:** Utilizou-se 504 codornas (subespécie Europeia), de ambos os sexos, para estimar a relação triptofano: lisina (TRPD: LISD) em dietas para codornas de corte, na fase de 15 a 35 dias de idade. As aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, para avaliar 6 relações TRPD: LISD (16; 17; 18; 19; 20 e 21 %), 7 repetições e 12 aves por unidade experimental. Foram avaliados os parâmetros de desempenho: consumo diário de ração (CR); ganho de peso médio (GPM); peso final das aves (PF) e índice de conversão alimentar (CA). Características de carcaça: peso de jejum (PJ), de carcaça (PC) e de peito (PP); rendimento de carcaça (RC) e de peito (RP). Composição química de carcaça: porcentagens de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB) e de gordura (EE). Os parâmetros de desempenho, CR, GPM e PF não foram influenciados estatisticamente pelas relações aminoacídicas estudadas. Observou-se que CA foi influenciado estatisticamente de forma quadrática (18 % de TRPD: LISD). Para características de carcaças das aves, não houve resposta das relações TRPD: LISD para PP, RC e RP. Por outro lado, para as variáveis PV e PC houve resposta linear crescente. Para composição química das carcaças MS, PB e EE não houve efeito significativo de acordo com as relações aminoacídicas nas dietas. Conclui-se que a relação TRPD: LISD de 18% atende as necessidades nutricionais em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

**Palavras-chave:** aminoácidos digestíveis, carcaça, *Coturnix coturnix coturnix*, composição química, proteína ideal, relação aminoacídica.

**Abstract:** It was used 504 quails (European subspecies), of both sexes, to estimate the digestible tryptophan: lysine (DTRP: DLYS) ratio in diets for meat quails in the period from 15-35 days old. The birds were distributed in a completely randomized design to evaluate 6 DTRP: DLYS ratios (16; 17; 18; 19; 20 and 21%), 7 replicates of 12 birds each pen. The parameters were used: performance traits: daily feed intake (FI); average weight gain (AWG); body final weight (FW), feed conversion ratio (FCR), and bird viability (VIAB). Carcass traits: body weight (BW), carcass weight (CW) and breast weight (BTW); carcass yield (CY) and breast yield (BTY). 3) Carcass chemical composition: percentage of dry matter (DM), crude protein (CP) and fat (EE). The performance parameters, FI, AWG and FW were not statistically influenced by aminoacidic ratios studied. The FCR was statistically quadratic affected (18% digestible DTRP: DLYS ratio). For bird carcass traits, there was no effect for BW, CY and BTY. On the other hand, for the variables BW and CW increased linearly significant effect. For the carcass chemical composition, DM, CP and EE no significant effect in accordance with aminoacidic ratios in the diets. It concluded that the digestible DTRP: DLYS ratio of 18% meets the nutritional needs in diets for meat-type quails are 15-35 days old.

**Keywords:** Digestible amino acids, carcass, *Coturnix coturnix coturnix*, chemical composition, ideal protein, aminoacidic ratio.

## **Introdução**

O triptofano pertence à classe dos aminoácidos essenciais, ou seja, aqueles que não são produzidos pelo animal ou são produzidos em velocidade muito lenta, não satisfazendo às suas necessidades (Costa et al., 2012).

A ordem de limitação de triptofano pode variar de acordo com a formulação da dieta, no entanto, na maioria das dietas práticas, encontra-se como o sétimo aminoácido limitante, depois de metionina, lisina, treonina, valina, isoleucina e arginina (Tillman & Dozier III, 2013).

Além de estar relacionado com a formação de proteína corporal, este aminoácido também tem importantes funções no metabolismo das aves como a conversão a niacina (vitamina B<sub>3</sub>), precursora de duas coenzimas que intervêm em quase todas as reações de óxido-redução no organismo, a nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD<sup>+</sup>) e a nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP<sup>+</sup>) (Sainio et al., 1996; Calderano, et al., 2012). Está diretamente relacionado com a síntese do hormônio serotonina no organismo animal, no qual, Shim & Vohra (1984), relata que a via de oxidação do triptofano leva à produção de serotonina no cérebro. Em razão deste fato, alguns trabalhos têm sido realizados visando testar o efeito sedativo do triptofano, via serotonina e sua deficiência tem sido associado a redução no consumo de ração, com consequente queda no ganho de peso (Tackman et al., 1990; Mullen & Martin, 1992; Peganova & Eder, 2003).

De acordo com as tabelas de exigências nutricionais disponíveis na literatura científica, existe uma grande variação nas recomendações sugeridas. Na tabela NRC (1994), recomenda-se o nível de 2,2g de triptofano total/ kg, correspondendo à relação triptofano: lisina total de 17% (13g de lisina/ kg), para dietas de codornas Japonesas em crescimento. Na tabela INRA (1989), recomenda-se o nível de 1,9g de triptofano total/



kg, correspondendo à relação triptofano: lisina total de 15% (12,3g de lisina/ kg), em dietas para codornas Japonesas para corte de 21 dias de idade até idade de sacrifício; nas Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias, Silva & Costa (2009) recomendam a relação triptofano: lisina digestíveis de 18% em dietas para codornas pesadas em crescimento; e nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, Rostagno et al. (2011) recomendam a relação TRPD: LISD de 19% em dietas de codornas Japonesas na fase de crescimento.

