

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI**

MARIANA RESENDE DE CASTRO

**RELAÇÕES METIONINA + CISTINA: LISINA DIGESTÍVEIS PARA
CODORNAS DE CORTE**

**DIAMANTINA - MG
2014**

MARIANA RESENDE DE CASTRO

**RELAÇÕES METIONINA + CISTINA: LISINA DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS
DE CORTE**

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

.

Orientadora: Prof.^a Sandra Regina Freitas Pinheiro

DIAMANTINA - MG
2014

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

C355r	Castro, Mariana Resende de Relações metionina + cistina: lisina digestíveis para codornas de corte / Mariana Resende de Castro. – Diamantina: UFVJM, 2014. 54 p. : il. Orientadora: Sandra Regina Freitas Pinheiro Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 1. Aminoácidos sulfurados. 2. desempenho. 3. proteína ideal. I. Título II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. CDD 636.594
-------	--

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MARIANA RESENDE DE CASTRO

**RELAÇÕES METIONINA+CISTINA: LISINA DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS
DE CORTE**

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

APROVADA em 09/09/2014


Prof.^a Sandra Regina Freitas Pinheiro – UFVJM
Orientadora


Prof. Heder José D'Ávila Lima – UFMT


Prof. Aldrin Vieira Pires – UFVJM


Prof. Joerley Moreira – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2014

Dedicatória

Em especial ao meu pai, Rinaldo, por acreditar e me ensinar que nosso trabalho nunca será em vão. Minha mãe, Maria de Lourdes, que com a alegria contagiante, apesar de tantas pedras no caminho, me ensinou a amar a vida. Meu irmão, José Rinaldo, amor de ágape, seu apoio foi incondicional.

“Você nunca sabe que resultados virão de sua ação,
mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTO

Ao Pai, ao Filho e ao Espírito Santo, por ter me concedido a graça e o discernimento para realizar e concluir mais uma etapa desta longa caminhada.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri pela oportunidade para a realização de todas as atividades desenvolvidas para a conclusão deste trabalho.

À imensa compreensão e dedicação da Prof^a Sandra Pinheiro, pela orientação e oportunidade em trabalharmos juntas, incentivo em superar meus limites, pela confiança e paciência, por todos os ensinamentos durante o curso.

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gérias (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto.

À Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda., pela doação dos aminoácidos.

Ao Prof^o Aldrin, pelos ensinamentos ao longo do curso, pelos conselhos valiosos e pela ajuda em todas as etapas deste trabalho.

Ao Prof^o Heder pela confiança, pelos ensinamentos e apoio.

Ao Prof^o Robson Silva pela confiança depositada e por todos os ensinamentos transferidos, aos técnicos Samuel e Magdála pela grande amizade e ajuda.

Ao Prof^o Gustavo Castro pela compreensão, ensinamentos e apoio para a realização das análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e à técnica Elizzandra pela ajuda.

Ao Prof^o Cleube Boari pelos ensinamentos e apoio às atividades realizadas no abate e no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Animal e à técnica Mariana pela ajuda.

À Luíza e Namíbia, por colocarem as atividades deste projeto em primeiro plano.

Agradeço imensamente aos integrantes do Grupo de Estudos em Melhoramento Animal, Grazi, Jéssica, Diego, Leo, Flávio, Thaíza, Camila, Fran, Thiago, Lucília, Rafael, Gabi, Karine, Aroldo, Suélen, Michelle, sem vocês não haveria menor possibilidade de realizar os experimentos.

Ao Marcelo Gaspary, agradeço ao apoio ímpar, conselhos e estudos.

Às amigas e companheiras da Nutrição Renata, Dayane e Keila.

Aos estagiários que vieram de longe buscar conhecimentos e trocar experiências, Nayler, Restino, Samuel, Lino, e a xará da vet, Mari. Espero ter superado suas expectativas, pois as minhas vocês superaram. Muito obrigada pela ajuda.

À Elizângela por toda a paciência e boa vontade no auxílio durante o mestrado.

Aos técnicos Geraldo, Talita, Gabriel e aos funcionários Sr. Zezinho, Sr. Cláudio e Rogério do Departamento de Zootecnia que contribuíram com muita dedicação e paciência durante a realização dos experimentos.

Aos técnicos Abraão do LIPEMVALE, Vanessa do LABVALE e Mayara do Laboratório de Biomassas do Cerrado pela paciência e compreensão, vocês foram as peças finais do meu quebra cabeça.

Aos amigos da graduação e da pós-graduação que no dia-a-dia desses dois anos de trabalho e convivência em Diamantina, me acolheram como família.

BIOGRAFIA

Mariana Resende de Castro, filha de Rinaldo José de Castro e Maria de Lourdes Resende Castro, nasceu em Carmo da Mata – MG, em 12 de maio de 1989.

Em fevereiro de 2008, ingressou no curso de Zootecnia no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, concluindo em agosto de 2012.

Em setembro do mesmo ano, ingressou-se no curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - MG, na área de Produção Animal, linha de pesquisa Produção e Nutrição de Monogástricos, submetendo-se aos exames finais de defesa de dissertação em setembro de 2014, para a obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

RESUMO

CASTRO, Mariana Resende de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, setembro de 2014. 54p. **Relações metionina + cistina: lisina digestíveis para codornas de corte.** Orientadora: Sandra Regina Freitas Pinheiro. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia).

Foram desenvolvidos sete experimentos para determinar as relações metionina + cistina (M+C): lisina (Lis) digestíveis em rações de codornas de corte (*Coturnix coturnix*). Para os períodos de crescimento (um a sete, oito a 14 e 15 a 21 dias de idade) as codornas foram criadas em lotes mistos, e receberam ração basal, contendo 0,76 g metionina + cistina digestível, suplementada com cinco níveis de DL-Metionina, o que correspondeu às relações M+C: Lis digestíveis de 0,61; 0,66; 0,71; 0,76 e 0,81. Para os períodos de terminação (22 a 28 e 29 a 35 dias de idade), aves foram criadas em lotes sexados, e receberam ração basal, contendo 0,63 g metionina + cistina digestível, suplementada com cinco níveis de DL-Metionina, o que correspondeu às relações M+C: Lis digestíveis de 0,68; 0,73; 0,78; 0,83 e 0,88. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. Nos períodos de um a sete e oito a 14 dias de idade observou-se efeito das relações M+C: Lis digestíveis para todas as variáveis de desempenho, exceto para viabilidade das aves. Durante o período de 15 a 21 dias, as crescentes relações M+C: Lis digestíveis influenciaram todas as variáveis, exceto a uniformidade e viabilidade das codornas. Não houve efeito das relações M+C: Lis digestíveis no período de 22 a 28 dias, para as codornas machos, entretanto, para as fêmeas observou-se efeito para consumo de ração e ganho em peso. No período de 29 a 35 dias para os machos, observou-se efeito para o consumo de ração, consumo de metionina + cistina, ganho em peso, extrato etéreo da carcaça, rendimento de coxa+sobrecoxa, proteína bruta da carcaça e balanço de nitrogênio. No entanto, para as codornas fêmeas de 29 a 35 dias de idade, não observou-se efeito para nenhuma das variáveis estudadas frente às relações M+C: Lis digestíveis. As relações M+C: Lis digestíveis que otimizaram o ganho em peso foram de 0,81; 0,75 e 0,77 para os períodos de um a sete, oito a 14 e 15 a 21 dias de idade, respectivamente, para codornas de ambos os sexos. Durante os períodos de 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade das codornas fêmeas recomendam-se as relações de 0,79 e 0,68, respectivamente, e para as codornas machos, recomendam-se as relações de 0,68 e 0,88 M+C: Lis digestíveis.

Palavras-chave: aminoácidos sulfurosos, desempenho, proteína ideal

ABSTRACT

CASTRO, Mariana Resende de. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, september 2014. 54p. **Relations of methionine plus cystine: digestibles lysine for meat quails**. Adviser: Sandra Regina Freitas Pinheiro. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

Seven experiments were conducted to determine the relations methionine and cystine (M+C): digestible lysine (Lys) in feed quails (*Coturnix coturnix*). For the growth periods (one to seven, eight to 14 and 15 to 21 days old) quails were created in mixed batches, and fed a basal diet containing 0.76 g methionine + cystine, supplemented with five levels of DL-Methionine, corresponding to the relations M+C: digestible Lys 0.61, 0.66, 0.71, 0.76 and 0.81. For final periods (22 to 28 and 29 to 35 days old), quails were created in sexed lots, and received basal diet containing 0.63 g methionine + cystine, supplemented with five levels of DL-Methionine, the corresponding to the relations M+C: digestible Lys 0.68, 0.73, 0.78, 0.83 and 0.88. The experimental design was completely randomized with five treatments and eight replicates. In periods of one to seven and eight to 14 days of old was observed effect of the relations M+C: digestible Lys for all performance traits, except for viability of quails. During the period of 15 to 21 days, the growth relations M+C: digestible Lys influenced all traits, except the uniformity and viability of quail. There was no effect of the relations M+C: digestibles Lys in the period 22 to 28 days for male quails, however, for females observed effect on feed intake and weight gain. In the period 29 to 35 days for males, there was effect for feed intake, methionine and cystine intake, weight gain, carcass ether extract, thigh + drumstick yield, carcass crude protein and nitrogen balance. However, for female quails 29 to 35 days of old, there was no effect on any of the traits studied in the face of relations M+C: digestible Lys. The relations M+C: digestibles Lys which optimized the weight gain were 0.81, 0.75 and 0.77 for periods of one to seven, eight to 14 and 15 to 21 days of old, respectively, for quail both sexes. During periods 22 to 28 and 29 to 35 day old females quails are recommended relations of 0.79 and 0.68, respectively, and for males quails are recommended relations of 0.68 and 0.88 M+C: digestible Lys.

Keywords: ideal protein, performance, sulfur amino acids

SUMÁRIO

	Página
1.INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2.REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Proteína ideal	13
2.2 Metionina + cistina e suas funções fisiológicas	14
2.3 Metionina + cistina em rações para codornas de corte	16
2.4 Referências Bibliográficas	18
3.TRABALHOS	22
3.1- RELAÇÕES METIONINA + CISTINA: LISINA DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS DE CORTE EM FASE DE CRESCIMENTO	22
Resumo	22
Abstract	23
Introdução	24
Material e Métodos	24
Resultados e Discussão	27
Conclusão	33
Referências Bibliográficas	34
3.2- RELAÇÕES METIONINA + CISTINA: LISINA DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS DE CORTE EM FASE DE TERMINAÇÃO.....	36
Resumo	36
Abstract	37
Introdução	38
Material e Métodos	39
Resultados e Discussão	43
Conclusão	51
Referências Bibliográficas	51

1. INTRODUÇÃO GERAL

A coturnicultura de corte é uma atividade promissora que se insere na avicultura industrial, devido ao aumento da procura por carnes de qualidade e diversificada pelos consumidores, e pelos produtores, é considerada uma atividade estável, rentável e de rápido retorno econômico. Entretanto, estes aspectos serão bem estabelecidos a partir de pesquisas que evidenciem todas as estratégias produtivas da coturnicultura, dentre elas, a nutrição adequada poderá proporcionar um melhor desempenho zootécnico e maior rendimento da carcaça, em consequência do melhor aproveitamento dos nutrientes pelas aves.

A utilização de aminoácidos industriais nas formulações das rações tem possibilitado oferecer aos animais rações com valores nutricionais mais próximos de suas exigências, favorecendo o melhor desempenho produtivo e a expressão do potencial genético das aves. De acordo com Dozier *et al.* (2008) o organismo do animal exige certas quantidades e qualidades de aminoácidos específicos e não somente a proteína bruta para o crescimento. Estes aminoácidos obtidos da ração são utilizados para a reconstituição de novas proteínas, que por sua vez, funcionam como reguladoras do metabolismo, componentes estruturais, transportadores, osmorreguladores, protetores, dentre outras funções (Beitz, 2006). Os aminoácidos também são precursores de vários constituintes corporais não proteicos importantes para manter funções vitais e garantir o crescimento, a produção e a reprodução dos animais. Em função destes aspectos as exigências aminoacídicas variam de acordo com a idade, sexo, espécie e estágio produtivo.

Segundo Emmert e Baker (1997), as rações formuladas com base em proteína bruta ou aminoácidos totais, resultam em rações com níveis de aminoácidos acima das exigências dos animais. Os aminoácidos em excesso sofrerão desaminações e o nitrogênio será excretado na forma de ácido úrico pelas aves e o esqueleto carbônico será convertido em lipídios e armazenado nos adipócitos ou formarão carboidratos que servirão para cobrir as necessidades energéticas imediatas. Este processo catabólico resulta em gasto energético, maior poluição ambiental (maior concentração de nitrogênio nas excretas) e maior teor de gordura na carcaça. É sabido que as fontes proteicas representam um custo oneroso das rações, portanto, há prejuízos econômicos em ofertar rações que contenham excesso de proteína.

Por outro lado, se a ingestão de aminoácidos for menor que as necessidades diárias, o catabolismo das proteínas corpóreas prosseguirá à perda de nitrogênio corpóreo, até que o

equilíbrio nitrogenado no nível mais baixo seja atingido (Beitz, 2006). Assim estabelecer proporções ideais de fontes proteicas na ração é essencial para o desenvolvimento animal.

O objetivo deste trabalho foi estimar as melhores relações metionina + cistina (M+C): lisina (Lis) digestíveis em rações para codornas de corte (*Coturnix coturnix*), em diferentes fases de desenvolvimento, de forma a contribuir e possibilitar a elaboração de programas nutricionais específicos de acordo com o sexo e a idade das aves.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 PROTEÍNA IDEAL

O conceito de proteína ideal é definido como um perfeito balanceamento de aminoácidos essenciais e não essenciais, ou proteína com disponibilidade total para digestão e absorção, sem falta nem excessos em uma dieta, cuja composição seria a idêntica às exigências do animal (Parsons e Baker, 1994). No entanto, as formulações de rações para animais monogástricos, o conceito vem sendo aplicado para ofertar aos animais, rações com teores proteicos e relações aminoácidas mais próximos possíveis de suas exigências nutricionais (Boisen *et al.*, 1999).

De acordo com este conceito, as exigências dos diferentes aminoácidos essenciais serão expressas como porcentagem da exigência de lisina (Buteri *et al.*, 2009). Embora seja o segundo aminoácido limitante para as aves, a lisina foi escolhida como padrão por basicamente ser utilizada para síntese proteica muscular, por não sofrer transaminação para a síntese de outros aminoácidos, pela simplicidade de sua análise, e por ter muitas pesquisas sobre suas exigências nas mais variadas situações (Emmert e Baker, 1997).

Segundo Liu *et al.* (2005), as dietas de baixa proteína bruta podem não serem tão eficientes quanto as dietas de altos níveis de proteína, pois quanto se diminui o nível de proteína em dietas formuladas principalmente por milho e farelo de soja, o teor de lisina diminui aproximadamente cinco vezes mais que o teor de metionina + cistina, o que resulta em desequilíbrio nutricional e compromete o desempenho animal. O que torna imprescindível não apenas a quantidade da proteína dietética, mas as proporções relativas dos aminoácidos que compõe a proteína devem ser mantidas.

Sabe-se que a exigência de um determinado aminoácido está diretamente relacionada às exigências de outros, pois o aumento nos níveis de um determinado aminoácido na ração melhorará o desempenho das aves, até que outro aminoácido se torne o primeiro limitante (Buteri *et al.*, 2009). Isto implica que as exigências de todos os aminoácidos podem ser

prontamente estimadas a partir da determinação da exigência do aminoácido referência, assim as relações podem ser seguidas pelos demais aminoácidos limitantes (Emmert e Baker, 1997; Moura, 2004; Zanella *et al.*, 2004).

No entanto, é praticamente impossível estabelecer as exigências de cada aminoácido para as diferentes situações a campo, em função do grande número de fatores intrínsecos e extrínsecos que interagem e interferem na determinação do nível ótimo de cada aminoácido (Costa *et al.*, 2014). Embora, as exigências dos aminoácidos possam variar entre diversas situações práticas, as relações entre os aminoácidos essenciais com a lisina, permanecerão razoavelmente estáveis (Parsons e Baker, 1994; Boisen *et al.*, 1999; Costa *et al.*, 2014).

Segundo Boisen *et al.* (1999) a estimativa do perfil aminoacídico dietético ideal para animais monogástricos deve ser realizada por meio de ensaios de dose resposta, em que os níveis de lisina podem ser fixos em valores considerados subótimos, a fim de se determinar com precisão a relação aminoácido: lisina, uma vez que, o aminoácido limitante avaliado isoladamente pode não ser indicativo do padrão considerado ideal de uma ração.

2.2 METIONINA + CISTINA E SUAS FUNÇÕES FISIOLÓGICAS

A metionina não pode ser sintetizada na mucosa intestinal dos animais pela ausência da enzima S-adenosil-metioninasintetase (Baker, 1991). Logo, a metionina utilizada para o crescimento animal é obtida principalmente pela alimentação, mas também por meio da utilização do *pool* de aminoácidos livres, formado da degradação da própria proteína corporal e em menor escala pela proteína endógena eliminada nos intestinos (Oliveira Neto, 2014).

A metionina absorvida possui um ciclo metabólico, por meio do qual, ocorre a formação de vários componentes corporais, com diferentes funções fisiológicas. A primeira etapa é a metilação, qual a metionina será convertida em S-adenosilmetionina (adoMet), reação ativada pela enzima metionina-adenosil-transferase. A adoMet é o principal doador do grupo metil para biossínteses de componentes fundamentais para a formação de novos tecidos e manutenção do organismo como as poliaminas (espermidina e espermina) (Brosnan, 2006; Nelson e Cox, 2011b,c,d). Essas poliaminas são encontradas em altas concentrações em locais onde ocorre elevada divisão celular e proliferação de células do sistema imune. Acredita-se que as poliaminas sejam importantes para os processos de transcrição (DNA) e tradução (RNA) (Oliveira Neto, 2014).

Em seguida a transferência do grupo metil da adoMet para umceptor produz a S-adenosil-homocisteína, subsequentemente degradada em homocisteína e adenosina. A

homocisteína pode seguir duas rotas: a remetilação que é o retorno da homocisteína em metionina, ou a transulfuração (Brosnan, 2006; Oliveira Neto, 2014).

A transulfuração ocorre pela transferência do grupo metil, reação catalisada pela homocisteína-metiltransferase e a coenzima B₁₂, formando novamente a S-adenosilmetionina completando o sítio de ativação do grupo metil, que por sua vez, é convertido em propionil-CoA, um precursor da succinil-coA, intermediário do ciclo do ácido cítrico. A homocisteína também reage com a serina em uma reação catalisada pela cistationina-β-sintetase, produzindo a cistationa. Finalmente a cistationa-γ-liase, catalisa a remoção de amônia e a clivagem da cistationa, produzindo a cisteína livre (Nelson e Cox, 2011b,c,d).

A cisteína é prontamente oxidada para formar um aminoácido dimérico covalentemente chamado cistina, no qual duas moléculas de cisteína são unidas por uma ligação de dissulfeto. As ligações de dissulfeto exercem um papel de estabilizar as estruturas de muitas proteínas (Nelson e Cox 2011a).

Assim como a metionina, Tesseraud *et al.* (2009) relataram que a cistina é fundamental para a formação de tecidos importantes como pele e penas, por participar da síntese de queratina, proteína estrutural que compõe grande parte desses tecidos. Além de promover a formação de glóbulos brancos e vermelhos ativada pelo sistema hematopoiético. A cistina faz parte do sistema imune, auxiliando na cicatrização e fortalece a formação do tecido conjuntivo. A cistina pode se tornar condicionalmente essencial em situações específicas, tais como estresse ou estados inflamatórios, em tais situações a cistina será utilizada para formação de glutathione, um tripeptídeo oxidante intracelular importante do organismo.

Outros produtos formados pela cisteína livre são a taurina e o sulfeto de hidrogênio (H₂S). A taurina é um estabilizador da membrana celular que regula o fluxo de cálcio, controlando a estabilidade celular, e também auxilia na formação de sais biliares. O H₂S auxilia na redução da formação de edema nos tecidos, na produção de citocinas pró-inflamatórias, aumentando a resistência do estômago à injúrias e acelera a restauração da mucosa (Oliveira Neto, 2014).

Devido às inúmeras funções importantes para o crescimento corpóreo e à tamanha demanda para o desenvolvimento das penas, os aminoácidos sulfurosos são os primeiros limitantes em rações formuladas principalmente com milho e farelo de soja, por esses apresentarem baixa concentração de metionina e cistina (Costa *et al.*, 2014).

Segundo Chung e Baker (1992), cerca de 55% da metionina pode ser catabolizada à cistina, dependendo da necessidade do organismo, devido a este fato, as exigências de metionina são expressas por metionina + cistina. Esse processo remove o excesso de

metionina e supera a deficiência de cistina no organismo (Tesseraud *et al.*, 2009).

O principal objetivo da criação de aves de corte, tanto frangos quanto perus, como para codornas é a máxima eficiência alimentar, ou seja, converter alimentos, às vezes de baixo valor biológico em alimentos de elevado valor biológico. Porém, deficiências ou excessos de aminoácidos podem comprometer o crescimento e, ou o comportamento da ingestão de ração, resultando em baixa taxa de deposição proteica muscular, pois o organismo tem prioridade em manter o pleno funcionamento dos órgãos vitais e dos sistemas que os alimentam.

2.3 METIONINA + CISTINA EM RAÇÕES PARA CODORNAS DE CORTE

Para as aves, a metionina é o primeiro aminoácido limitante, em rações formuladas principalmente por milho e farelo de soja (Leeson e Summers, 2008), pois está presente em concentração menor do que a exigida, por exercer funções importantes para o crescimento, empenamento e manutenção. Portanto, os níveis dietéticos deste aminoácido é elevado quando comparado aos demais aminoácidos essenciais. A exigência de metionina está sempre associada à sua relação com a lisina, conforme o conceito de proteína ideal (Oliveira Neto, 2014).

Corrêa *et al.* (2006), avaliaram níveis de metionina + cistina total em rações para codornas de corte durante os períodos de crescimento (7º ao 21º dia) e final (22º ao 42º dia), e obtiveram melhores resultados para ganho em peso com 0,95 e 0,73% de metionina + cistina total, correspondente à relação com a lisina total de 0,73 e 0,56, respectivamente. Posteriormente, Corrêa *et al.* (2010) avaliaram os mesmos níveis de M+C total para codornas de corte EV2 em períodos de crescimento (7º ao 21º dia) e total (7º ao 42º dia) sobre as características de desempenho e rendimento de carcaça e observaram aumento no peso corporal e ganho em peso para as aves alimentadas com níveis de 0,95 e 1,03% de metionina + cistina, e indicaram relações de 0,73 e 0,79 M+C: Lis total, respectivamente. No entanto, não observaram efeito para as características de carcaça com a variação dos níveis de metionina + cistina total nas rações. Os autores afirmaram que dietas únicas para o período total de criação devem ser formuladas com níveis mais altos de metionina + cistina para máximo ganho em peso.

Ao avaliarem níveis de inclusão de metionina + cistina total na ração sobre o desempenho de codornas de corte de ambos os sexos, durante as fases inicial (1º ao 21º dia) e total (1º ao 35º dia), Ferreira *et al.* (2012) observaram maior ganho em peso para os níveis de

0,97 e 0,95% de metionina + cistina total, o que equivale à relação com lisina total de 0,74 e 0,73, respectivamente. Posteriormente, Ferreira *et al.* (2013) avaliaram níveis de metionina + cistina digestíveis de 0,41 a 0,91%, para codornas de corte na fase pré-inicial (1º ao 7º dia) e observaram o melhor ganho em peso para o nível de metionina + cistina digestível de 0,82%, e com relação a lisina digestível de 0,63.

Silva *et al.* (2006) avaliaram planos nutricionais para codornas de corte com redução de níveis de proteína bruta e a suplementação com aminoácidos digestíveis (metionina+cistina e lisina) sobre o desempenho das aves, em lote misto, durante a fase inicial (1º ao 21º dia) e crescimento (22º ao 42º dia). Os autores observaram que as rações de alta proteína e alta lisina provocaram desbalanço aminoacídico com sintomas de toxidade, como elevada mortalidade, baixo consumo e ganho em peso. No entanto, os sintomas foram minimizados com a elevação do conteúdo de metionina + cistina e redução da lisina e proteína bruta da ração. Foi recomendado para as fases de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade, os níveis de 1,1 e 0,9% de metionina + cistina digestível, o que corresponde à relação com a lisina de 0,91 e 0,94.

As exigências nutricionais de metionina + cistina digestível e de proteína bruta para codornas de corte durante as fases inicial (1º ao 14º dia) e crescimento (15º ao 35º dia) foram avaliadas por Lorençon (2008), que observou interação entre os níveis de metionina + cistina digestível e os níveis de proteína bruta das rações sobre as características de desempenho, composição química da carcaça e percentagem de penas. De acordo com os resultados, o autor concluiu que para cada nível de metionina + cistina digestível utilizado, haverá um nível ótimo de proteína bruta.

Scherer (2009) avaliou os níveis de metionina + cistina digestível para codornas de corte, durante a fase inicial (1º ao 14º dia) sobre as características de desempenho e recomendou o nível de 1,57% metionina + cistina digestível, o que corresponde à relação com a lisina de 0,83. Durante a fase de crescimento (15º ao 35º dia), o mesmo autor avaliou os níveis de metionina + cistina digestível sobre as características de desempenho, rendimento de carcaça, composição química da carcaça e balanço de nitrogênio, e indicou o nível de 1,52% de metionina + cistina digestível, o que corresponde à relação com a lisina de 0,87, pois este melhorou as características avaliadas.

Na tabela de exigência nutricional para codornas japonesas e europeias editada por Silva e Costa (2009), os autores recomendam formular rações para codornas pesadas criadas em lote misto, mantendo a relação M+C: Lis digestível de 0,76; 0,78 e 0,77 para as fases

inicial (1º ao 21º dia), crescimento (22º ao 42º dia) e total (1º a 42º dia), respectivamente.

Ao revisar os últimos trabalhos publicados (artigos, teses e dissertações) nota-se que as relações propostas ainda são divergentes e que não há uniformidade nos períodos avaliados.

2.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BEITZ, D.C. Metabolismo das proteínas e aminoácidos. In: REECE, W.O. **Dukes/Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 12ª ed., 2006. p.499.

BOISEN, S.; HVELPLUND, T.; WEISBJERRG, M.R. Ideal amino acid profiles as a basis for feed protein evaluation. **Livestock Production Science**, v.64, p.239-251, 1999.

BROSNAN, J.T.; BROSNAN, M.E. The sulfur-containing amino-acids: an overview. In: The fifth workshop on the assessment of adequate intake of dietary amino acid. n.V, 2005, Los Angeles. **The Journal of Nutrition**, 2006. p.1636-1640.

BUTERI, C.B.; TAVERNARI, F.C.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Exigência de lisina, planos nutricionais e modelos matemáticos na determinação de exigências de frangos de corte. **Acta Veterinária Brasileira**, v.3, n.2, p.48-61, 2009.

CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Efficiency of dietary methionine utilization by young pigs. **Journal of Nutrition**, v.122, p.1862-1869, 1992.

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.* Níveis de metionina + cistina para características de desempenho e carcaça em codornas de corte EV2. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.940-947, 2010.

COSTA, F.G.P.; SILVA, J.H.V. GOULART, C.C.; *et al.* Exigências de aminoácidos para aves. In: Sakomura, N.S. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Ed. FUNEP, 2014, p. 240-260.

DOZIER, W.A.; KIDD, M.T.; CORZO, A. Dietary amino acid responses of broiler chickens. **Poultry Science**, v.17, p.157-167, 2008.

EMMERT, J.L.Y.; 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.

FERREIRA, F.; CORRÊA, G.S.S.; CORRÊA, A.B. *et al.* Teor de metionina + cistina total para codornas de corte do grupo genético EV2 durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.665-674, 2012.