Lima (2012) estudou o efeito de 5 relações TRPD: LISD (14 a 22%) na dieta de codornas Japonesas de 1 a 40 dias de idade, no qual, o autor constatou que até os 40 dias de idade as aves aumentaram o peso final e o ganho de peso de forma linear até atingir um platô conforme se aumentava as relações TRPD: LISD nas dietas experimentais, assim, utilizando o modelo estatístico LRP foi estimada a relação TRPD: LISD de 20% para ambas as variáveis.

Trabalhando com codornas de corte, Ton et al. (2012) buscaram estimar a exigência de triptofano digestível em rações para estas aves, no período de 15 a 35 dias de idade. Os autores observaram aumento linear no consumo de triptofano, no rendimento de carcaça, no teor de cinzas e na taxa de deposição de proteína na carcaça em função do aumento dos níveis de triptofano digestível na ração, concluindo a exigência nutricional de 2,2g de triptofano digestível/ kg de dieta para máximo crescimento, correspondendo à relação TRPD: LISD de 12,7% (17,3g de lisina/ kg).

Nota-se que existem poucos estudos que avaliaram a exigência de triptofano ou mesmo a relação triptofano: lisina. Na maioria dos trabalhos encontrados, as recomendações são referentes a codornas japonesas em fase de crescimento e apresentam a necessidade aminoacídica na base de aminoácidos totais. Assim, baseado no exposto buscou-se com este estudo, estimar a relação TRPD: LISD mais ajustada

para maximizar o desempenho de codornas de corte na fase de crescimento-terminação (15 a 35 dias de idade).

## **Material e métodos**

Este experimento foi desenvolvido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa-MG, sendo conduzido de acordo com as normas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008), conforme certificado aprovado emitido pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal de Viçosa (CEUAP/ UFV), sob processo número 32/2012.

Foram utilizadas 504 codornas de corte, da subespécie Europeia (*Coturnix coturnix*), de ambos os sexos, com 15 dias de idade, por um período de 21 dias.

As aves foram adquiridas de um incubatório comercial com 1 dia de idade e criadas até o 12º dia de vida, em círculos de proteção, equipados com campânulas de aquecimento, bebedouros infantis e comedouros tipo bandeja, corretamente dimensionados para a quantidade de animais utilizados neste experimento. Após esta idade, as codornas foram transferidas para gaiolas de recria, por período de adaptação às instalações. As gaiolas de recria foram construídas em material metálico vazado e com muretas de 5 cm, apresentando as dimensões de 50 cm x 50 cm (largura x comprimento), dispostas sobre bancadas de alvenaria com 120 cm de altura, equipadas com bebedouro tipo nipple com copinho e comedouro do tipo calha, posicionados na parte frontal das gaiolas e piso em alvenaria forrado de maravalha com 4 cm de espessura.

Até os 14 dias de vida, as codornas foram alimentadas com uma dieta baseada no conceito de proteína ideal, formulada para atender o nível de proteína bruta (PB) de

250 g/ kg e de energia metabolizável (EM) de 2.820 kcal/ kg, seguindo as demais recomendações nutricionais de acordo com Silva & Costa (2009), menos para o nível de energia metabolizável, o qual foi proposto por Muniz (2013). O nível de lisina digestível e as relações aminoacídicas de metionina + cistina digestíveis, treonina digestível e triptofano digestível, cujas mesmas foram obtidas em experimentos desenvolvidos no DZO/ UFV, para fase de cria.

Utilizou-se programa de iluminação de 24 horas de luz (artificial) até o 14º dia de vida das aves (fase de cria), e posteriormente, do 15º até o 35º dia de idade (idade de abate) foram fornecidas 23 horas de luz (natural + artificial) por intermédio de uso de um timer, visando favorecer o consumo de ração. Na iluminação artificial se utilizaram lâmpadas incandescentes de 60 Watts, sendo utilizada uma lâmpada para cada quatro gaiolas.

A mensuração da temperatura ambiental foi realizada com o auxílio de um conjunto de termômetros instalados à altura das gaiolas, localizado em um ponto central da instalação; ou, ainda, com base no comportamento das codornas dentro das gaiolas. Verificou-se a temperatura ambiente da sala por uso de termômetros de máxima e mínima, e a umidade relativa do ar foi verificada por termômetros de bulbo seco e bulbo úmido. As médias das temperaturas, mínima e máxima, foram de 18,3 ( $\pm$  2,8) °C e 29,0 ( $\pm$  3,2) °C, respectivamente e umidade relativa do ar de 62,6 ( $\pm$  6,7) %.

O experimento foi distribuído em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 6 relações TRPD: LISD (16; 17; 18; 19; 20 e 21%), com 7 repetições e 12 aves por unidade experimental.

As dietas experimentais foram desenvolvidas a partir de uma dieta basal contendo 3.050 kcal de EM/ kg e 159,60 g de PB/ kg, utilizando milho, farelo de soja e farelo de trigo, suplementadas com L-triptofano, em substituição ao amido de milho,

para manter as relações aminoacídicas estudadas, mantendo todas as dietas isonergéticas, isoproteicas e isoaminoacidicas (Tabela 1).

Para definir as relações aminoacídicas que seriam usadas na formulação das dietas experimentais, utilizou-se 8,40 g de lisina digestível/ kg de dieta, como nível subótimo, no qual, o mesmo foi obtido baseado no nível mínimo de PB, a relação metionina + cistina digestíveis: lisina digestível de 84% e a relação treonina digestível: lisina digestível de 75 %, cujos resultados citados foram encontrados em experimentos anteriores (Capítulos I, II e III, respectivamente) e, para os demais aminoácidos, adotaram-se as relações aminoacídicas obtidas para codornas japonesas, conforme Rostagno et al. (2011), acrescidas de 3% em seus valores, com o intuito de garantir que fossem atendidas as necessidades aminoacídicas nas dietas e assim não os tornando limitantes, o que poderia interferir na acurácia dos resultados experimentais (Tabela 1).

Como não há trabalhos suficientes com codornas, a composição, os valores nutricionais e os valores de digestibilidade dos ingredientes foram baseados em estudos com frangos de corte, conforme preconizados por Rostagno et al. (2011).

Foram estudadas variáveis referentes às características de desempenho, de carcaça e composição química de carcaça das aves.

Ao final do período experimental, as aves e as sobras de ração foram pesadas para avaliação das variáveis de desempenho: consumo diário de ração (CR, g/ ave/ dia); ganho de peso diário (GPD, g/ ave/ dia); peso final das aves (PF, g/ ave), índice de conversão alimentar (CA, g/ g) e viabilidade do plantel (VIAB, %). As variáveis estudadas para as características de carcaça foram: peso de jejum (PJ, g/ ave); peso de carcaça (PC, g/ ave); peso de peito (PP, g/ ave); rendimento de carcaça (RC, %) e rendimento de peito (RP, %). Com relação às variáveis de composição química de

carcaça das aves foram avaliadas: percentuais de matéria seca total (MS, %), de proteína bruta (PB, %) e de gordura (EE, %).

Para a estimativa do rendimento de carcaça, aos 35 dias de idade, foram utilizadas 4 codornas por unidade experimental (2 machos e 2 fêmeas), selecionadas pelo peso médio ( $\pm 10\%$ ) de cada unidade experimental, totalizando 20 codornas por tratamento, as quais foram submetidas a seis horas de jejum, e encaminhadas para o abatedouro experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo posteriormente insensibilizadas pela técnica de eletronarcose (UBA, 2008).

O abate foi realizado utilizando a técnica de decapitação entre os ossos occipital e atlas, feito com tesoura, de acordo com as normas propostas pelo CEUAP/ UFV. As aves foram sangradas por 2 minutos em cone adaptado ao abate de codornas e escaldadas por 20 a 40 segundos a uma temperatura de 53 a 55 °C. A depenagem foi realizada manualmente e as aves foram evisceradas por meio de corte abdominal, realizado com tesoura. As carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça, e em seguida, foram separados os peitos, com pele, e pesados para obtenção do peso de peito (Ton et al., 2011).

Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o peso da carcaça eviscerada, com pele, sem os pés, cabeça e gordura abdominal, em relação ao peso de jejum, o qual foi obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento de peito, foi considerado peito inteiro, com pele, sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada (Ton et al., 2011).