FERREIRA, F.; LÁZARO, S.F.; FONTES, D.O. *et al.* Desempenho de codornas de corte durante a primeira semana de vida alimentadas com diferentes níveis de metionina+cistina digestível. In: V Simpósio Internacional e IV Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2013, Lavras. **Anais...** Lavras: Necta, 2013.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. Ingredient evaluation and diet formulation. In:_____ **Commercial Poultry Nutrition**. Guelph: Ed. Nottingham University Press, 5ª ed. 2008, 413p.

LIU, Z.; WU, G.; BRYANT, M.M. *et al.* Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0.75. **Journal Application Poultry Research**, v.14, p.174–182, 2005.

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

MOURA, A.M.A. Conceito da proteína ideal aplicada na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.31-34, 2004.

NELSON, D.L.; COX, M.M. Aminoácidos, peptídeos e proteínas. In:_____ **Princípios de bioquímica**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 5ª Ed. Cap.3. 2011a p.74-77.

NELSON, D.L.; COX, M.M. Biossíntese de aminoácidos, Nucleotídeos e Moléculas Relacionadas. In:_____ **Princípios de bioquímica**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 5ª Ed. Cap.22. 2011b p.859-861.

NELSON, D.L.; COX, M.M. Ciclo do ácido cítrico. In:_____ **Princípios de bioquímica**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 5ª Ed. Cap.16. 2011c p. 689.

NELSON, D.L.; COX, M.M. Metabolismo do DNA. In:_____ **Princípios de bioquímica**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 5ª Ed. Cap.25. 2011d p.1001-1002.

OLIVEIRA NETO, A.R. Metabolismo e exigência de metionina. In: Sakomura, N.S. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Ed. FUNEP, 2014, p.218-239.

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

SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009, 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2009.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. Ed: Funep SP, 3ªed. Jaboticabal – SP, 2009, p.79 – 82.

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

TESSERAUD, S.; COUSTARD, S.M.; COLLIN, A. *et al.* Role of sulfur amino acids in controlling nutrient metabolism and cell functions: implications for nutrition. **British Journal of Nutrition**, v.101, p.1132–1139, 2009.

ZANELLA, I.; D'ÁVILA, A.; RABER, M. Proteína ideal: conceito e aplicação na nutrição de aves e suínos. In: ZOOTECA, 2004, Brasília. **Anais...** 2004, Brasília. CD-Rom.

3- TRABALHOS

3.1 RELAÇÕES METIONINA + CISTINA: LISINA DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS DE CORTE EM CRESCIMENTO

Resumo: Foram desenvolvidos três experimentos para estimar as melhores relações metionina + cistina (M+C): lisina (Lis) digestíveis para codornas de corte, de ambos os sexos, durante os períodos de 1 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. As aves foram submetidas a uma ração basal deficiente em metionina + cistina digestível, sendo esta suplementada com cinco níveis de DL-Metionina, em substituição ao ácido glutâmico e amido, resultando nas seguintes relações M+C: Lis digestíveis: 0,61; 0,66; 0,71; 0,76 e 0,81. Foram avaliados os seguintes parâmetros: consumo de ração (CR), consumo de metionina + cistina (CMC), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), uniformidade (UNIF) e viabilidade (VIAB). Nos períodos de 1 a 7 e 8 a 14 dias de idade observou-se efeito das relações M+C: Lis digestíveis para todas as variáveis, exceto para VIAB das aves. Entretanto, para o período de 15 a 21 dias, as crescentes relações M+C: Lis digestíveis influenciaram todas as variáveis, exceto a UNIF e VIAB das codornas. As relações M+C: Lis digestíveis que otimizaram o ganho em peso foram de 0,81; 0,75 e 0,77 durante os períodos de 1 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade, respectivamente. A relação 0,81 M+C: Lis digestíveis foi a que apresentou melhor conversão alimentar em todas as fases avaliadas.

Palavras chave: aminoácidos sulfurosos, *Coturnix coturnix*, desempenho, proteína ideal

Abstract: Three experiments were conducted to estimate the best relations methionine and cystine (M+C): digestibles lysine (Lys) for quails, of both sexes, during the periods 1 to 7, 8 to 14 and 15 to 21 days age. The experimental design were a completely randomized with five treatments and eight replicates. The quails received a basal diet deficient in methionine and cystine, which were supplemented with five levels of DL-Methionine, replacing glutamic acid and starch, resulting in the following relations M+C: digestibles Lys: 0.61, 0.66, 0.71, 0.76 and 0.81. The following parameters were evaluated: feed intake (FI), intake methionine and cystine (ICM), weight gain (WG), feed conversion (FC), uniformity (UNIF) and viability (VIAB). In the periods 1 to 7 and 8 to 14 days of age was observed effect of relations M+C: digestibles Lys for all traits, except for VIAB of quails. However, for the period from 15 to 21 days, the increase relations M+C: digestibles Lys influenced all traits, except the UNIF and VIAB of quails. The relations of M+C: digestible Lys which optimized the weight gain was 0.81, 0.75 and 0.77 during the periods 1 to 7, 8 to 14 and 15 to 21 days of age, respectively. The relation 0.81 M+C: digestibles Lys presented the best feed conversion in all stages of development.

Keywords: *Coturnix coturnix*, ideal protein, performance, sulfurs amino acids

INTRODUÇÃO

A criação de codornas de corte é uma atividade em desenvolvimento e expansão no Brasil. Para o produtor a coturnicultura de corte pode proporcionar rentabilidade e estabilidade, devido a algumas vantagens produtivas como o rápido crescimento das aves e o baixo consumo de ração, o que proporciona uma boa eficiência alimentar, desde que as estratégias produtivas estejam bem estabelecidas.

Segundo Costa *et al.* (2013), na fase inicial, a proteína e, ou aminoácidos são nutrientes que devem ser fornecidos em proporções adequadas, para que as codornas de corte tenham condições de expressarem o máximo desenvolvimento corporal, com formação de massa muscular e melhor empenamento.

Para as aves, a metionina é o primeiro aminoácido limitante, em rações formuladas principalmente por milho e farelo de soja (Leeson e Summers, 2008a), por exercer funções importantes para o crescimento, empenamento e manutenção. Além de ser precursora da cistina, em um processo irreversível, com função especial de estabilizar a estrutura de muitas proteínas pelas suas ligações de dissulfeto (Tesseraud, 2009). Apesar das constantes mudanças das situações a campo e das exigências de aminoácidos pelas aves divergirem devido ao avanço do melhoramento genético, as mudanças nas proporções relativas dos aminoácidos limitantes com a lisina ao se formular as rações são razoavelmente estáveis.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho estimar as melhores relações metionina + cistina: lisina digestíveis em rações para codornas de corte durante os períodos de 1 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos três experimentos no Laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, do Departamento de Zootecnia, Campus JK, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), durante o período de dezembro de 2012 a junho de 2013.

No primeiro experimento foram utilizadas 600 codornas de corte de ambos os sexos, durante o 1º ao 7º dia de idade. As aves foram inicialmente pesadas ($9,50 \pm 0,46\text{g}$) e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e quinze aves por parcela. No segundo experimento foram utilizadas 320 codornas de corte de ambos os sexos, durante o 8º ao 14º dia de idade. As aves foram inicialmente pesadas ($37,9 \pm$

1,8g) e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e oito aves por parcela. No terceiro experimento foram utilizadas 520 codornas de corte de ambos os sexos, durante o 15º ao 21º dia de idade. As aves foram inicialmente pesadas ($87,42 \pm 2,07\text{g}$) e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e treze aves por parcela. As aves do experimento anterior não foram utilizadas nos demais experimentos, portanto, o número de codornas utilizadas nas parcelas experimentais dependeram da porcentagem de nascimentos do incubatório da UFVJM.

As aves foram alojadas em gaiolas confeccionadas de arame galvanizado (60 comprimento x 60 largura x 35 altura, cm), dispostas em três baterias de quatro andares. Cada gaiola foi equipada com um bebedouro tipo copo de pressão e um comedouro tipo calha, posicionado na parte frontal da gaiola.

Para o aquecimento das aves foram utilizadas lâmpadas incandescentes de 100 watts em cada gaiola. A temperatura ambiente foi monitorada duas vezes ao dia (8:00h e 15:00h) com o auxílio de termômetros digitais instalados em cada bateria, bem como observado o comportamento das aves, para que as mesmas permanecessem em conforto térmico. Ao avançar a idade das aves, as lâmpadas de 100 watts foram remanejadas e, ou substituídas por lâmpadas de 40 ou 60 watts.

As aves foram alimentadas com uma ração formulada principalmente com milho e farelo de soja, contendo 0,76% de metionina + cistina digestível, correspondendo à relação de metionina + cistina: lisina de 0,61. Esta ração foi suplementada com 5 níveis de DL-Metionina (99%) em substituição ao ácido glutâmico em equivalente proteico e ao amido em equivalente energético correspondendo às relações M+C: Lis digestíveis de 0,61; 0,66; 0,71; 0,76 e 0,81, respectivamente, de modo que todas as rações permaneceram isoproteicas e isoenergéticas.

As rações experimentais (Tabela 1) foram balanceadas com base no conteúdo aminoacídico digestível dos alimentos, apresentado por Rostagno *et al.* (2011), e segundo as exigências nutricionais recomendadas por Silva e Costa (2009), exceto para lisina digestível que adotou-se o nível subótimo, correspondente à subtração de 10% do nível recomendado. Foram mantidas as relações aminoacídicas com a lisina, propostas por Silva e Costa (2009), exceto, para metionina + cistina digestível. Para assegurar ausência de deficiências, foram acrescentados 3% nas exigências de cada aminoácido, exceto para lisina e metionina + cistina digestível.

Tabela 1- Composição e valor nutricional das rações experimentais, na matéria natural, para codornas de corte de 1 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade

Ingredientes	Relações metionina + cistina: lisina				
	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81
Milho Moído	50,97	50,97	50,97	50,97	50,97
Farelo de Soja (45%)	34,11	34,11	34,11	34,11	34,11
Glúten de Milho (60%)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Calcário Calcítico	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Fosfato Bicálcico	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Sal Comum	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Mistura Mineral ⁽¹⁾	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Mistura Vitamínica ⁽²⁾	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloreto de Colina (60%)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
L- Lisina HCl (78%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
DL- Metionina (99,2%)	0,00	0,07	0,13	0,19	0,25
L- Treonina (96%)	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
L- Isoleucina (99%)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
L- Arginina (99%)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
L-Glutâmico (99,4%)	0,50	0,43	0,36	0,31	0,24
Amido de Milho	0,50	0,50	0,51	0,50	0,51
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína Bruta (%)	26,12	26,12	26,12	26,12	26,12
Cálcio (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Fibra Bruta (%)	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
Aminoácidos digestíveis (%)					
Lisina	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
Metionina + Cistina	0,760	0,830	0,890	0,950	1,010
Triptofano	0,212	0,212	0,212	0,212	0,212
Treonina	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987
Arginina	1,798	1,798	1,798	1,798	1,798
Isoleucina	1,075	1,075	1,075	1,075	1,075
Valina	1,104	1,104	1,104	1,104	1,104

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

⁽²⁾Composição/kg de produto: Ácido fólico: 750 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, BHT 1000 mg, Biotina: 25 mg, Niacina: 35 mg, Vit. A: 8.000.000 U.I., Vit B₁: 1.500 mg, Vit. B₁₂: 12.000mcg, Vit B₂: 5.000 mg, Vit B₆: 2.800 mg, Vit D₃: 2.000.000 U.I., Vit. E: 15.000 U.I., Vit. K: 1.8000 mg, Veículo q.s.p.: 1.000 g.

As características de desempenho: consumo de ração (g/ave), consumo de metionina + cistina (mg/ave), ganho em peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), uniformidade (%) e

viabilidade (%) foram avaliadas em todas os períodos experimentais.

Ao final de cada do período experimental foi realizada a divisão da quantidade de ração consumida pelo número de aves de cada parcela, a fim de se obter o consumo de ração por ave, sendo corrigido pela data da mortalidade, quando houve. O consumo de metionina+cistina foi obtido pela razão entre o consumo de ração e o nível de metionina + cistina das rações. Todas as aves foram pesadas ao início e ao término do experimento, para determinação do ganho em peso, pela diferença entre o peso final e o peso inicial. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho em peso.

A uniformidade foi determinada pela pesagem de todas as aves individualmente de cada unidade experimental, sendo expressa como a porcentagem dos pesos que se encontravam com variação de $\pm 10\%$ da média de peso atual do lote.

Para a determinação da viabilidade das aves, a mortalidade das codornas foi registrada diariamente, subtraída do número total de aves vivas, sendo os valores obtidos, convertidos em porcentagem no final do período.

Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos às análises de variância, conforme os modelos de regressão polinomial simples ou quadrática e *Linear Response Platô* (LRP). Quando possível o ajuste simultâneo dos modelos, a estimativa da melhor relação foi obtida por meio da primeira intersecção da equação quadrática com o platô do LRP, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Desempenho de codornas de corte de 1 a 7 dias de idade

Durante o período de 1 a 7 dias de idade os valores de temperaturas médias máxima ($38,81^{\circ}\text{C} \pm 0,77$) e mínima ($35,19^{\circ}\text{C} \pm 1,57$) registradas permaneceram entre as temperaturas de termoneutralidade para o período de produção de codornas de corte proposta por Murakami e Ariki (1998).

Na fase pré-inicial, as crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis estudadas resultaram em aumento linear ($P < 0,01$) do consumo de ração ($\text{CR} = 16,572 + 25,07X$; $R^2 = 0,88$) (Figura 1, Tabela 2). Entretanto, Ferreira *et al.* (2013) ao avaliarem níveis crescentes (0,41 a 0,91%) de metionina + cistina digestível na ração de codornas de corte durante a fase pré-inicial, não observaram efeito para o consumo de ração.