201 Tabela 1. Composição das dietas experimentais na matéria natural (MN).

| Ingredientes (g/ kg de dieta)         | Tryptofano digestível: lisina digestível (%) |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                       | 16                                           | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     |
| Milho moído                           | 727,70                                       | 727,70 | 727,70 | 727,70 | 727,70 | 727,70 |
| Farelo de soja (45% PB)               | 124,80                                       | 124,80 | 124,80 | 124,80 | 124,80 | 124,80 |
| Farelo de trigo (16% PB)              | 50,00                                        | 50,00  | 50,00  | 50,00  | 50,00  | 50,00  |
| Glúten milho (60% PB)                 | 47,50                                        | 47,50  | 47,50  | 47,50  | 47,50  | 47,50  |
| Amido de milho                        | 3,00                                         | 2,91   | 2,82   | 2,73   | 2,64   | 2,55   |
| L- triptofano (99%)                   | 0,00                                         | 0,09   | 0,18   | 0,27   | 0,36   | 0,45   |
| L-lisina HCL (79%)                    | 3,95                                         | 3,95   | 3,95   | 3,95   | 3,95   | 3,95   |
| DL-metionina (99%)                    | 2,53                                         | 2,53   | 2,53   | 2,53   | 2,53   | 2,53   |
| L-treonina (99%)                      | 1,73                                         | 1,73   | 1,73   | 1,73   | 1,73   | 1,73   |
| L-valina (99%)                        | 0,98                                         | 0,98   | 0,98   | 0,98   | 0,98   | 0,98   |
| L-arginina (99%)                      | 1,42                                         | 1,42   | 1,42   | 1,42   | 1,42   | 1,42   |
| L-isoleucina (99%)                    | 0,72                                         | 0,72   | 0,72   | 0,72   | 0,72   | 0,72   |
| Óleo de soja                          | 8,50                                         | 8,50   | 8,50   | 8,50   | 8,50   | 8,50   |
| Calcário calcítico                    | 11,24                                        | 11,24  | 11,24  | 11,24  | 11,24  | 11,24  |
| Fosfato bicálcico                     | 8,53                                         | 8,53   | 8,53   | 8,53   | 8,53   | 8,53   |
| Sal comum                             | 4,00                                         | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   |
| Cloreto de colina (60%)               | 1,00                                         | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Suplemento mineral <sup>1</sup>       | 0,70                                         | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   |
| Suplemento vitamínico <sup>2</sup>    | 1,00                                         | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   | 1,00   |
| Antioxidante <sup>3</sup>             | 0,10                                         | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Promotor de crescimento <sup>4</sup>  | 0,10                                         | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   | 0,10   |
| Anticoccidiano <sup>5</sup>           | 0,50                                         | 0,50   | 0,50   | 0,50   | 0,50   | 0,50   |
| Total                                 | 1000                                         | 1000   | 1000   | 1000   | 1000   | 1000   |
| Composição calculada (g/ kg de dieta) |                                              |        |        |        |        |        |
| Energia metabolizável (kcal/ kg)      | 3.050                                        | 3.050  | 3.050  | 3.050  | 3.050  | 3.050  |
| Proteína bruta                        | 159,60                                       | 159,60 | 159,60 | 159,60 | 159,60 | 159,60 |
| Lisina digestível                     | 8,40                                         | 8,40   | 8,40   | 8,40   | 8,40   | 8,40   |
| Metionina + cistina digestíveis       | 7,06                                         | 7,06   | 7,06   | 7,06   | 7,06   | 7,06   |
| Treonina digestível                   | 6,30                                         | 6,30   | 6,30   | 6,30   | 6,30   | 6,30   |
| Tryptofano digestível                 | 1,35                                         | 1,43   | 1,51   | 1,60   | 1,68   | 1,77   |
| Fósforo disponível                    | 3,00                                         | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00   |
| Cálcio                                | 7,00                                         | 7,00   | 7,00   | 7,00   | 7,00   | 7,00   |
| Sódio                                 | 1,50                                         | 1,50   | 1,50   | 1,50   | 1,50   | 1,50   |

<sup>1</sup>Composição/kg de produto: Manganês: 160g, Ferro: 100g, Zinco: 100g, Cobre: 20g, Cobalto: 2g, Iodo: 2g, Excipiente q.s.p.: 1000 g. <sup>2</sup>Composição/kg de produto: Vit. A:12.000.000 U.I., Vit D3:3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B1:2.500 mg, Vit B2: 8.000 mg, Vit B6:5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200 mg, Vit. K:3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B12: 20.000 mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.<sup>3</sup>Butil-hidróxi-tolueno, BHT (99%). <sup>4</sup>Avilamicina. <sup>5</sup>Coxistac 12%.

Na avaliação da composição química da carcaça, foram utilizadas 4 carcaças por unidade experimental, sendo as mesmas que foram abatidas para estudo das características de carcaça. Estas carcaças foram acondicionadas em sacos plásticos

contendo etiquetas de identificação, sendo mantidas conservadas em freezer, e posteriormente, foram moídas, em moinho de carne, para obtenção de uma amostra representativa.

Em razão da alta concentração de água e gordura na carcaça das aves, as amostras foram submetidas inicialmente à pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 65 °C, por 96 horas, seguida de pré-desengorduramento pelo método a quente, por 6 horas, em extrator tipo Soxhlet. As amostras pré-secas e pré-desengorduradas foram, então, moídas e acondicionadas em potes de plástico que foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal para estimativas dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e gordura (EE) das carcaças, conforme metodologia descrita por Silva & Queiróz (2004).

As análises estatísticas experimentais foram realizadas utilizando o procedimento REG do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2004). No qual, a relação TRPD: LISD melhor ajustada foi obtida por análise de variância (ANOVA) e pelo uso do modelo de regressão polinomial, ao nível de 5% de probabilidade.

As estimativas das relações TRPD: LISD na dieta foram obtidas por meio do modelo:

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

Em que:

$Y_{ik}$  = valor observado relativo às codornas, alimentadas com dieta contendo a relação

TRPD: LISD i na repetição k;

$\mu$  = média geral do experimento;

$T_i$  = efeito da relação TRPD: LISD na dieta i, para i = 1, 2, 3, 4, 5 e 6;

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

## Resultados

Os parâmetros de desempenho, CR, GPM e PF não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pelas relações TRPD: LISD nas dietas. Sendo que as médias para CR foi de 23,12 g/ ave/ dia, para GPM foi de 151,64 g/ ave, e para PF foi de 239,93 g/ ave durante o período experimental (Tabela 2).

O índice de conversão alimentar (CA) foi influenciado estatisticamente de forma quadrática ( $p > 0,05$ ) pelas relações TRPD: LISD estudadas. Assim, a relação de 18,2 % foi a melhor ajustada, de acordo com a equação obtida (Tabela 2).

Quanto aos parâmetros referentes às características de carcaças das aves, as relações aminoacídicas estudadas não proporcionaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para PP, RC e RP. As médias durante o experimento para PP foi de 63,16 g/ave; para RC foi de 73,22% e para RP foi de 36,39% (Tabela 3).

Por outro lado, para as variáveis PJ e PC houve efeito significativo linear ( $p > 0,05$ ), sendo que um incremento de 1% nas relações triptofano digestível: lisina digestível nas dietas proporcionaram aumento de 1,54 g/ ave e 1,05 g/ ave, respectivamente, conforme as equações estimadas para cada variável (Tabela 3).

Tabela 2 - Influência das relações TRPD: LISD sobre as variáveis de desempenho para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup> | Relações triptofano digestível: lisina digestível (%) |        |        |        |        |        | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                       | 16                                                    | 17     | 18     | 19     | 20     | 21     | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| CR (g/ave/dia)        | 23,11                                                 | 23,04  | 22,94  | 22,98  | 23,14  | 23,48  | 0,269                | 0,155 | 0,742 | 0,230            |
| GPM (g/ave)           | 150,64                                                | 151,25 | 152,16 | 152,51 | 151,97 | 151,29 | 0,618                | 0,338 | 0,779 | 1,431            |
| PF (g/ave)            | 239,30                                                | 239,69 | 240,70 | 240,73 | 240,25 | 238,91 | 0,986                | 0,291 | 0,721 | 1,525            |
| CA (g/g) <sup>5</sup> | 3,22                                                  | 3,19   | 3,14   | 3,16   | 3,21   | 3,28   | 0,066                | 0,001 | 0,437 | 0,027            |
| VIAB (%)              | 98,8                                                  | 92,9   | 98,8   | 98,8   | 100    | 98,8   | 0,061                | 0,692 | 0,001 | 1,316            |

<sup>1</sup> Consumo de ração (CR), ganho de peso médio (GPM), peso final (PF), índice de conversão alimentar (CA), viabilidade do plantel (VIAB).

<sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM)

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadrático relativo às relações triptofano: lisina digestível na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

<sup>4</sup>  $\hat{Y} = 8,4994 - 0,5891 X + 0,01622 X^2$  ( $R^2 = 0,97$ ).



Tabela 3 - Influência das relações TRPD: LISD sobre as variáveis de características de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup>   | Relações triptofano digestível: lisina digestível (%) |        |        |        |        |        | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                         | 16,0                                                  | 17,0   | 18,0   | 19,0   | 20,0   | 21,0   | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| PJ (g/ave) <sup>4</sup> | 231,14                                                | 231,05 | 238,18 | 237,64 | 240,04 | 236,64 | 0,002                | 0,052 | 0,048 | 2,149            |
| PC (g/ave) <sup>5</sup> | 170,30                                                | 169,36 | 174,43 | 174,93 | 175,61 | 173,79 | 0,011                | 0,156 | 0,082 | 1,777            |
| PP (g/ave)              | 61,50                                                 | 63,83  | 63,07  | 62,71  | 63,71  | 64,14  | 0,071                | 0,741 | 0,062 | 0,822            |
| RC (%)                  | 73,08                                                 | 73,09  | 73,20  | 73,53  | 72,96  | 73,46  | 0,454                | 0,917 | 0,129 | 0,295            |
| RP (%)                  | 36,51                                                 | 36,99  | 36,27  | 35,63  | 36,61  | 36,92  | 0,923                | 0,100 | 0,022 | 0,386            |

<sup>1</sup> Peso de Jejum (PJ), peso de carcaça (PC), peso de peito (PP), rendimento de carcaça (RC) e rendimento de peito (RP). <sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM);

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadrático relativo às relações triptofano: lisina digestível na dieta, respectivamente. FA= falta de ajuste.

<sup>4</sup>  $\hat{Y} = 207,2550 + 1,5419 X$  ( $R^2 = 0,58$ ), <sup>5</sup>  $\hat{Y} = 153,6920 + 1,0474 X$  ( $R^2 = 0,57$ ).

Ao avaliar as variáveis de composição química das carcaças, verifica-se que as mesmas não foram influenciadas ( $p > 0,05$ ) pelas relações aminoacídicas nas dietas, no qual, as médias apresentadas durante o experimento para MS foi de 35,68%; para PB foi de 22,35% e para EE foi de 11,98% (Tabela 4).

Tabela 4 - Influência das relações TRPD: LISD sobre as variáveis de composição de carcaça para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade

| Variável <sup>1</sup> | Relações triptofano digestível: lisina digestível (%) |       |       |       |       |       | Valor p <sup>3</sup> |       |       |                  |
|-----------------------|-------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|------------------|
|                       | 16,0                                                  | 17,0  | 18,0  | 19,0  | 20,0  | 21,0  | L                    | Q     | FA    | EPM <sup>2</sup> |
| MS (%)                | 34,84                                                 | 36,48 | 35,99 | 35,34 | 35,92 | 35,51 | 0,857                | 0,318 | 0,099 | 0,639            |
| PB (%)                | 21,40                                                 | 23,11 | 22,54 | 22,23 | 22,61 | 22,18 | 0,623                | 0,145 | 0,057 | 0,499            |
| EE (%)                | 11,09                                                 | 12,45 | 12,60 | 12,06 | 12,12 | 11,57 | 0,693                | 0,078 | 0,045 | 0,645            |

<sup>1</sup> Percentual de matéria seca total (MS), percentual de proteína bruta (PB), percentual de gordura (EE). <sup>2</sup> Erro Padrão da Média (EPM);

<sup>3</sup> L e Q: Ordem de efeitos linear e quadrático relativo às relações triptofano: lisina digestível na dieta, respectivamente. FA = falta de ajuste.