Tabela 2 – Valores médios das variáveis consumo de ração (CR), consumo de metionina + cistina (CMC), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB) e uniformidade (UNIF) de codornas de corte, alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis durante o período de 1 a 7 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV* (%)	Sig.**
	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81		
CR (g/ave)	30,98	34,14	34,45	35,45	36,59	8,02	0,0003
CMC (mg/ave)	23,55	28,34	30,87	33,66	36,96	7,66	0,0003
GP (g/ave)	19,47	24,98	25,65	26,57	28,57	6,13	0,0001
CA (g/g)	1,59	1,36	1,35	1,33	1,28	10,24	0,0002
VIAB (%)	93,33	99,16	90,83	92,50	95,00	5,99	0,0582
UNIF (%)	45,58	56,95	57,27	59,76	64,00	21,34	0,0174

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig = Significância.

O consumo de metionina + cistina digestível ($CMC = -15,009 + 64,352X$; $R^2 = 0,98$) aumentou linearmente ($P < 0,01$) com as crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações. O consumo médio diário de metionina + cistina de 3,36 para 5,28 mg/ave/dia proporcionou incremento no ganho em peso de 2,79 para 4,08 g/ave/dia com a relação metionina + cistina: lisina digestíveis de 0,61 para 0,81, o que corresponde ao incremento de aproximadamente 32% no ganho em peso.

O ganho em peso das codornas de corte ($GP = -3,046 + 39,577X$; $R^2 = 0,85$) aumentou linearmente ($P < 0,01$) conforme aumentou as relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações (Figura 1). Ferreira *et al.* (2013), apesar de não observarem efeito para o consumo de ração, com aumento dos níveis de metionina + cistina digestível na ração, observaram o ponto para melhor ganho em peso com o nível de 0,82%, o que corresponde à relação de 0,63 metionina + cistina: lisina digestíveis. Relação esta inferior à maior relação estudada neste trabalho para melhor ganho em peso das codornas de corte.

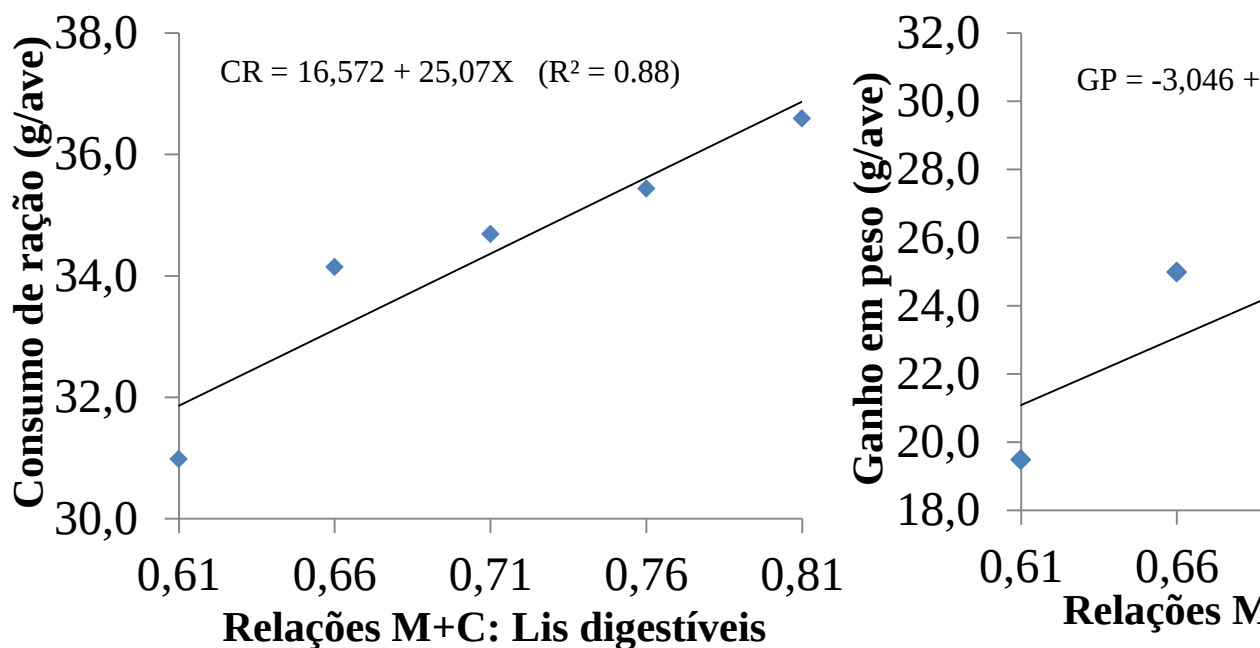


Figura 1 – Relações metionina + cistina: lisina digestíveis sobre o consumo de ração e o ganho em peso de codornas de corte de 1 a 7 dias de idade.

À medida que se aumentou a relação metionina + cistina: lisina digestíveis na ração houve uma melhora ($P \leq 0,01$) na conversão alimentar de acordo com a equação de regressão: $CA = 2,336 - 1,336X$; $R^2 = 0,74$. No entanto, pelo modelo LRP ($CA = 1,323 - 4,559 (X - 0,67)$; $R^2 = 0,95$) observa-se um platô a partir da relação de 0,67 metionina + cistina: lisina digestíveis (Figura 2). Segundo Oliveira Neto (2014), as exigências em aminoácidos sulfurosos que melhora a conversão alimentar das aves é superior quando comparadas às exigências para ganho em peso, entretanto, no presente trabalho os resultados apresentaram-se semelhantes ao considerar o ajuste da equação linear para ambas variáveis. Lima *et al.* (2011), ao avaliarem crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração de codornas japonesas na primeira semana de vida, estimaram as relações 0,72 e 0,74 para o consumo de ração e ganho em peso, respectivamente, e observaram que a relação 0,75 foi melhor para a conversão alimentar.

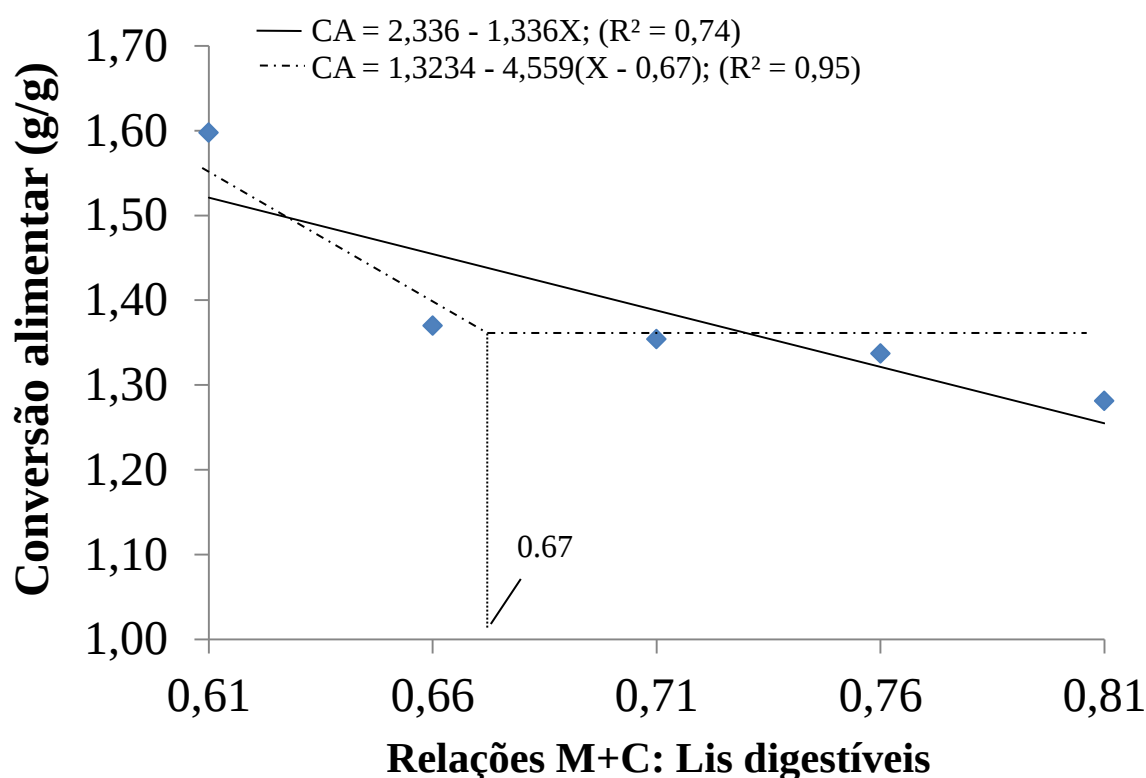


Figura 2 – Equações linear e LRP para a conversão alimentar de codornas de corte de 1 a 7 dias de idade, em função das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração.

Obteve-se efeito linear ($P \leq 0,01$) para a uniformidade ($UNIF = 8,4 + 68,049X$; $R^2 = 0,62$) das codornas de corte com as relações metionina + cistina: lisina estudadas. As maiores relações proporcionaram maior crescimento e desenvolvimento das aves, assim aquelas com maior peso corporal, apresentaram menor amplitude entre os pesos, proporcionando assim maior uniformidade entre as mesmas. Segundo Leeson e Summers (2008b), as aves na fase pré-inicial, mesmo não produzindo o complexo de enzimas digestivas de uma ave adulta, conseguem utilizar substratos complexos presente em uma ração à base de milho e soja, logo quando ofertada uma ração balanceada, a taxa de crescimento é maximizada. Enquanto a taxa de crescimento é de suma importância para o desempenho de um lote, a uniformidade tem se tornado uma preocupação constante, pois uma vez que se tenham lotes desuniformes, as eficiências das medidas de desempenho serão prejudicadas até o abate. Não se observou influência ($P \geq 0,05$) das relações metionina + cistina: lisina digestíveis sobre a viabilidade das aves.

2. Desempenho de codornas de corte de 8 a 14 dias de idade

Durante o período de 8 a 14 dias de idade os valores de temperaturas médias de máxima ($37^{\circ}\text{C} \pm 1,53$) e mínima ($30,4^{\circ}\text{C} \pm 2,8$) registradas permaneceram entre as temperaturas de termoneutralidade para codornas de acordo com Murakami e Ariki (1998).

Houve aumento ($P \leq 0,01$) do consumo de ração em função do aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração (Tabela 3) até a relação de 0,74, estimado pela equação de regressão quadrática: $\text{CR} = -113,788 + 558,545X - 377,429X^2$ ($R^2 = 0,89$), e até à relação de 0,69 de acordo com o modelo descontínuo: $\text{CR} = 92,25 - 72,429(0,689 - X)$; $R^2 = 0,96$. Entretanto, pela intersecção da equação quadrática com o platô do LRP, obtém-se a relação de 0,70 metionina + cistina: lisina digestíveis para maior consumo de ração das codornas de corte (Figura 3).

Tabela 3 – Valores médios das variáveis consumo de ração (CR), consumo de metionina + cistina (CMC), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB) e uniformidade (UNIF) de codornas de corte, alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis durante o período de 8 a 14 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81		
CR (g/ave)	86,46	90,08	93,68	91,55	91,46	3,81	0,0017
CMC (mg/ave)	67,62	74,77	83,38	86,93	92,38	4,83	0,0001
GP (g/ave)	44,27	49,73	51,43	53,27	53,18	5,65	0,0001
CA (g/g)	1,95	1,81	1,82	1,71	1,73	4,77	0,0001
VIAB (%)	98,43	98,43	98,43	98,43	100,0	3,98	0,4689
UNIF (%)	54,68	62,50	67,18	67,18	73,43	34,23	0,0447

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig = Significância.

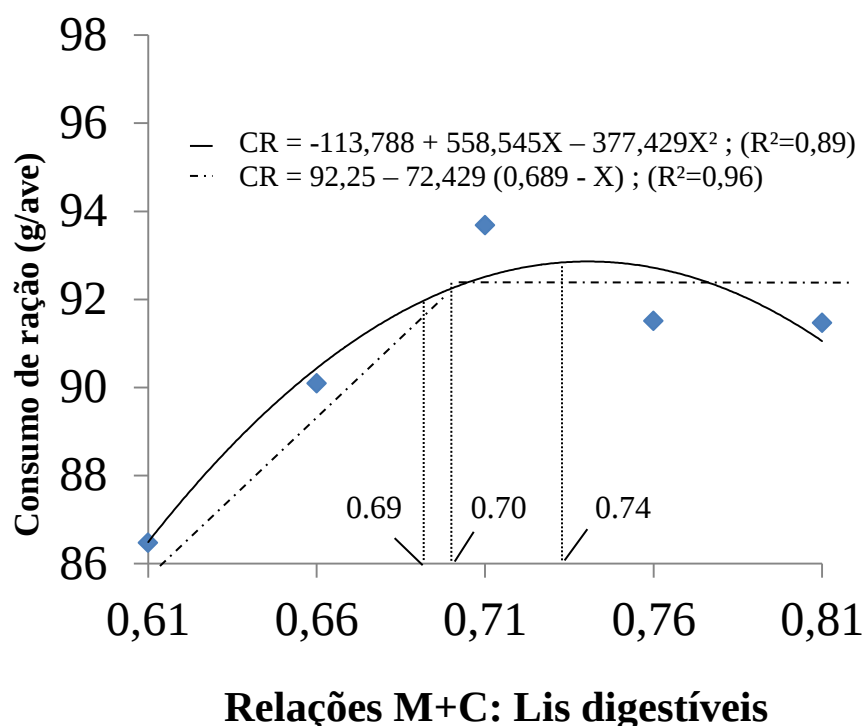


Figura 3 – Relações metionina + cistina: lisina digestíveis sobre o consumo de ração de codornas de corte de 8 a 14 dias de idade.

As maiores relações (0,76 e 0,81) podem ter apresentado excesso de aminoácidos sulfurosos, assim para manter o equilíbrio da quantidade ingerida de metionina + cistina, as codornas reduziram o consumo de ração. Trabalhando com níveis de metionina + cistina total (0,73 a 1,03%), durante o período de 1 a 21 dias, com codornas de corte, Ferreira *et al.* (2012), observaram aumento no consumo de ração de acordo com a elevação dos níveis metionina + cistina total, concluindo que o melhor nível para esta variável é de 0,94%, correspondendo à relação de 0,72 metionina + cistina: lisina total. Porém, Corrêa *et al.* (2006) avaliaram níveis (0,73 a 1,03%) de metionina + cistina total para codornas de corte, durante a fase de 7 a 21 dias de idade e não observaram efeito para o consumo de ração com a elevação dos níveis de metionina + cistina total estudados.