## Discussão

Crescentes evidências mostram que o triptofano tem efeitos positivos sobre o consumo voluntário de ração em algumas espécies (Peganova & Eder, 2003; Xi et al., 2009, Emadi et al., 2010), característica que faz com que ele seja um dos nutrientes mais importantes nas dietas, especialmente para animais com capacidade limitada de ingestão de alimentos, sendo que uma pequena variação em sua concentração na dieta poderia resultar alteração no CR.

No entanto, no presente estudo, não houve influência das relações TRPD: LISD das dietas, no que diz a respeito ao CR (Tabela 2). Uma possível explicação estaria relacionada com a variação entre as relações estudadas, definidas em apenas 1% (variando de 16 a 21%), no qual, esta diferença foi muito pequena para que se detectasse efeito, sendo que foi observado este efeito tanto no CR como no GPM e PF (Ton et al., 2012). De mesmo modo, Campos et al. (2012), avaliando 3 relações TRPD: LISD (15, 16 e 17%) em dietas para frangos de corte de 7 a 21 dias de idade, também não observaram efeito das dietas sobre o CR e GPM das aves. Por outro lado, Moraes (2011) avaliou o desempenho de frangos de corte machos em função de 5 níveis de triptofano digestível na dieta (1,41 a 2,21 g/ kg) na fase de crescimento (22 a 35 dias de idade) e observou efeito linear decrescente para CR com o aumento dos níveis estudados de triptofano, sem que houvesse efeito para GPM. Emadi et al. (2010) estudando o efeito de 3 níveis de triptofano total (1,8; 2,7 e 3,6g/ kg) em dietas para frangos de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, da mesma maneira que Moraes (2011), também observaram efeito linear decrescente sobre o CR, no entanto para GPM, detectaram efeito linear crescente com o aumento dos níveis de triptofano na dieta.

Apesar do CR e GPM não apresentarem diferenças significativas, o CA foi influenciado de forma quadrática, pela relação estimada TRPD: LISD de 18% na dieta,

no qual, nesta relação obtida, em valores absolutos, pode-se constatar que o baixo CR (22,94g/ ave/ dia) associado ao elevado GPM de 152,16 g/ ave, resultou em melhora no CA (3,14) (Tabela 2).

Morais (2011) e Emadi et al. (2010), ambos trabalhando com frangos de corte machos de 22 a 35 e 21 a 42 dias de idade, respectivamente, observaram que o incremento nos níveis de triptofano digestível estudados promoveram uma melhora linear no CA. Por outro lado, Ton et al. (2012) não encontraram diferenças significativas das relações TRPD: LISD estudadas com relação ao CA. O mesmo ocorreu com Campos et al. (2011) que, trabalhando com frangos de corte, de 7 a 21 dias de idade, não observaram efeito das relações TRPD: LISD na dieta sobre CA. Ao contrário, Castro et al. (2000), estudando o efeito dos níveis de triptofano total nas dietas para frangos de corte machos e fêmeas, de 22 a 42 dias de idade, não observaram efeito dos tratamentos, no que diz respeito ao CA para machos, no entanto, para as fêmeas obtiveram efeito quadrático, no qual, o nível de 0,197%, correspondendo a relação TRPD: LISD de 20% promoveu melhor CA, porém este resultado foi obtido utilizando nível de significância de 10%.

Apesar de não se observar efeito significativo das relações TRPD: LISD estudadas sobre a VIAB, pode-se verificar que a viabilidade média do plantel observada durante o período experimental foi de 98,02%, sendo considerado um excelente índice para esta fase de criação (Ito et al., 2011), sugerindo assim que mesmo as relações extremas TRPD: LISD estudadas, não prejudicaram o desempenho das aves. Este resultado pode ser comparado com os encontrados por Lima (2012) estudando o efeito da relações TRPD: LISD em dietas de codornas Japonesas em crescimento (1 a 40 dias de idade) observou efeito quadrático com a relação estimada de 18%, resultando numa viabilidade do plantel de 96,79%.

Observou-se que houve diferença de aproximadamente 2% entre o PF (239,93 g) e o PJ (235,78g), isto pode ser explicado baseado na metodologia utilizada para obtenção destas variáveis, pois primeiro foram pesadas todas as aves para mensurar o PF e GPM, em seguida, foram selecionadas as aves para mensuração das características de carcaça, assim, estas aves passaram mais tempo em jejum e excretando, o que determinou esta diferença entre os pesos.