O consumo de metionina + cistina digestível foi influenciado ($P<0,01$) de forma linear crescente ($CMC = -6,92 + 123,891X$; $R^2 = 0,89$) de acordo com o aumento as relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração, sendo justificado pelas maiores relações estudadas.

Houve aumento ($P\leq 0,01$) do ganho em peso em função das crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração até à relação de 0,78, estimada pela equação de regressão quadrática: $GP = -135,169 + 484,518X - 311,245X^2$; $R^2 = 0,98$, e até à relação de 0,73, de acordo com o modelo LRP ($GP = 53,224 - 70,718 (0,726 - X)$; $R^2 = 0,82$). Pela

intersecção da equação quadrática com a LRP, obtém-se a relação de 0,75 metionina + cistina: lisina digestíveis, sendo aquela que melhor representa o ganho em peso das aves (Figura 4). Este resultado é semelhante ao apresentado por Corrêa *et al.* (2006), que embora não tenham encontrado efeito para o consumo de ração, observaram efeito para o peso corporal e ganho em peso e estimaram o nível de 0,95% metionina + cistina total, o que corresponde à relação metionina + cistina: lisina total de 0,73.

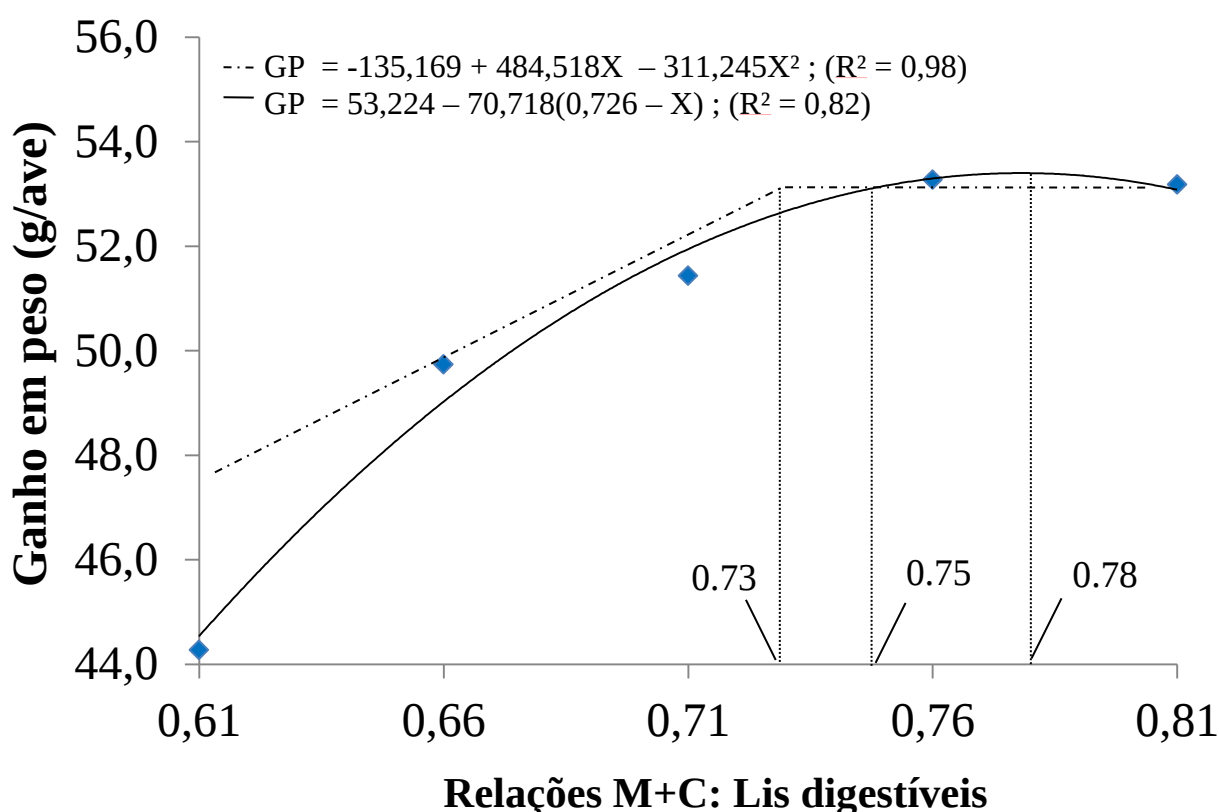


Figura 4 – Relações metionina + cistina: lisina digestíveis sobre o ganho em peso de codornas de corte de 8 a 14 dias de idade.

De acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração houve melhora ($P \leq 0,01$) na conversão alimentar, segundo a equação de regressão: $CA = 2,585 - 1,094X$; $R^2 = 0,82$. O aumento do ganho em peso associado a uma melhora na conversão alimentar, pode ser um indicativo de que rações balanceadas aumentam a eficiência de utilização dos nutrientes ingeridos para maximizar o crescimento corpóreo.

A uniformidade das aves foi influenciada ($P < 0,05$) em função do aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração até à relação de 0,70, conforme a equação $UNIF = -903,042 + 2798,571X - 2003,571X^2$; $R^2 = 0,71$. Não se observou influência ($P \geq 0,05$) das relações metionina + cistina: lisina digestíveis sobre a viabilidade das codornas.

3. Desempenho de codornas de corte de 15 a 21 dias de idade

Para a fase de 15 a 21 dias de idade as médias de temperaturas registradas de máxima e mínima foram, respectivamente, $35,2^{\circ}\text{C} \pm 2,99$ e $26,57^{\circ}\text{C} \pm 2,68$. Considerando as recomendações de temperaturas para criação de codornas de corte nesta idade, propostas por Murakami e Ariki (1998), as aves foram submetidas às temperaturas fora da zona de conforto térmico, devido aos horários mais quentes do dia.

O consumo de ração aumentou ($P < 0,01$) em função das crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração (Tabela 4) de acordo com a equação: $\text{CR} = 111,157 + 39,803X$; $R^2 = 0,75$. No entanto, o modelo LRP ($\text{CR} = 142,3 - 69,983(0,728 - X)$; $R^2 = 0,83$) ajustou-se aos resultados, estimando a relação de 0,73 metionina + cistina: lisina digestíveis. Como as rações permaneceram isoproteicas e isocalóricas, e ainda, as maiores relações (0,71 a 0,81) determinaram o início de um platô para o consumo de ração, provavelmente, a maior relação pode ter apresentado excesso de aminoácidos sulfurosos, assim para manter em equilíbrio a quantidade de metionina + cistina ingerida, as aves reduziram o consumo de ração.

Tabela 4 – Valores médios das variáveis consumo de ração (CR), consumo de metionina + cistina (CMC), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB) e uniformidade (UNIF) de codornas de corte, alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis durante o período 15 a 21 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81		
CR (g/ave)	134,08	137,25	141,06	143,35	141,15	4,32	0,0067
CMC (mg/ave)	101,90	113,92	125,55	136,19	142,57	4,27	0,0014
GP (g/ave)	61,24	64,99	66,83	69,43	70,11	4,76	0,0001
CA (g/g)	2,19	2,11	2,11	2,06	2,01	3,77	0,0001
VIAB (%)	98,90	97,11	98,07	98,71	99,03	3,29	0,5689
UNIF (%)	70,22	70,27	66,82	75,42	78,68	16,85	0,1150

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig = Significância.

O consumo de metionina + cistina digestível aumentou de forma linear ($P < 0,01$) de acordo com a concentração desses aminoácidos na ração ($\text{CMC} = - 22,493 + 206,42X$; $R^2 = 0,97$) e também devido ao aumento de consumo de ração pelas aves.

O ganho em peso foi influenciado ($P < 0,01$) de forma linear ($\text{GP} = 35,376 + 43,903X$; $R^2 = 0,95$) em função do aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração das codornas. No entanto, o modelo LRP ($\text{GP} = 70,117 - 52,441 (0,770 - X)$; $R^2 = 0,96$) foi o que melhor se ajustou aos resultados, sendo possível estimar a melhor relação metionina +

cistina: lisina digestíveis de 0,77. Esta estimativa encontra-se próxima da relação metionina + cistina: lisina digestíveis indicada por Silva e Costa (2009), de 0,76 para a fase de 1 a 21 dias de idade, para codornas de corte.

A conversão alimentar melhorou ($P \leq 0,01$), à medida que se elevou as relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações, de acordo com a equação linear decrescente: $CA = 2,677 - 0,813X$; $R^2 = 0,93$. O modelo LRP também se ajustou aos resultados, estimando a relação de 0,69 metionina + cistina: lisina digestíveis, de acordo com a equação $CA = 2,063 - 1,637(X - 0,69)$; $R^2 = 0,62$ (Figura 5). No entanto, pelos coeficientes de determinação obtidos verifica-se melhor ajuste pelo modelo linear. O consumo médio diário de metionina + cistina de 14,55 para 20,36 mg/ave/dia proporcionou uma melhora de 2,19 para 2,01 da relação de 0,61 para 0,81 de metionina + cistina: lisina digestíveis, o que corresponde à redução de aproximadamente 8,2% na conversão alimentar.

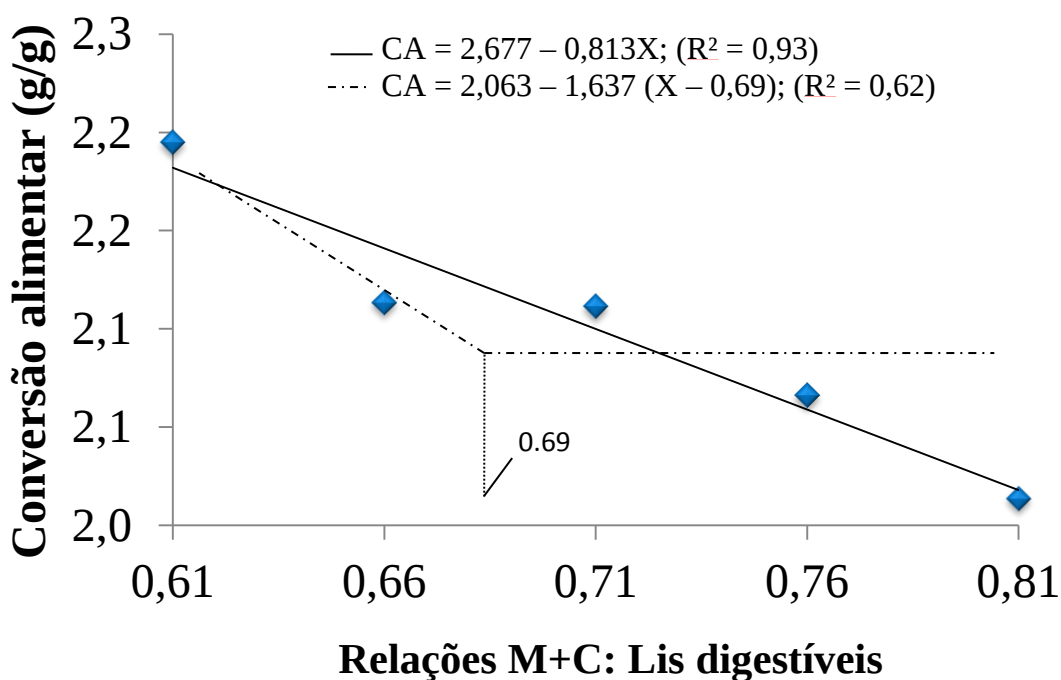


Figura 5 – Relações metionina + cistina: lisina digestíveis sobre a conversão alimentar de codornas de corte de 15 a 21 dias de idade.

As variáveis uniformidade e viabilidade das codornas não foram influenciadas ($P \geq 0,05$) de acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração.

CONCLUSÃO

Durante os períodos de 1 a 7, 8 a 14 e 15 a 21 dias de idade das codornas de corte, as relações de metionina + cistina: lisina digestíveis que otimizaram o ganho em peso foram de

0,81; 0,75 e 0,77. A relação 0,81 metionina + cistina: lisina digestíveis foi mais eficiente para a conversão alimentar das codornas em todas as fases avaliadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

COSTA, F.G.P.; OLIVEIRA, A.S.; LOBATO, G.B.V. *et al.* Exigências nutricionais para codornas europeias. In: V Simpósio Internacional e IV Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2013, Lavras, **Anais...** Lavras: Necta, 2013 p.85-99.

FERREIRA, F.; LÁZARO, S.F.; FONTES, D.O. *et al.* Desempenho de codornas de corte durante a primeira semana de vida alimentadas com diferentes níveis de metionina + cistina digestível. In: V Simpósio Internacional e IV Congresso Brasileiro de Coturnicultura, 2013, Lavras. **Anais...** Lavras: Necta, 2013.

FERREIRA, F.; CORRÊA, G.S.S.; CORRÊA, A.B. *et al.* Teor de metionina + cistina total para codornas de corte do grupo genético EV2 durante o período de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.665-674, 2012.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. Ingredient evaluation and diet formulation. In:_____ **Commercial Poultry Nutrition**. Guelph: Ed. Nottingham University Press, 5º ed. 2008a, p.413.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. Feeding programs for broiler chickens. In:_____ **Commercial Poultry Nutrition**. Guelph: Ed. Nottingham University Press, 5º ed. 2008b, p.413.

LIMA, H.J.D.; BARRETO, S.L.T.; MELO, D.S. *et al.* Relação entre metionina + cistina digestíveis e lisina digestível em dieta para codornas japonesas na fase pré-inicial. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p.926-931, 2011.

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. 1. ed. Jaboticabal. Ed. FUNEP, 1998, 79p.

OLIVEIRA NETO, A.R. Metabolismo e exigência de metionina. In: Sakomura, N.S. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Ed. FUNEP, 2014, p.218-239.

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.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1ª ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. p.383.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. Ed: Funep SP, 3ªed. Jaboticabal – SP, 2009, p.79 – 82.