Possivelmente, estas diferenças citadas seriam o motivo para que houvesse respostas distintas entre as duas variáveis, sendo que o aumento das relações TRPD: LISD nas dietas promoveram aumento linear tanto no PJ como no PC (Tabela 3). Estes resultados são diferentes dos encontrados por Ton et al. (2012), onde os autores não encontraram diferenças significativas entre os níveis de triptofano digestível nas dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade sobre o PJ. Da mesma maneira, Castro et al. (2000), também não observaram efeito dos níveis de triptofano na dietas para frangos de corte machos de 22 a 42 dias de idade sobre o PJ. Para PC, os autores encontraram efeito linear crescente para machos, no entanto, não observaram efeito nas fêmeas alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de triptofano.

Por outro lado, tanto o PP como RC e RP não foram influenciados pelas relações TRPD: LISD nas dietas estudadas. Assim, a menor relação TRPD: LISD estudada de 16% seria suficiente para promover respostas satisfatórias para as variáveis supracitadas. Resultados semelhantes foram observados por Moraes (2011), no qual, não foi observada diferença significativa para tais variáveis. Ton et al. (2012) ao avaliar tanto PP como RP, também não observaram efeito das relações TRPD: LISD estudadas nas dietas, no entanto, RC foi influenciado de forma linear crescente.

A acelerada taxa de crescimento de codornas demonstra a importância da ingestão de aminoácidos para a deposição de proteína muscular, a síntese de proteínas e

da manutenção do volume de proteínas do corpo, assim, a ingestão de nutrientes abaixo das necessidades podem prejudicar o crescimento das aves (Ton et al., 2012).

Embora as relações TRPD: LISD propostas não influenciaram as variáveis de composição química de carcaça das codornas (Ton et al., 2012), pode-se observar, em valores absolutos, que as aves alimentadas com a dieta formulada utilizando a menor relação TRPD: LISD (16%) apresentaram os piores resultados para as variáveis MS, PB e EE (Tabela 4).

Possivelmente esta resposta está relacionada com o desbalanço aminoacídico na dieta, no qual, infere-se que nesta relação TRPD: LISD citada, os teores de triptofano na dieta foram limitantes, comprometendo diretamente na disponibilidade de aminoácidos relacionados com a síntese proteica.

Morais (2011), trabalhando com frangos de corte de 22 a 35 dias de idade, encontrou respostas distintas, no qual, os níveis de triptofano digestível avaliados proporcionaram efeito quadrático sobre as variáveis de composição química de carcaça das aves, sendo que os níveis de triptofano digestível de 0,184% (17%); 0,182% (17%); 0,165% (15%), respectivamente, resultaram melhores MS, PB e EE.

## **Conclusão**

A relação triptofano digestível: lisina digestível de 18% atende satisfatoriamente as necessidades nutricionais em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

## **Agradecimentos**

Ao DZO/UFV, CNPq, FAPEMIG e Ajinomoto do Brasil S/A

## Referências bibliográficas

- BRASIL. LEI 11.794 DE 08 DE OUTUBRO DE 2008. **Regulamento o inciso VII do §1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais.** Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. 9 p. 2008.
- CALDERANO, A.A.; LELIS, G.R.; MELLO, H.H.C. Triptofano na alimentação de poedeiras. **Revista Eletrônica Nutritime**, vol. 09, n.03, p.1831-1832. 2012.
- CAMPOS, A.M.A.; ROSTAGNO, H.S.; NOGUEIRA, E.T. et al. Atualização da proteína ideal para frangos de corte: arginina, isoleucina, valina e triptofano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 2, p. 326-332, 2012.
- CASTRO, A.J.; GOMES, P.C.; PUPA, J.M.R. et al. exigência de triptofano para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29 (6):1743-1749, 2000.
- COSTA, J.H.S.; SARAIVA, E.P.; COSTA, F.G.P. et al. Diferentes relações triptofano digestível: Lisina digestivo sobre parâmetros fisiológicos e órgãos internos de poedeiras leves. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, vol. 7, n. 4, p.57 – 64, 2012.
- EMADI, M.; JAHANSHIRI, F.; KAVEH, K. et al. Dietary tryptophan effects on growth performance and blood parameters in broilers chicks. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, 9 (4): 700-704, 2010.
- INSTITUTO NACIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. *L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles*. 2ª ed. INRA, París, Cedex, Francia. pp. 137-140, 1989.
- ITO, N.M.K.; MIYAJI, C.I.; OKABAYASHI, S. Doenças de interesse econômico na produção de codornas. In: Curso de Atualização em Postura Comercial, Jaboticabal, **Anais...**, p. 61-82, 2011.
- LIMA, H.J.D. **Relações metionina + cistina, treonina e triptofano com a lisina e níveis de lisina digestível em rações para codornas japonesas na fase de crescimento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa 2012. 80p. Tese de Doutorado em Nutrição e Produção de Monogástricos - Universidade Federal de Viçosa, 2012.

422 **MORAIS, S.A.N. Exigências nutricionais de valina, isoleucina e triptofano**  
 423 **digestível para frangos de corte.** Areia, PB. Universidade Federal da Paraíba,  
 424 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Programa  
 425 de Doutorado Integrado em Zootecnia. 102p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro  
 426 de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

427 **MULLEN, B. J., and R. J. MARTIN.** The effect of dietary fat on diet selection may  
 428 involve central serotonin. **American Journal of Physiology**, 263:R559, 1992.