TESSERAUD, S.; COUSTARD, S.M.; COLLIN, A. *et al.* Role of sulfur amino acids in controlling nutrient metabolism and cell functions: implications for nutrition. **British Journal of Nutrition**, v.101, p.1132–1139, 2009.

3.2 RELAÇÕES METIONINA + CISTINA: LISINA DIGESTÍVEIS PARA CODORNAS DE CORTE NA FASE DE TERMINAÇÃO

RESUMO: Foram desenvolvidos quatro experimentos para estimar as melhores relações metionina + cistina (M+C): lisina (Lis) digestíveis para codornas de corte, sendo dois experimentos realizados com codornas fêmeas e dois realizados com codornas machos, durante os períodos de 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. As aves foram submetidas a uma ração basal deficiente em metionina + cistina digestível, sendo esta suplementada com cinco níveis de DL-Metionina, em substituição ao ácido glutâmico e amido, resultando nas seguintes relações: 0,68; 0,73; 0,78; 0,83 e 0,88. Foram avaliados os parâmetros de consumo de ração, consumo de metionina + cistina, ganho em peso, conversão alimentar, uniformidade, viabilidade, rendimento de carcaça, empenamento das aves, composição química da carcaça e balanço de nitrogênio. Não houve efeito das relações M+C: Lis digestíveis durante o período de 22 a 28 dias para as aves machos, entretanto, para as fêmeas observou-se efeito para o consumo de ração, consumo de metionina + cistina e ganho em peso. No período de 29 a 35 dias para os machos observou-se efeito para o consumo de ração, consumo de metionina + cistina, ganho em peso, extrato etéreo da carcaça, rendimento de coxa e sobrecoxa, proteína bruta da carcaça e balanço de nitrogênio frente às crescentes relações M+C: Lis estudadas. No entanto, para as fêmeas não houve efeito em nenhuma das variáveis estudadas. Recomendam-se as relações M+C: Lis digestíveis de 0,79 e 0,68 para as fêmeas durante os períodos de 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade, respectivamente. Para as codornas machos durante os períodos de 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade, recomendam-se as relações M+C: Lis digestíveis 0,68 e 0,88, respectivamente.

Palavras-chave: aminoácidos, balanço de nitrogênio, composição corporal, proteína ideal

Abstract: Four experiments were carried to estimate the best relations between methionine and cystine (M+C): digestibles lysine (Lys) for quails, two of those were carried out with female and the other two with male quails, during periods of 22 to 28 and 29 to 35 days age. The experimental design was completely randomized with five treatments and eight replicates. The quails received a basal diet deficient in methionine and cystine, which were supplemented with five levels of DL-Methionine, replacing glutamic acid and starch, resulting in the following relations: 0.68, 0.73, 0.78, 0.83 and 0.88. The following parameters were evaluated: feed intake, cystine and methionine intake, weight gain, feed conversion, uniformity, viability, carcass yield, feathering of quails, chemical composition of the carcass and nitrogen balance. There was no effect of relations M+C: digestibles Lys for male quails with 22 to 28 days, however, female quails observed effect on feed intake, cystine + methionine intake and weight gain. Male quails with 29 to 35 days observed effect for feed intake, cystine + methionine intake, weight gain, ether extract in carcass, thigh and drumstick yield, crude protein in carcass and nitrogen balance for increasing relations of M+C: Lys studied. However, for females quail not found any effect of the variables. Relations of M+C: digestibles Lys of 0.79 and 0.68 are recommended for quails with 22 to 28 and 29 to 35 days of old, respectively. For male quails with 22 to 28 and 29 to 35 days of old, the recommended relation M+C: digestibles Lys 0.68 and 0.88, respectively.

Keywords: amino acids, body composition, ideal protein, nitrogen balance

INTRODUÇÃO

A exploração comercial de carne de codorna no Brasil já ocupa posição de destaque, estando entre os maiores produtores mundiais. Para os consumidores que buscam iguarias diferenciadas, a carne de codorna é considerada exótica e de boa qualidade e pode ser encontrada em prateleiras de supermercados a preços acessíveis. Tendo em vista o potencial de expansão e comercialização para a coturnicultura de corte, a indústria avícola aposta na criação de codornas de corte como uma atividade lucrativa.

Quando formulada uma ração com base em proteína bruta ou aminoácidos totais, esta resultará em níveis de aminoácidos acima das exigências dos animais. Os aminoácidos em excesso sofrerão desaminação, o nitrogênio será excretado na forma de ácido úrico pelas aves e o esqueleto carbônico convertido em lipídios e armazenados nos adipócitos. Este processo catabólico resulta em gasto energético, maior poluição ambiental, maior incremento calórico e maior teor de gordura na carcaça. Além disso, as fontes proteicas representam um custo oneroso da ração, sendo economicamente viável evitar desperdícios ao ofertá-las aos animais.

Segundo Longo *et al.* (2001), a proteína é fundamental para o crescimento das aves, por estar diretamente relacionada com processos fisiológicos vitais do organismo, e as exigências de proteína variam consideravelmente de acordo com a taxa de crescimento e sexo das aves, devido às diferenças fisiológicas do aparelho reprodutivo.

Com base nessas informações os nutricionistas buscam formular rações com menores níveis de proteína bruta e melhores relações aminoacídicas, de acordo com a fase de produção das aves. Para as codornas de corte a metionina é o primeiro aminoácido limitante em rações formuladas principalmente por milho e farelo de soja, pois exigem grandes quantidades deste aminoácido para o crescimento, manutenção e formação de penas. E a lisina, é o segundo aminoácido limitante, sendo utilizada como referência para calcular rações de acordo com o conceito de proteína ideal.

Com base nestes relatos, objetivou-se com este trabalho estimar as melhores relações metionina + cistina (M+C): lisina (Lis) digestíveis em rações para codornas europeias durante os períodos de 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade, machos e fêmeas, e seus efeitos sobre os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e empenamento, composição química da carcaça e o balanço de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos quatro experimentos no Laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, do Departamento de Zootecnia, Campus JK, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), durante o período de maio a dezembro de 2013.

Foram avaliadas quatro fases em função da idade e do sexo de codornas de corte (*Coturnix coturnix*), resultando nos seguintes estágios produtivos: 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade para machos e fêmeas. As aves foram alojadas em gaiolas confeccionadas de arame galvanizado (60 largura x 60 comprimento x 35 altura, cm), dispostas em três baterias de quatro andares, contendo em cada gaiola um bebedouro tipo copo de pressão e um comedouro tipo calha, posicionado na parte frontal da gaiola. A temperatura ambiental (máxima e mínima) foi monitorada e registrada duas vezes ao dia (8:00h e 15:00h) com o auxílio de termômetros digitais instalados em cada bateria.

No primeiro experimento foram utilizadas 560 codornas de corte fêmeas, durante o 22^o ao 28^o dias de idade. As aves foram inicialmente pesadas ($151,9 \pm 0,62$ g) e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e quatorze aves por parcela. Para o segundo experimento foram utilizadas 280 codornas de corte fêmeas, durante o 29^o ao 35^o dias de idade. As aves foram pesadas ($213,82 \pm 1,17$ g) e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e sete aves por parcela.

No terceiro e quarto experimento foram utilizadas 280 codornas de corte machos, durante o 22^o ao 28^o e 29^o e 35^o dias de idade, em cada. As aves foram inicialmente pesadas ($153,91 \pm 1,21$ g e $201,89 \pm 2,26$ g), respectivamente, e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e sete aves por parcela. As aves do experimento anterior não foram utilizadas nos demais experimentos, portanto, o número de codornas utilizadas nas parcelas experimentais dependeu da porcentagem de nascimentos do incubatório da UFVJM.

As aves foram alimentadas com uma ração formulada principalmente com milho e farelo de soja, contendo 0,63% de metionina + cistina digestível, correspondendo à relação de metionina + cistina digestível de 0,68. Esta ração foi suplementada com 5 níveis de DL-Metionina (99%), em substituição ao ácido glutâmico em equivalente proteico e ao amido em

equivalente energético, correspondendo às relações metionina + cistina: lisina digestíveis de 0,68; 0,73; 0,78; 0,83 e 0,88, de modo que todas as rações permaneceram isoproteicas e isoenergéticas.

As rações experimentais (Tabela 1) foram balanceadas com base no conteúdo aminoacídico digestível dos alimentos, apresentado por Rostagno *et al.* (2011), e segundo as exigências nutricionais recomendadas por Silva e Costa (2009), exceto para lisina digestível, que adotou-se o nível subótimo, correspondente a subtração de 10% do nível recomendado. Foram mantidas as relações aminoacídicas com a lisina para a arginina, isoleucina, triptofano, treonina e valina digestíveis propostas por Silva e Costa (2009), exceto para metionina + cistina: lisina digestíveis. Para assegurar ausência de deficiências, foram acrescentados 3% nas exigências de cada aminoácido, exceto para lisina e metionina + cistina digestível.

As características de desempenho avaliadas foram o consumo de ração (g/ave), consumo de metionina + cistina (mg/ave), ganho em peso (g/ave), conversão alimentar (g/g), uniformidade (%) e viabilidade (%). Ao final de cada experimento foi realizada a divisão da quantidade de ração consumida pelo número de aves de cada parcela, a fim de se obter o consumo de ração por ave, sendo corrigido pela mortalidade, quando houve. Todas as aves foram pesadas ao início e ao término do experimento, para determinação do ganho em peso. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho em peso.

A uniformidade foi determinada pela pesagem de todas as aves individualmente de cada unidade experimental, sendo expressa como a porcentagem dos pesos que se encontravam com variação de $\pm 10\%$ da média de peso do lote.

Para a determinação da viabilidade das aves, a mortalidade das codornas foi registrada diariamente, subtraída do número total de aves vivas, sendo os valores obtidos, convertidos em porcentagem no final do período.

Aos 35 dias de idade, quatro codornas de cada unidade experimental, foram selecionadas aleatoriamente para determinação das características de rendimento de carcaça e de cortes, peso de penas e composição química da carcaça em extrato etéreo, proteína bruta e umidade. O abate das aves foi realizado de acordo com as normas da Lei nº 11794 (agosto de 2008) do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA (Brasil, 2008), de acordo com o protocolo experimental aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) com o número: 032/2012.

Para determinar o peso corporal, após jejum alimentar de 6 horas, as aves foram pesadas individualmente e identificadas com etiqueta na pata. Foi procedida a insensibilização pela secção da medula espinhal, seguida por sangria com espera por dois minutos, realizado a

escaldagem com a temperatura controlada de 53 a 55°C, por 20 a 40 segundos e retiradas as penas em depenadeira elétrica, em seguida foi realizado a etapa de evisceração. As carcaças evisceradas foram colocadas em banho pré-chiller em temperatura de 4°C, por aproximadamente 30 minutos.

Tabela 1- Composição e valor nutricional das rações experimentais, na matéria natural, para codornas de corte de 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade

Ingredientes	Relações metionina + cistina: lisina				
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88
Milho Moído	61,09	61,09	61,09	61,09	61,09
Farelo de Soja (45%)	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45
Glúten de Milho (60%)	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70
Calcário Calcítico	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Fosfato Bicálcico	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Sal Comum	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Mistura Mineral ⁽¹⁾	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Mistura Vitamínica ⁽²⁾	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloreto de Colina (60%)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
DL- Metionina (99%)	0,00	0,04	0,09	0,13	0,19
L- Arginina (99%)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
L-Glutâmico (99,4%)	0,50	0,45	0,40	0,36	0,30
Amido	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição calculada					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína Bruta (%)	21,73	21,73	21,73	21,73	21,73
Cálcio (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo Disponível (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Fibra Bruta (%)	2,70	2,70	2,70	2,70	2,70
Aminoácidos digestíveis (%)					
Lisina	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Metionina + Cistina	0,630	0,670	0,720	0,760	0,810
Triptofano	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
Treonina	0,733	0,733	0,733	0,733	0,733
Arginina	1,370	1,370	1,370	1,370	1,370
Isoleucina	0,843	0,843	0,843	0,843	0,843
Valina	0,927	0,927	0,927	0,927	0,927

⁽¹⁾kg de produto: Cobalto: 2g, Cobre: 20g, Ferro: 100g, Iodo: 2g, Manganês: 160g, Zinco: 100g, Veículo q.s.p.: 1000g. ⁽²⁾kg de produto: Ácido fólico: 700 mg, Ácido pantotênico: 10.000 mg, BHT 1000mg, Biotina: 20 mg,

Niacina: 30 mg, Vit. A: 6.000.000 U.I., Vit B₁: 1.200 mg, Vit. B₁₂: 7.000 mcg, Vit B₂: 4.000 mg, Vit B₆: 2.400 mg, Vit D₃: 1.200.000 U.I., Vit. E: 12.000 U.I., Vit. K₃: 1.2000 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

Em seguida foram realizados os cortes para obtenção do peso da carcaça (sem pés e cabeça) e peso de cortes nobres (peito e coxa+sobrecoxa). Foram avaliadas as características: peso de carcaça (g/ave), rendimento de carcaça (%), rendimento de peito (%) e rendimento de coxa+sobrecoxa (%). O rendimento de carcaça foi obtido em relação ao peso corporal e os rendimentos de peito e de coxa+sobrecoxa foram obtidos em relação ao peso da carcaça, ambos multiplicados por 100.

Para determinar o peso de penas, utilizaram-se duas aves amostradas por unidade experimental, totalizando 16 codornas por tratamento, que foram pesadas imediatamente após a etapa de insensibilização. Depois de sacrificadas, foi procedida realização da escaldagem e a retirada das penas manualmente, posteriormente as aves foram secas com papéis toalha e pesadas novamente. O peso das penas foi obtido pela diferença do peso das codornas com penas menos o peso sem penas.

Essas mesmas aves foram usadas para determinar a composição química da carcaça em proteína bruta, extrato etéreo e matéria seca. Para isso, as carcaças foram evisceradas manualmente, congeladas (-18°C) e conservadas em sacos plásticos devidamente identificados. Posteriormente as carcaças (com pés e cabeça) foram moídas em moinho de carne industrial, homogeneizadas, pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 96 horas para a realização da pré-secagem. As carcaças pré-secas foram moídas em moinho tipo bola, e seguiram para análises da composição química da carcaça, conforme metodologia descrita por Silva e Queiróz (2004).

O balanço de nitrogênio foi determinado no período de 29 a 35 dias de idade, assim, durante o 30^o ao 34^o dias de idade das codornas, foi realizada a técnica de coleta total de excretas. As excretas foram coletadas, desprovidas de penas e ração, duas vezes ao dia, acondicionadas em sacos plásticos identificados e congelados (-18°C) para posteriores análises. As excretas foram homogeneizadas e pesadas de acordo com as respectivas parcelas e após estes procedimentos uma amostra representativa de 100 g foi pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 36 horas. As amostras foram moídas em moinho de facas com peneira de 0,01 cm. O cálculo do balanço de nitrogênio foi determinado pela diferença entre o consumo e a excreção de nitrogênio. As análises da ração e excretas foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiróz (2004), para matéria seca e nitrogênio total.

Os resultados das variáveis avaliadas foram submetidos às análises de variância, conforme os modelos de regressão polinomial simples ou quadrática e *Linear Response Plató*

(LRP). Quando possível o ajuste simultâneo dos modelos, a estimativa da melhor relação foi obtida por meio da primeira intersecção da equação quadrática com o platô do LRP, conforme descrito por Sakomura e Rostagno (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Codornas de corte fêmeas de 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade

As temperaturas médias obtidas durante o período experimental das codornas de corte fêmeas foram de $27^{\circ}\text{C} \pm 1,94$ (máxima) e $21,1^{\circ}\text{C} \pm 2,37$ (mínima) durante o período de 22 a 28 dias e $27,9^{\circ}\text{C} \pm 2,99$ (máxima) e $21,87 \pm 0,97$ (mínima) durante o período de 29 a 35 dias de idade. Segundo Murakami e Ariki (1994), a partir da terceira semana de vida as codornas não requerem mais o aquecimento artificial, ou seja, devem ser criadas em temperatura ambiente, pois já possuem bom empenamento. No entanto, pelas temperaturas de máxima e mínima registradas, pode-se dizer que as aves permaneceram em situações moderadas por períodos de calor e frio, tendo em vista os relatos de Souza (2013), que informou que as temperaturas de conforto térmico durante a quarta e quinta semana de vida das codornas de corte são de 26°C e 25°C , respectivamente.

Durante o período de 22 a 28 dias de idade observou-se efeito linear ($P \leq 0,01$) crescente para o consumo de ração ($\text{CR} = 132,646 + 43,558X$; $R^2 = 0,73$) de acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração (Tabela 2). Entretanto, Corrêa *et al.* (2006) ao avaliarem níveis crescentes de metionina + cistina total (0,73 a 1,03%) na ração de codornas de corte durante o período de 22 a 42 dias de idade, não observaram efeito para o consumo de ração.

O consumo de metionina + cistina digestível ($\text{CMC} = -25,11 + 185,397X$; $R^2 = 0,98$) aumentou linearmente ($P < 0,01$) com as crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração, sendo devido ao aumento do consumo de ração e também às crescentes suplementações de metionina para atingir as relações metionina + cistina: lisina estudadas.

Houve aumento ($P < 0,05$) no ganho em peso em função do aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração, até à relação de 0,79, estimada pela equação de regressão quadrática: $\text{GP} = -214,906 + 680,441X - 417,690X^2$; $R^2 = 0,85$. Tomando-se o valor de lisina digestível calculado em 0,92%, determina-se que a exigência de metionina + cistina para esta variável é de 0,72%, o que corresponde ao consumo de metionina + cistina digestível de 123,98 mg/ave para o período avaliado.

Tabela 2 – Valores médios do consumo de ração (CR), consumo de metionina + cistina (CMC), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB) e uniformidade (UNIF) de codornas de corte fêmeas, alimentadas com crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis durante o período de 22 a 28 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
CR (g/ave)	160,66	163,92	170,04	168,95	169,26	3,56	0,003
CMC (mg/ave)	100,36	109,19	122,42	128,40	137,10	3,73	0,003
GP (g/ave)	55,07	57,74	63,39	61,17	60,61	8,88	0,035
CA (g/g)	2,92	2,84	2,69	2,77	2,81	6,16	0,061
VIAB (%)	98,97	100,00	95,53	97,32	100,00	2,95	0,939
UNIF (%)	78,01	71,13	78,11	79,60	78,57	17,90	0,538

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

Este resultado diverge do encontrado por Castro *et al.* (2013) ao estudarem níveis crescentes (0,73 a 1,03%) de metionina + cistina total, para codornas de corte durante o período de 22 a 35 dias de idade, e não observaram efeito para o ganho em peso. E ainda, Corrêa *et al.* (2006), observaram que o ganho em peso diminuiu de acordo com o aumento dos níveis de metionina + cistina total nas rações. A relação metionina + cistina: lisina digestíveis que proporcionou a melhor resposta para o ganho em peso neste estudo está próxima à relação de 0,78 metionina + cistina: lisina digestível preconizada por Silva e Costa (2009) para codornas de corte não sexadas, criadas durante o período de 22 a 42 dias de idade.

As variáveis conversão alimentar, viabilidade e uniformidade das codornas de corte durante o período de 22 a 28 dias de idade não foram influenciadas ($P \geq 0,05$) de acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração.

Durante o período de 29 a 35 dias de idade não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para o consumo de ração (Tabela 3). No entanto, o consumo de metionina + cistina das aves aumentou ($P < 0,01$) de forma linear de acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração, segundo a equação: $CMC = 4,392 + 270,458X$; $R^2 = 0,99$. Como não houve efeito significativo sobre o consumo de ração, o efeito linear sobre o consumo de metionina + cistina digestível, foi em resposta aos crescentes níveis de metionina + cistina digestível das rações.

Não houve efeito significativo ($P \geq 0,05$) para o ganho em peso e para conversão alimentar das codornas de corte frente às crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração. Portanto, a menor relação de 0,68 metionina + cistina: lisina digestíveis foi suficiente para atender às exigências de crescimento das codornas fêmeas neste período. Segundo Vieira *et al.* (2004), o consumo de rações com o teor de aminoácidos acima das reais

exigências metabólicas das aves podem provocar alterações fisiológicas que influenciam na ingestão voluntária, desencadeando menor conversão alimentar, fato não observado no presente estudo por não ter influenciado estas variáveis.

Tabela 3 – Valores médios do consumo de ração (CR), consumo de metionina + cistina (CMC), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB) e uniformidade (UNIF) de codornas de corte fêmeas, alimentadas com crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis durante o período de 29 a 35 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV* (%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
CR (g/ave)	299,90	299,89	299,91	299,90	299,90	0,03	0,328
CMC (mg/ave)	188,94	200,93	215,94	227,93	242,92	0,31	0,004
GP (g/ave)	48,73	50,21	53,46	51,35	49,85	18,22	0,755
CA (g/g)	6,35	5,98	5,69	5,99	6,26	14,51	0,877
VIAB (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,958
UNIF (%)	63,69	73,21	78,57	66,07	75,00	21,35	0,369

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

A viabilidade e a uniformidade das codornas fêmeas, não foram influenciadas ($P \geq 0,05$) frente às crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração.

Não houve efeito ($P \geq 0,05$) para o peso corporal, peso da carcaça, rendimento de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa das codornas alimentadas com as crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios do peso corporal (PCP), peso da carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa+sobrecoxa (RCS) e peso de penas (Pen) de codornas de corte fêmeas alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis aos 35 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
PCP (g/ave)	275,65	263,20	274,50	252,20	259,40	6,71	0,104
PC (g/ave)	203,20	201,02	192,24	184,65	206,27	6,62	0,602
RC (%)	73,73	76,79	74,46	73,37	76,69	8,38	0,687
RP(%)	43,10	43,04	46,21	42,70	42,64	8,07	0,583
RCS(%)	22,15	22,93	24,52	23,07	23,09	9,30	0,323
Pen (g/ave)	12,33	12,44	12,34	11,67	11,49	8,15	0,077

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

De forma semelhante, Santos *et al.* (2005), Silva *et al.* (2005), Silva *et al.* (2007), Scherer (2009), Corrêa *et al.* (2010), também não encontraram efeito para as características de rendimento de carcaça e cortes nobres em codornas de corte aos 35 dias de idade alimentadas com crescentes níveis de metionina + cistina na ração. Entretanto, ao considerar estudos com frangos de corte, Tavernari *et al.* (2014) ao avaliarem relações metionina + cistina: lisina digestíveis para frangos fêmeas abatidas aos 35 dias de idade, observaram efeito sobre peso da carcaça, de peito, filé de peito e peso de coxa+sobrecoxa.

O peso de penas das codornas não foi influenciado ($P \geq 0,05$) pelas crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração, indicando que o nível mais baixo utilizado para esta fase (29 a 35 dias) não interferiu de forma negativa na quantidade de penas das aves. Resultados semelhantes foram relatados por Lorençon (2008) e Scherer (2009), que não observaram efeito no empenamento de codornas de corte alimentadas com crescentes níveis de metionina + cistina digestíveis na ração, durante a fase de 15 a 35 dias de idade. No entanto, aos 14 dias de idade, Lorençon (2008) observou efeito quadrático da porcentagem de penas e estimou o melhor nível de metionina + cistina digestíveis de 1,13%, o que equivale à relação metionina + cistina: lisina digestíveis de 0,79. Segundo Leeson e Summers (2008), o crescimento das penas das aves é constante, no entanto, as aves jovens passam por duas a três mudas, especialmente durante o 7º ao 14º dia de idade, no qual o desenvolvimento das penas é sensível à disponibilidade de aminoácidos sulfurosos na corrente sanguínea. Dessa forma, a exigência de aminoácidos sulfurosos para o empenamento é mais elevada para as fases pré-iniciais e de crescimento, o que pode justificar o resultado não significativo observado.

Os teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo das carcaças das aves não foram influenciados ($P \geq 0,05$) em função das crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) da carcaça de codornas de corte fêmeas alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis aos 35 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
MS (%)	29,84	31,14	32,40	29,31	32,48	4,74	0,214
PB (%)	56,71	56,76	56,05	58,12	56,57	7,23	0,817
EE (%)	29,70	30,73	30,93	30,19	30,99	11,94	0,409

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

Contudo, Lorençon (2008) ao avaliar o efeito dos níveis crescentes de metionina + cistina digestíveis na ração para codornas de corte, não sexadas, durante o período de 15 a 35 dias de idade, observou menor teor de água e maior teor de gordura na carcaça ao nível de 0,90% de metionina + cistina digestível. Segundo Kalinoswski *et al.* (2003) os aminoácidos em excesso ingeridos e absorvidos, quando não são utilizados para formação da proteína, são utilizados para o metabolismo energético, contribuindo assim para a deposição de gordura corporal, porém, este fato não foi observado neste experimento. Durante o processo de evisceração é removido o aparelho reprodutor e a gordura abdominal, o que pode ter comprometido os resultados das análises de composição química da carcaça. Segundo Silva *et al.* (2011) as codornas de corte apresentam o pico máximo de taxa de crescimento aos 27 dias,

provavelmente, o período de maior deposição de proteína e água na carcaça, depois a taxa de crescimento diminui e o ganho passa a ter um retorno progressivamente decrescente, com aumento da deposição de gordura em vísceras, retenção de nutrientes no ovário-oviduto e da exigência de energia dietética.

O balanço de nitrogênio não apresentou efeito significativo ($P \geq 0,05$) em função do aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração (Tabela 6), mas em todas as relações estudadas, apresentou resultado negativo, ou seja, a excreção foi intensa. Segundo Scottá *et al.* (2012), o balanço de nitrogênio tende a ser positivo para frangos em crescimento, devido a estes estarem retendo nitrogênio para a deposição de proteína corporal. Deste modo, os resultados negativos observados no presente estudo são justificados pela idade avançada das codornas. Do mesmo modo, com o aumento do consumo de metionina + cistina digestível pelas codornas, este não foi suficiente para aumentar a capacidade em reter o nitrogênio no organismo, pois as aves atingiram a fase adulta e o maior consumo de aminoácidos sulfurosos não contribuiu para o metabolismo proteico da carcaça e sim para o metabolismo energético, processo pelo qual o nitrogênio é excretado na forma de ácido úrico.

Tabela 6 – Valores médios do balanço de nitrogênio (BN) de codornas de corte fêmeas alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis

Variável	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
BN	-0,270	-0,181	-0,299	-0,300	-0,293	51,83	0,291

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

2. Codornas de corte machos de 22 a 28 e 29 a 35 dias de idade

As temperaturas médias obtidas durante o período experimental das codornas de corte machos foram $28,67 \pm 1,57$ (máxima) e $23,03 \pm 1,04$ (mínima) durante o período de 22 a 28 dias e $28,26 \pm 1,89$ (máxima) e $22,59 \pm 2,09$ (mínima) durante o período de 29 a 35 dias de idade. Com base nesses valores, pode-se inferir que as temperaturas médias (máxima e mínima) ficaram fora da zona de conforto térmico, pois de acordo com Souza (2013) as temperaturas de 26 e 25°C, são as temperaturas de conforto térmico para codornas de corte criadas durante a terceira e quarta semana de vida, respectivamente.

As crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações das codornas não influenciaram ($P > 0,05$) as variáveis de desempenho durante o período 22 a 28 dias de idade (Tabela 7). Portanto, a menor relação (0,68) de metionina + cistina: lisina digestíveis foi suficiente para atender às exigências de crescimento das codornas de machos.

Tabela 7 – Valores médios do consumo de ração (CR), consumo de metionina + cistina (CMC), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB) e uniformidade (UNIF) de codornas de corte machos, alimentadas com crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis durante o período de 22 a 28 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
CR (g/ave)	177,83	181,41	182,41	177,85	180,35	3,26	0,8217
CMC (mg/ave)	100,36	109,19	122,42	128,40	137,10	3,09	0,6801
GP (g/ave)	53,72	56,46	58,99	54,66	59,23	8,01	0,0768
CA (g/g)	3,14	3,22	3,09	3,26	3,04	5,21	0,3768
VIAB (%)	100	100	100	100	100	0,00	0,2468
UNIF (%)	77,97	72,91	78,57	73,21	76,78	18,03	0,8924

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

Durante o período de 29 a 35 dias de idade observou-se efeito linear ($P < 0,01$) crescente para o consumo de ração ($CR = 153,276 + 75,103X$; $R^2 = 0,59$) de acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração (Tabela 8).