429 **MUNIZ, J.C.L. Energia metabolizável para codornas de corte.** Viçosa, MG:  
 430 Universidade Federal de Viçosa 2013. 57p. Tese de Mestrado em Nutrição e Produção  
 431 de Monogástricos - Universidade Federal de Viçosa, 2013.

432 **NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of poultry.** 9  
 433 ed., Washington. D.C.: National Academic Press, 1994. p. 44-45.

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

437 **ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L. et al. Tabelas Brasileiras para**  
 438 **Aves e Suínos : Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** 3.ed. VIÇOSA:  
 439 UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

440 **SAINIO, E.L., PULKKI K., YOUNG S.N.** L-Tryptophan: Biochemical, nutritional and  
 441 pharmacological aspects. **Amino Acids** 10 (1):21-47, 1996.

442 **SAS Institute Incorporation 2004. SAS/STAT 9.1 User's Guide.** SAS Institute  
 443 Incorporation, Cary, NC.

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

446 **SILVA, D.J.; QUEIRÓZ, A.C.D. Análises de alimentos: métodos químicos e**  
 447 **biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

448 **SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. Tabelas para codornas japonesas e européias:**  
 449 **Tópicos especiais, composição de alimentos e exigências nutricionais.** Editora  
 450 Funep, Jaboticabal. 2009, 107p.

451 **TACKMAN, J. M., J. K. TEWS, and A. E. HARPER.** Dietary disproportions of amino  
 452 acids in the rat: Effects on food intake, plasma and brain amino acids and brain  
 453 serotonin. **Journal of Nutrition** 120:521–533, 1990.

454

455 TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Exigências de lisina digestível e  
 456 energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de**  
 457 **Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 3, p.593-601, 2011.  
 458 TON, A.P.S.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. et al. Digestible tryptophan  
 459 requirements of meat quails in the growth phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**,  
 460 Viçosa , v. 41, n. 5, p.1193-1201, 2012.  
 461 TILLMAN, P. B. and DOZIER III W. A. 2013. Current Amino Acid Considerations for  
 462 Broilers: Requirements, Ratios, Economics. Proceedings of the 2013 Arkansas Nutrition  
 463 Conference.  
 464 UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Protocolo de bem-estar para frangos e**  
 465 **perus**. UBA, São Paulo, 23p. 2008. Disponível em: <http://www.uba.org.br>. Acesso em:  
 466 07 de outubro de 2014.  
 467 XI, P.B.; LIN, Y.C.; JIANG, Z.Y.; ZHENG, C.T. et al. Effects of dietary tryptophan  
 468 level on growth performance, carcass traits, whole body nutrient retention and  
 469 hypothalamic serotonin concentration in Chinese color feathered chicks aged from 43 to  
 470 63 days. **Chinese Journal of Animal Nutrition**, 21: 137-145, 2009.  
 471



## 7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

De forma geral, os resultados apresentados atenderam satisfatoriamente as hipóteses e objetivos definidos para esse estudo.

Deste modo, as relações aminoacídicas estimadas para metionina + cistina: lisina digestível de 84%; treonina: lisina digestível de 75% e triptofano: lisina digestível de 18%, assim como os níveis dietéticos de proteína bruta de 240,93g/ kg e de lisina digestível de 12,33g/ kg são capazes de suprir as necessidades desses nutrientes em dietas para codornas de corte na fase de crescimento-terminação (15 a 35 dias de idade).

Com relação à metodologia utilizada neste estudo, o desenho experimental e a quantidade de tratamentos utilizados se mostraram adequados. No entanto, para estudos futuros, recomendar-se maior amplitude entre os níveis e/ou relações aminoacídicas estudados, principalmente ao avaliar os aminoácidos triptofano e lisina, pois se pode observar certa dificuldade em detectar resultados em algumas variáveis estudadas.

Outro ponto a se considerar seria a necessidade de avaliação de variáveis fisiológicas e metabólicas em linhas de pesquisa semelhantes à apresentada, pois essas variáveis podem “lapidar” a explicação, ou até mesmo confirmar, possíveis resultados observados com aquelas normalmente utilizadas (desempenho, características e composição química de carcaça).

## **8. ANEXO**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

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

Comitê de Ética para Uso de Animais/DZO

Viçosa, 7 de agosto de 2012

## CERTIFICADO

O Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa certifica que o **processo nº 32/2012**, intitulado **“Relações metionina + cistina, treonina e triptofano com lisina e exigência de lisina digestível em rações para codornas de corte na fase de crescimento-terminação (15 a 35 dias de idade)”**, coordenado pelo Prof(a). **Sérgio Luiz de Toledo Barreto**, está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e com a legislação vigente, tendo sido aprovado por este Comitê em **07/Ago/2012**.

## CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use of Animal Science Department/Universidade Federal de Viçosa certify that the **process number 32/2012**, named **“Relationships methionine + cystine, threonine and tryptophan with digestible lysine and requirement of digestible lysine in diets for meat quails in the growing-finishing phase (15 to 35 days old)”**, coordinated by Prof(a). **Sérgio Luiz de Toledo Barreto**, is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA) and with actual Brazilian legislation. This Institutional Committee approved this process on **Aug. 7th, 2012**.

Marcos Inácio Marcoades  
Presidente do CEUA/DZO/UFV