O consumo de metionina + cistina digestível ($CMC = -37,53 + 243,589X$; $R^2 = 0,98$) aumentou linearmente ($P < 0,01$) com as crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações, sendo devido ao aumento do consumo de ração e às crescentes suplementações de metionina para atingir as relações estudadas.

Tabela 8 – Valores médios do consumo de ração (CR), consumo de metionina + cistina (CMC), ganho em peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade (VIAB) e uniformidade (UNIF) de codornas de corte machos, alimentadas com crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis durante o período de 29 a 35 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
CR (g/ave)	204,67	205,35	211,60	224,10	213,42	4,87	0,0026
CMC (mg/ave)	128,94	137,59	152,36	170,32	173,83	4,97	0,0077
GP (g/ave)	42,41	47,15	49,00	50,58	49,46	12,83	0,0160
CA (g/g)	4,87	4,40	4,35	4,53	4,38	11,16	0,1581
VIAB (%)	100	100	100	100	100	0,00	0,2751
UNIF (%)	76,48	83,92	75,00	82,14	92,85	18,22	0,0721

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

Houve aumento ($P < 0,05$) no ganho em peso em função do aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração de acordo com a equação linear $GP = 20,585 + 34,757X$; $R^2 = 0,74$. A equação do LRP ($GP = 49,645 - 94,779 (0,756 - X)$; $R^2 = 0,60$) também ajustou-se aos resultados, sendo a relação de 0,75 de metionina + cistina: lisina digestíveis, aquela que determina o início de um platô. Apesar de ter sido estimada uma relação com o modelo LRP para o ganho em peso, pelo modelo linear obtém-se melhor ajuste dos resultados, definido pelo coeficiente de determinação (maior R^2). O consumo médio diário de metionina + cistina de 18,42 para 24,82 mg/ave/dia proporcionou incremento no

ganho em peso de 6,05 para 7,06 g/ave/dia, de acordo com a relação metionina + cistina: lisina digestíveis de 0,68 para 0,88, o que corresponde ao incremento de aproximadamente 16,6% no ganho em peso durante o período. No entanto, a conversão alimentar não foi influenciada ($P \geq 0,05$) frente às crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações.

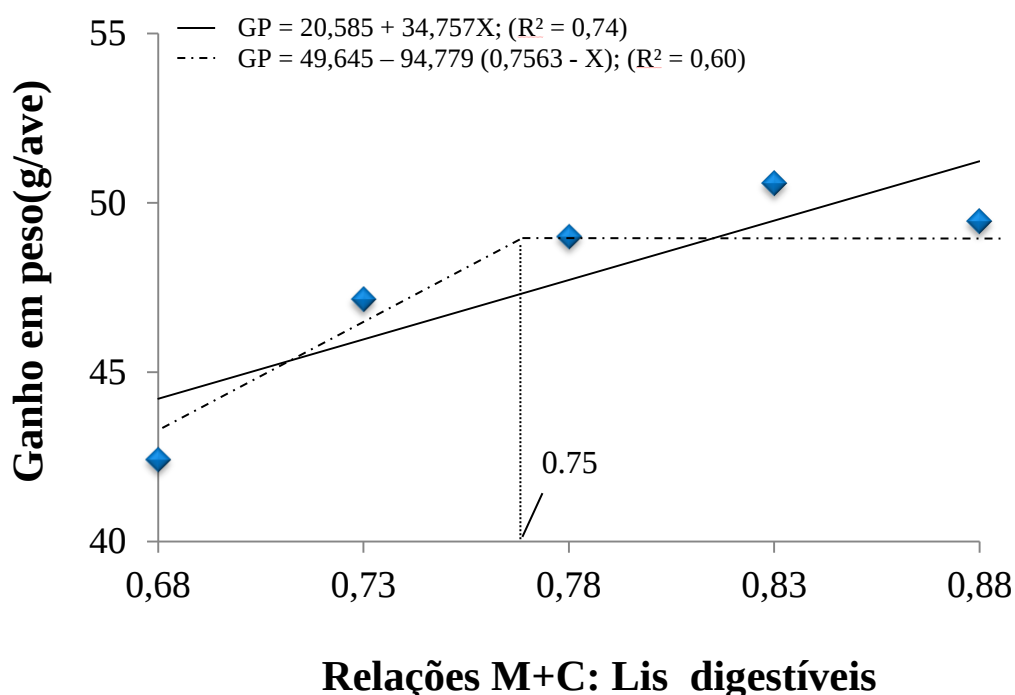


Figura 1 – Ganho em peso de codornas de corte machos de 29 a 35 dias de idade, representado pelas equações linear e LRP, em função das relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações.

As variáveis viabilidade e uniformidade das codornas de corte durante o período de 29 a 35 dias de idade não foram influenciadas ($P \geq 0,05$) de acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações.

Não houve efeito ($P \geq 0,05$) para o peso corporal, peso da carcaça, rendimento de carcaça e rendimento de peito das codornas alimentadas com as crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores médios do peso corporal (PCP), peso carcaça (PC), rendimento de carcaça (RC), rendimento de peito (RP), rendimento de coxa+sobrecoxa (RCS) e peso de penas (Pen) de codornas de corte machos alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis aos 35 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
PCP (g/ave)	245,90	245,27	258,13	248,25	246,43	5,43	0,3996
PC (g/ave)	186,13	187,16	198,26	191,10	189,15	5,55	0,4152

RC (%)	75,64	76,36	76,91	77,00	76,79	2,75	0,2193
RP (%)	38,59	38,20	39,47	39,31	38,65	4,58	0,5402
RCS (%)	23,76	23,90	22,73	22,38	22,80	4,54	0,0057
Pen (g/ave)	10,78	10,65	10,80	11,12	11,05	11,22	0,4576

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

No entanto, o rendimento de coxa+sobrecoxa diminuiu ($P<0,01$) de forma linear de acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações, segundo a equação: $RCS = 28,481 - 6,875X$; $R^2 = 0,84$. Corrêa *et al.* (2010), não encontraram efeito para as características de rendimento de carcaça e cortes nobres em codornas de corte aos 35 dias de idade alimentadas com diferentes níveis de metionina + cistina. Entretanto, ao considerar estudos com frangos de corte, Tavernari *et al.* (2014) ao avaliarem relações metionina + cistina: lisina digestíveis para frangos de corte, observaram aumento no peso de carcaça, de peito e filé de peito para frangos de corte machos abatidos aos 35 dias.

O peso de penas das codornas não foi influenciado ($P\geq 0,05$) pelas crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações, indicando que o nível mais baixo utilizado para esta fase (29 a 35 dias) não interferiu de forma negativa na quantidade de penas das aves. Leeson e Summers (2008) relatam que o crescimento das penas das aves é constante, e para as fases pré-iniciais e de crescimento, o desenvolvimento das penas é sensível à disponibilidade de aminoácidos sulfurosos na corrente sanguínea, assim a exigência desses aminoácidos para o empenamento é mais elevada durante o crescimento das aves.

Os teores de matéria seca das carcaças das aves não foram influenciados ($P\geq 0,05$) em função das crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações (Tabela 10). No entanto, as crescentes relações metionina + cistina: lisina digestíveis da ração influenciaram ($P<0,05$) de forma linear crescente a porcentagem de extrato etéreo da carcaça ($EE = 20,954 + 14,899X$; $R^2 = 0,70$) e de forma linear decrescente ($P<0,01$) a proteína bruta da carcaça ($PB = 74,184 - 21,883X$; $R^2 = 0,58$). Assim, à medida que se aumentou a relação metionina + cistina: lisina digestíveis nas rações, maior porcentagem de gordura e menor porcentagem de proteína bruta foi depositada na carcaça. Isso indica que as maiores relações estudadas desencadearam um desequilíbrio nutricional no organismo das aves, levando-as a desaminar os aminoácidos em excesso, não sendo aproveitados para a síntese de proteína corporal, mas sim para o metabolismo energético e consequentemente favoreceu a deposição de gordura corpórea. Segundo Kalinoswski *et al.* (2003) os aminoácidos em excesso ingeridos e absorvidos, quando não são utilizados para formação da proteína, são utilizados para o metabolismo energético, contribuindo assim para a deposição de gordura corporal.

Tabela 10 – Valores médios dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato

etéreo (EE) da carcaça de codornas de corte machos alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis aos 35 dias de idade

Variáveis	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
MS (%)	31,45	31,36	32,86	32,15	34,7	3,91	0,0922
PB (%)	58,02	59,33	57,2	57,80	53,42	6,16	0,0089
EE (%)	32,1	32,18	32,25	32,51	33,15	9,47	0,0390

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) do aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis na ração sobre o balanço de nitrogênio ($BN = 0,155 - 0,521X$; $R^2 = 0,98$) (Tabela 11). Para todas as relações estudadas, verificou-se resultado negativo, ou seja, a excreção nitrogenada foi se tornando mais intensa de acordo com o aumento das relações metionina + cistina: lisina digestíveis. Assim, justifica-se que com o aumento das relações metionina + cistina: lisina nas rações, os aminoácidos sulfurosos foram catabolizados pelo organismo das aves e a fração nitrogenada excretada, o que diminuiu a eficiência na retenção de nitrogênio pela ave, favorecendo a maior deposição de gordura corporal.

Tabela 11 – Valores médios do balanço de nitrogênio (BN) de codornas de corte machos alimentadas com relações crescentes de metionina + cistina: lisina digestíveis

Variável	Relações metionina + cistina: lisina digestíveis					CV*(%)	Sig.**
	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88		
BN	-0,205	-0,218	-0,248	-0,281	-0,305	32,50	0,0074

*CV= Coeficiente de variação; ** Sig. = Significância.

CONCLUSÃO

Para as codornas de corte fêmeas, de 22 a 28 dias de idade a relação metionina + cistina: lisina digestíveis que otimizou o ganho de peso foi de 0,79 e para o período de 29 a 35 dias de idade, a relação metionina + cistina: lisina digestíveis de 0,68 foi suficiente para um bom desempenho.

Para codornas de corte machos, de 22 a 28 dias de idade a relação metionina + cistina: lisina digestíveis de 0,68 foi suficiente para um bom desempenho, entretanto, para a fase de 29 a 35 dias de idade, a relação metionina + cistina: lisina digestíveis que otimizou o ganho em peso foi 0,88.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTRO, L.L.B.; FERREIRA, F.; GODINHO, R.M. *et al.* Desempenho de codornas de corte ev2 durante a fase final de crescimento alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina + cistina. In: V Simpósio Internacional IV Congresso Brasileiro de Coturnicultura. n.V, 2013, Lavras, **Anais...** UFLA, 2013.

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 e Veterinária Zootecnia**, v.58, n.3, p.414-420, 2006.

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 e Veterinária Zootecnia**, v.62, n.4, p.940-947, 2010.

KALINOWSKI, A.; MORAN JR. E.T.; WYATT, C.L. Methionine and Cystine Requirements of Slow- and Fast-Feathering Broiler Males from Three to Six Weeks of Age. **Poultry Science**, v. 82, p.1428–1437. 2003.

LEESON, S.; SUMMERS, D.J. Feeding programs for broiler chickens. In:_____ **Commercial Poultry Nutrition**. Guelph: Ed. Nottingham University Press, 5^o ed. 2008, p413.

LONGO, F.A.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.N. *et al.* Equações de predição das exigências proteicas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.5, p.1521-1530, 2001.

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

MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. 1. ed. Jaboticabal. Ed. FUNEP, 1998, 79p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. VIÇOSA: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1ª ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 283p.

SANTOS, G.G.; CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. *et al.* Avaliação de carcaça de codornas GSSI para corte alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de metionina+cistina. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2005, Goiânia, **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.

SCHERER, C. **Exigência nutricional de energia metabolizável, lisina digestível e metionina+cistina digestível para codornas de corte em fase de crescimento**. 2009, 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2009.

SCOTTÁ, B.A.; PEREIRA, C.M.C.; BERNARDINO, V.M.P. Energia Metabolizável e Aminoácidos Digestíveis dos Alimentos para Frangos de Corte. **Revista Nutritime**, v.9, n.4, p.1861-1874, 2012.

SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; FILHO, J.J. *et al.* Efeito do plano de nutrição sobre o rendimento de carcaça de codornas tipo carne. **Ciência Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 514-522, 2007.

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

SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J.; COSTA, F.G.P. *et al.* Exigências nutricionais de codornas. In: XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia. 2011, Alagoas, **Anais...** Alagoas: Universidade Federal de Alagoas, 2011.

SILVA, J.V.; CORRÊA, G.S.S.; SILVA, M.A. *et al.* Níveis de metionina+cistina sobre as características de carcaça de codornas de corte. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2005, Goiânia, **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabelas para codornas japonesas e européias**. Ed: Funep SP, 3ªed. Jaboticabal – SP, 2009, p.79 – 82.

SILVA JUNIOR, R.G.C.; LANA, G.R.Q.; RABELLO, C.B. *et al.* Exigências de metionina + cistina para frangos de corte fêmeas de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade criados em região de clima tropical. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, n.2, p.497-503, 2006.

SOUZA, M.S. **Determinação das faixas de conforto térmico para codornas de corte de diferentes idades**. 2013, 87p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2013.

TAVERNARI, F.C.; BERNAL, L.E.P.; ROSTAGNO, H.S. *et al.* Relação metionina + cistina / lisina digestível para frangos de corte cobb. **Revista Ceres**, v.61, n.2, p.193-201, 2014.

VIEIRA, S.L.; LEMME, A.; GOLDENBERG, D.B. *et al.* Responses of growing broilers to diets with increased sulfur amino acids to lysine ratios at two dietary protein levels. **Poultry Science**, v. 83, p.1307–1313, 2004.